

BEITRÄGE
ZUR
GEOLOGISCHEN KARTE DER SCHWEIZ

HERAUSGEGEBEN VON DER GEOLOGISCHEN KOMMISSION DER SCHWEIZ. NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT
AUF KOSTEN DER EIDGENOSSENSCHAFT

NEUE FOLGE, XX. LIEFERUNG
DES GANZEN WERKES 50. LIEFERUNG

Monographie
der
Churfürsten-Mattstock-Gruppe

(Dazu Geologische Karte der Gebirge am Walensee 1 : 50,000,
Spezialkarte Nr. 44, erschienen 1907)

von
Arnold Heim.

Text.

Erster Teil.

Einleitung und Stratigraphie vom Tertiär bis zur mittleren Kreide.

Mit 89 Textfiguren und Einlagen.

Dazu Atlas erster Teil mit 16 Tafeln.



Bern.

In Kommission bei A. Francke (vorm. Schmid & Francke).

1910.

Buchdruckerei Stämpfli & Cie.

Vorwort der geologischen Kommission.

Die Untersuchung der Gebirge am Walensee (Churfürsten-Mattstock-Gruppe) ist von der Schweiz. Geolog. Kommission durch Beschluss vom 12. XII. 1903 an Herrn Dr. ARNOLD HEIM übertragen worden. Da die Karte beide Ufer des Sees mitenthalten musste, wurde die Abgrenzung im Süden nach den Blättern des Siegfriedatlas genommen. Der Kartenteil südlich des Walensees ist sodann zur geologischen Aufnahme an Herrn Prorektor J. OBERHOLZER in Glarus in Zusammenhang mit seinen Untersuchungen über die Glarneralpen übertragen worden. Im Herbst 1906 konnte die Karte 1:25,000 in Druck gegeben werden. Die grossen Komplikationen und das reiche Detail der Aufnahme bereiteten der kartographischen Darstellung besondere Schwierigkeiten. Die „Kartographia Winterthur“ liess es nicht an Geduld und Sorgfalt fehlen. Dazu war ein Textband und ein Atlas vorgesehen; allein es erschien doch nicht gerechtfertigt, die Karte bis zur Vollendung dieser letzteren auf Lager zu halten; im Dezember 1907 wurde sie herausgegeben. Die textliche Darstellung der Gebirge nördlich des Walensees durch Dr. ARNOLD HEIM wird Lieferung XX bilden, während der Teil südlich des Sees in Lieferung XXVIII zusammen mit den Glarneralpen von Herrn OBERHOLZER beschrieben werden soll.

Durch die eingehenden stratigraphischen Untersuchungen wuchs der Text dem Verfasser unter der Hand weit mehr an, als beabsichtigt und gewünscht. Andererseits wäre aber auch ein Streichen wissenschaftlich wertvoller Einzelheiten bloss der Kürzung wegen nicht zu rechtfertigen gewesen. Wir mussten daran denken, die zu gross werdende Lieferung in zwei Abteilungen herauszugeben. Ausserdem verzögerten allerlei Umstände das rasche Vorschreiten der Arbeit — so besonders die Notwendigkeit, eine Menge der in dem Gebiete liegenden Fragen auf breiterer Basis zu prüfen, die Sedimente mikroskopisch durchzuarbeiten etc. Körperliche Überanstrengung im Sommer 1906 hatten lange Kranklager und langsame Erholung zur Folge. Auch die im Sommer 1909 unternommene Grönlandreise verzögerte den Fortschritt dieser Arbeit.

Anfang Oktober 1910 ergab sich für Dr. ARNOLD HEIM eine sehr günstige Gelegenheit zu weiten Reisen für die Dauer von 1½ Jahren in niederländisch Indien. Wir glaubten auch in diesem Falle, wie in anderen ähnlichen, den jungen Forscher nicht hindern zu können und nicht hindern zu dürfen. Freilich tut es uns sehr leid, dass sein Werk nun unterbrochen wird und vorher nicht zum Abschlusse kommen kann. An Fleiss und Anstrengung seinerseits hatte es nicht gefehlt.

Immerhin finden wir es nun für richtig, das Vorhandene und schon Gedruckte — Tafeln wie Text — nicht bis zu seiner Rückkehr liegen zu lassen, obschon keine natürliche grössere Abschnittsgrenze erreicht worden ist. Wir geben die Arbeit hiermit, soweit sie vorliegt, als erster Teil heraus. Dabei gehen freilich Tafeln und Text auch nicht parallel; der grössere Teil der Tafeln bezieht sich auf den tektonischen Teil des Textes, der noch ganz fehlt. Das Vorwort des Verfassers wird erst im zweiten Teile folgen. Möge der junge Forscher nach glücklicher Rückkehr dann recht rasch das ganze Werk zum Abschluss bringen.

Der Verfasser Dr. ARNOLD HEIM hat das Bild Tafel I, Panorama der Churfürsten in der ganzen Auflage den „Beiträgen“ schenkungsweise übergeben. Die Tafeln II bis und mit IX sind von Prof. ALBERT HEIM gestiftet worden. Die Tafeln X bis XV dagegen, sowie der Text, sind auf Kosten der Subventionen der Schweiz. Geolog. Kommission hergestellt.

Für den Inhalt der Karte wie der Profile, Ansichten und des Textes ist der Verfasser allein verantwortlich.

Zürich, im Oktober 1910.

Für die schweizerische geologische Kommission,

Der Präsident:

Dr. **Alb. Heim**, Professor.

Der Sekretär:

Dr. **Aug. Aeppli**.

Inhalt.

	Seite
<i>Vorwort der geologischen Kommission</i>	III

I. Einleitung.

Literaturverzeichnis.

1. Texte	1
2. Geologische Karten	5

Besprechung der Literatur.

1. Die Zeit vor Arnold Escher v. d. Linth, vor 1835	7
2. Arnold Escher v. d. Linth	8
a) Arnold Eschers ungedruckter Nachlass	8
b) Arnold Eschers Publikationen	10
3. Die übrigen Veröffentlichungen zu Arnold Eschers Zeit, 1850—1870	11
4. Die neuere Zeit, 1870—1898	12
5. Die neueste Zeit, 1898—1906	15

Lage und Einteilung.

1. Geographische Lage und morphologische Einteilung	17
2. Geologisch-anatomische Einteilung	19

II. Spezielle Stratigraphie.

Tertiär.

Molasse, Miocän.

1. Bisherige Auffassungen — allgemeine tektonische Lage	23
2. Stratigraphische Lage und Alter	24
3. Molassemergel am Eocänkontakt im Flibach	25
4. Profil im Zwislenwald	26
5. Profil im Sulzbach westlich des Goggeien	27
6. Facieswechsel	29
7. Geschichtliches	29
8. Lagerung der Gerölle	31
9. Art der Gerölle	31
10. Grösse der Gerölle	32
11. Herkunft der Gerölle nach Faciesgebieten	33
12. Ist die Molasse über die alpinen Decken hinweggegangen?	34
13. Bemerkungen zur Walenseekarte	35

Nummuliten- und Flyschbildungen, Eocän.

Seite

Einleitung	36
Übersicht	36
Die Flyschgruppe	37
A. Die anstehenden Flyschgesteine (inkl. Nummuliteneinlagerungen)	37
1. Kapfenberg, Flysch von autochthonem Charakter	37
2. Mürtshendecke, Südseite der Churfürsten	38
3. Flibachgebiet	39
a) Flyschmergel	39
b) Einlagerungen von Nummulitenschichten	41
Übersicht	41
Ober-Fligade	41
Isenegg-Grat	42
Kohlgrub nördlich Hochbühl	43
Brand	44
Reservoir Geissbrugg	45
Tschingelstein	48
Flibach-Renzletenbach	51
Der Gußer	52
Linsen und Blöcke von Glauconitgestein im grünlichen Flyschmergel	55
c) Austernbänke im Flysch	55
Allgemeines	55
Weg östlich Brand	56
Unmittelbar nordöstlich Brand	56
Oberer Renzletenbach	56
Flibach-Mietsack	58
Paläontologisches über die Austern	58
Das Alter der Austernschichten	62
d) Übersicht über die eocäne Schichtfolge des Flibachgebietes	63
4. Nordrand der Sántisdecke	65
5. Hauptgebiet der Sántisdecke	66
a) Allgemeines	66
b) Flysch mit Sandstein, Wildflysch im allgemeinen	66
c) Konglomerat- und Grobsandbänke	68
d) Kieseliefer	68
e) Gebänderter Kieselkalk	68
f) Rote und grüne Mergel und Tone	69
Bisherige Kenntnis	69
Amdenermulde	69
Zone zwischen Goggeien und Häderenberg	70
Fliegenspitzenmulde	70
Allgemeines	71
g) Grüne Ölquarzite	71
h) Dichte Kalkbänke	72
i) Fucoidenschiefer	72
Sulzbach-Amdenermulde	72
Gegend des Fliegenspitz	73
Gegend von Wildhaus	73
k) Graue, sandsteinfreie Mergel	74
l) Lagenmergel	76
m) Nummulitenschichten	76
Allgemeines	76
Goggeien	76
Dürrenbach, westlich Luchli	77
Loch SW Fliegenspitz	77
Kopfwald nördlich Fliegenspitz	79
Bernstein bei Unterwasser	79
Tobel, Unterwasser	79

	Seite
Waldli, Unterwasser	79
Lisighaus, Wildhaus	80
Tobbach, Wildhaus	81
Hopsgeren	83
Wildburg, Wildhaus	83
B. Die Blöcke im Flysch (und Leistmergel)	85
1. Genetisch verschiedene Arten	85
Allgemeines	85
Durch Dislokation rein mechanisch entstandene Blöcke	86
Primär im Meer abgelagerte Blöcke	87
Primär auf dem Flysch-Festland abgelagerte und tektonisch eingewickelte Blöcke	88
2. Die exotischen Sedimentblöcke der Sântisdecke und ihre Begleiter	88
Beschreibung einzelner Lokalitäten	88
Amdenermulde	88
Zone zwischen Häderenberg und Goggeien	89
Fliegenspitzenmulde	90
Mikroskopie einiger polygener Breccien und Sandsteine	93
Spezielles	93
Zusammenfassung und Resultate	95
3. Die Kristallinen exotischen Blöcke der Sântisdecke	96
Beschreibung der einzelnen Funde	96
Amdenermulde	96
Zone zwischen Häderenberg und Goggeien	97
Fliegenspitzen-Mulde	97
Allgemeine Erscheinungen der kristallinen Blöcke im Gebiete der Walenseekarte	100
4. Vertikale Verbreitung der exotischen Blöcke im Churfürstengebiet	102
5. Horizontale Verbreitung der exotischen Blöcke	103
6. Zur Theorie der exotischen Blöcke	104
a) Abtrennung der exotischen Blöcke von den „Klippen“	104
b) Welche Sedimentblöcke sind exotisch?	105
c) Heimat der exotischen Gesteine	106
d) Verschiedene Ansichten	106
e) Welche Erscheinungen kann die Hypothese der Eisdrift erklären?	108
f) Welche Erscheinungen kann die Hypothese der Schutteinwicklung erklären?	109
g) Übersicht über die bisherigen Hypothesen	109
h) Widerlegungen	110
7. Anhang. Vergleich der exotischen Blöcke der Ostschweiz mit denen der Karpathen	112
C. Fauna, Alter, Facies der Flyschgruppe — Landschaftlicher Charakter	113
1. Flyschprofile	113
2. Gliederung	114
3. Zusammenstellung der Versteinerungen	116
4. Alter	123
5. Facies	124
6. Faciesunterschiede	128
7. Landschaftlicher Charakter des Flyschs	129
Nachtrag	129
Bürgenschichten, Assilinesgrünsand	132
A. Benennung — Übersicht	132
B. Spezialprofile	133
1. Kapfenberg-Weesen	133
2. Mürtshendecke	133
3. Flifalte	134
4. Nordrand der Sântisdecke	136
C. Tektonische Konsequenzen	140
D. Horizontale Verbreitung und vertikale Abgrenzung	140
E. Mikroskopisches	141
F. Fauna und Alter	142
G. Facies und Mächtigkeitsveränderungen	144
H. Isometrische Richtung; Zonenbreite der Mürtshenfacies	144

	Seite
Kreide-Formation.	
Allgemeines — frühere Einteilungen	146
Natürliche Hauptgruppen	146
Obere Kreide.	
Allgemeines	147
Wangschichten	148
Amdenerschichten (Senon)	149
1. Historische Einleitung	149
2. Definitionen	150
3. Übersicht	151
4. Spezialprofile	151
Nordseite des westlichen Säntisgebirges	151
Goggeien	151
Stock	152
Farenstöckli und Amdenermulde	154
Südostseite des Gulmen, Rinderbach	155
Beerenbach-Grossried	157
Leibodenalp	158
Zwingenrüns	160
Ostseite des Fliegenspitz, Alpli	161
Südseite des Häderenberges	165
Säss, unterer Leistbach	166
Unterwasser, Säntisthur	167
Schwendi-Freienalp	167
Südostseite des mittleren Säntisgebirges	168
5. Verbreitung der Amdenerschichten im allgemeinen — Zonenbreite	168
6. Gliederung der Amdenerschichten	170
7. Obere Grenze der Kreide	171
8. Die Leistmergel im allgemeinen	172
Allgemeine lithologische Diagnose	172
Mikro-lithologisches	172
Mikro-Fauna	173
Makro-Fauna	175
Faunencharakter	178
Alter	179
Facies und Lithogenesis, Meertiefe	180
Faciesveränderungen und isometrische Richtung	181
Landschaftlicher und tektonischer Charakter	182
9. Die Leibodenmergel	182
Allgemeine lithologische Diagnose	182
Mikro-Fauna	182
Makro-Fauna	183
Faunencharakter und Alter	185
Facies und Faciesveränderungen, Meertiefe	186
10. Berichtigungen zu meiner Arbeit über den westlichen Teil des Säntisgebirges — Bemerkungen zur Walenseekarte	186
11. Beziehungen der Amdenerschichten zu den isochronen Bildungen ausserhalb des Untersuchungsgebietes	187
Seewerschichten (Turon)	188
1. Definition, vertikale Abgrenzung	188
2. Spezialprofile	189
a) Kapfenberg	189
b) Mürtshendecke	189
c) Flifalte	189
d) Säntisdecke	190
Säntisgebirge	190
Mattstockgruppe	191
Churfirstengruppe	191

	Seite
e) Alviergruppe	193
f) Sandloch-Starkenbach	193
3. Verbreitung	194
4. Allgemeiner lithologischer Charakter	194
5. Mikro-Fauna	195
6. Makro-Fauna	195
7. Faunencharakter und Alter	200
8. Gliederung	202
9. Facies und Lithogenesis	204
10. Facies- und Mächtigkeitsveränderungen	205
11. Beziehungen zu den isochronen Bildungen ausserhalb des Untersuchungsgebietes	206
12. Landschaftlicher Charakter	207
13. Technische Verwendung	208
Turriliten- und Überturrilitenschichten (Cenoman).	208
1. Benennung, vertikale Abgrenzung	208
2. Spezialprofile	208
a) Mürtischendecke	208
Gänsestad	208
Quinten	210
b) Flifalte	210
c) Santsidecke	211
Santsigebirge	211
Mattstockgruppe	212
Westliche und mittlere Churfürsten	213
Östliche Churfürsten	214
d) Alviergruppe	215
3. Gliederung und Verbreitung des Cenoman. — Die cenomane Denudation	215
4. Die Überturrilitenschicht	216
Benennung, Abgrenzung, Mächtigkeit, Makro-lithologisches, Mikro-lithologisches, Mikro-Fauna, Makro-Fauna, Alter, Facies, Faciesveränderungen	218
5. Die Turrilitenschicht	218
Benennung, vertikale Abgrenzung, Mächtigkeit	219
Makro-lithologisches	219
Mikro-lithologisches	219
Mikro-Fauna	219
Makro-Fauna	220
Faunencharakter und Alter	223
Facies	224
Faciesveränderungen	224
Bemerkungen zur Walenseekarte	224
Mittlere Kreide.	
Allgemeines	227
Übersicht	227
Spezialprofile	228
a) Mürtischendecke	228
Gänsestad	228
Betlis-Sere	232
Quinten	232
b) Flifalte	234
c) Anhang: Axendecke bei Richisau, Klöntal	234
d) Santsidecke	235
Nordrand des mittleren Santsigebirges, Seealpsee	235
Nordrand des westlichen Santsigebirges	236
Mittlere und südliche Santsisketten im allgemeinen	236
Wildhaus	237
Alt St. Johann, Furi	240
Mattstockgruppe im allgemeinen	242
Gulmen	243

	Seite
Durschlägi bei Amden	244
Amden-Hofstetten	248
Amdenerstrasse	248
Westliche und mittlere Churfirten im allgemeinen	250
Selun-Strichboden	253
Mittlere Churfirten, Brisi-Scheibenstoll	255
Östliche Churfirten im allgemeinen	257
Gamserrugg	257
Nideri-Ritschkopf	260
e) Alviergruppe	261
Alviergruppe im allgemeinen	261
Nausalp-Obersäss	262
Gulms am Sichelkamm	265
Sisiz-Kapf	265
Hurst am Alvier	267
Faciesveränderungen der mittleren Kreide	268
Mächtigkeits-Tabelle	272

I. Einleitung.

Literaturverzeichnis.

In diesem Verzeichnis sind nur diejenigen Arbeiten aufgeführt, die spezielle Angaben über die Geologie der Churfürsten-Mattstockgruppe und deren nächste Umgebung enthalten. Auf die übrigen Publikationen wird im besonderen im Text verwiesen. Wo im Text nur der Autor und die Jahreszahl angegeben sind, kann die genaue Bezeichnung der betreffenden Arbeit eindeutig ohne weiteres in diesem Verzeichnis aufgefunden werden.

1. Texte.

1808. Ebel, J. G. Über den Bau der Erde in dem Alpengebirge, Zürich. Über die Schichtlage der Kuhfirsten, p. 315—317.
1809. Escher v. d. Linth, Conrad. Recension und Kritik von Ebels „Über den Bau der Erde in dem Alpengebirge“, Alpina IV. Über die westliche Fortsetzung der Kuhfirsten p. 332.
1810. Ebel, J. G. Anleitung, auf die nützlichste und genussvollste Art die Schweiz zu bereisen, Zürich. Über die Amdenermulde Bd. IV, p. 470; Schichtlage. Weesen p. 495.
— Escher v. d. Linth, C. Beschreibung der Aussicht vom Leistkamm. In A. Eschers ungedrucktem Nachlass, Polytechnikum Zürich.
1827. Studer, B. Geognostische Bemerkungen über einige Teile der nördlichen Alpenkette. Zeitschrift für Mineralogie, herausgegeben von Leonhard, Bd. I. Über Kuhfirsten p. 20.
- 1835—64. Escher v. d. Linth, Arnold. Tagebücher (ungedruckt), aufbewahrt im eidg. Polytechnikum Zürich. Geologische Manuscriptkarte 1:25,000 der Churfürstengruppe.
1842. Wiser, David Friedrich. Über die in den Eisengruben am Gonzen bei Sargans im Kanton St. Gallen vorkommenden Mineralien, nebst einigen Bemerkungen vermischten Inhaltes. Neues Jahrbuch für M. G. etc., 1842, p. 505—527. Darin Profilzeichnung des Gonzen mit Beschreibung von Arnold Escher v. d. Linth, p. 506—508.
1846. Escher v. d. Linth, A. Gebirgskunde im Gemälde der Schweiz, Kanton Glarus von Osw. Heer und J. Blumer-Heer. Profil Mattstock-Speer, Fig. 2. (Kanton St. Gallen ist nicht erschienen.)
1850. Murchison, R. J. Über den Gebirgsbau in den Alpen, Apenninen und Karpathen. Stuttgart 1850. Über Walensee bis Toggenburg p. 48, 49, 92.
1851. Studer, B. Geologie der Schweiz, Bd. II, 1853. Über Churfürsten p. 55, 77, 194, 195; Profil p. 193; Speergebiet p. 385.
1853. Escher v. d. Linth, A. Geologische Bemerkungen über das nördliche Vorarlberg und einige angrenzende Gegenden. Neue Denkschr. d. Schweiz. Naturf. Ges., Bd. XIII. Über Tektonik der Mattstockgruppe p. 56.
1857. Escher v. d. Linth, A. Geologische Skizze über die Gebirge des Appenzellerlandes bis zum Wallensee. Verh. der allg. Schweiz. Naturf. Ges. in Trögen, p. 60—62.
1858. Deicke, J. C. Geologische Skizze über die Kantone Appenzell, St. Gallen und Thurgau. Vortrag, Separat. St. Gallen, Scheitlin & Zollikofer. Über Churfürsten nur einzelne unpräzise Bemerkungen.
1860. Kaufmann, F. J. Untersuchungen über die mittel- und ostschweizerische subalpine Molasse. Neue Denkschr. d. allg. Schweiz. Naturf. Ges., XVII. Über Speergebiet p. 98—99, 133, Profil XV.
1863. Bachmann, J. Über die Juraformation im Kanton Glarus. Mitt. d. naturf. Ges. Bern. Petrefacten der Gegend von Walenstadt p. 158, 160, 161.

1863. **Bachmann, J.** Über petrefactenreiche exotische Jurablöcke im Flysch des Sihltals und Toggenburgs. Vierteljahrsschr. d. naturf. Ges. Zürich. Über Amden p. 21. Profil Leistkamm-Gulmen Nr. III. Exotische Blöcke im Flysch von Weesen p. 25; Amden und Wildhaus p. 26.
1871. **Heim, Alb.** Blick auf die Geschichte der Alpen, Vortrag. Verh. d. Schweiz. naturf. Ges. Frauenfeld. Weniges über Graustock (= Mattstock) und Walensee p. 12, 13.
1872. **Mojsisovics, E. v.** Beiträge zur Altersbestimmung einiger Schiefer- und Kalkformationen der östlichen Schweizeralpen. Verh. d. k. k. geol. Reichsanst. Nr. 13. Über tektonische Lage der Churfürsten p. 266.
— **Mösch, Cas.** Der Jura in den Alpen der Ostschweiz, Zürich, separat. Petrefacten aus dem Gebiet von Walenstadt zitiert p. 8—32.
1873. **Gutzwiller, A.** Das Verbreitungsgebiet des Säntisgletschers zur Eiszeit. Bericht d. St. Gall. naturw. Ges. 1871/72.
1877. **Gutzwiller, A.** Molasse und jüngere Ablagerungen auf Blatt IX der Dufourkarte. Beitr. z. geol. Karte der Schweiz, Liefg. 14, p. 8—11, 78—80, 110—121, Taf. I, Prof. IV.
1878. **Heim, Albert.** Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung. 2 Bände mit Atlas. Taf. VII, Profil XVII und XVIII. Text über Amdenermulde und Sichelkamm an einigen Stellen in Bd. II. Über Amden Bd. I, p. 231—232, 150.
1879. **Heer, O.** Urwelt der Schweiz, II. Auflage, Zürich. Über Churfürstengruppe mehr allgemein unter den Formationen, 2. Bd., p. 191; Profil durch die Churfürsten p. 632, nach Escher.
— **Vacek, M.** Über die Vorarlberger Kreide. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst., Bd. XXIV. Über Streichen von Churfürsten und Sichelkamm, p. 725.
1880. **Heim, Alb.** Über die Glarner Doppelfalte. Verh. d. k. k. geol. Reichsanst. Nr. 10. Über Streichrichtung von Churfürsten-Sichelkamm p. 156.
— **Vacek, M.** Neocomstudie. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst., Bd. XXX. Über Churfürsten p. 539—541.
1881. **Mösch, C.** Geologische Beschreibung der Kalkstein- und Schiefergebirge der Kantone St. Gallen, Appenzell und Glarus. Beitr. z. geol. K. d. Schweiz, Liefg. 14, Abt. III, p. 61—103, 113—124, 128—136. Profile: Taf. I Pr. 1—7, Taf. II Pr. 3.
1883. **Harpe, Ph. de la.** Etude des Nummulites de la Suisse, III, Mém. Soc. pal. Suisse 1883. Abbildungen von Nummuliten des Flibaches, Pl. IV—V.
— **Rothpletz, A.** Zum Gebirgsbau beiderseits des Rheins. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges., 1883, Bd. XXXV. Über Walensee-Spaltenverwerfung p. 159, 175, 176. Profil 3, Taf. VI.
1884. **Bertrand, Marcel.** Rapports de structure des Alpes de Glaris et du bassin houiller du Nord. Bull. Soc. géol. de France, 3^e série, t. XII, p. 326.
1888. **Früh, J.** Zur Kenntnis der Nagelfluh der Schweiz. Denkschr. d. Schweiz. Naturf. Ges., 30. Über Speergebiet, p. 54—56.
1890. **Früh, J.** Zur Kenntnis der gesteinsbildenden Algen der Schweizeralpen. Abh. d. Schweiz. paläont. Ges. Vol. XVII, Abt. 3. Über Eocän Wildhaus, p. 23—26.
1891. **Diener, C.** Der Gebirgsbau der Westalpen. Wien. Über Wildhaus-Amden, p. 63, Churfürsten, p. 78, 79, Grabenbruch-Seeztal, p. 83.
— **Heim, Albert:** Geologie der Hochalpen zwischen Reuss und Rhein. Beitr. z. geol. Karte der Schweiz, 25. Liefg. Text über Walensee, p. 149—152, Profile 13 und 14.
1893. **Burckhardt, Carl:** Die Kontaktzone von Kreide und Tertiär am Nordrande der Schweizeralpen. Beitr. z. geol. Karte der Schweiz, n. F., II. Liefg. Mattstockgruppe und Speer, p. 22—54, 96—132. Karte 1 : 50,000. Profile und Ansichten, Taf. III und IV.
— **Du Riche-Preller:** Note on the Lakes of Zurich and Wallen. Geological Magazine, Decade III. Vol. X, Nr. 347, p. 222—225.
1894. **Heim, Albert:** Geologische Exkursion quer durch die östlichen Schweizeralpen. Livret-Guide géol. dans le Jura et les Alpes de la Suisse. Lausanne. Über Amden, p. 101.
— **Ludwig, A.:** In der Churfürsten-Alvierkette. Jahresber. d. St. Gall. naturw. Ges. 1893/94.
— **Rothpletz, A.:** Geotektonische Probleme. Stuttgart. Über Wildhaus, p. 45—48.
1896. **Burckhardt, Carl:** Monographie der Kreideketten zwischen Klöntal, Sihl und Linth. Beitr. z. geol. Karte der Schweiz, n. F., V. Liefg. Bemerkungen über Churfürsten, p. 187—190. Taf. III.

1896. Ludwig, A. Die Alviergruppe. Jahresber. d. St. Gall. naturw. Ges. 1895/96. Über Sichelkamm p. 311—316.
1898. Schardt, H. Bemerkungen zu Bertrand et Golliez: Alpes bernoises. *Eclogæ geol. helv.* Vol. V, Nr. 6. Überschiebung der Churfürsten, p. 378 unten.
- Rothpletz, A. Das geotektonische Problem der Glarneralpen. Jena. Verlag von G. Fischer. Textblatt mit Atlas. Über Churfürsten-Mattstockgruppe p. 72, 77, 78, 81, 88, 89, 196—206, 218, 219. Das Walensee-Seeztal p. 235—237. Profile und Ansichten Taf. V Fig. 3—6; Taf. VI Fig. 15; Taf. VIII Fig. 1, 2, 7—19. Karten Taf. X und XI.
- Schardt, H. Les régions exotiques du versant nord des Alpes suisses. *Bull. Soc. vaudoise des sc. nat.*, vol. XXXIV, n° 128. Tekt. Karte Pl. I.
1900. Lorenz, Th. Monographie des Fläscherberges. Beitr. z. geol. Karte der Schweiz, n. F., X. Liefg. Über die Churfürsten als Teil der „Glarnerbogenfalte“ p. 49—51, 54. Taf. IV, Profil 1.
- Rothpletz, A. Geologische Alpenforschungen. I. Das Grenzgebiet zwischen den Ost- und Westalpen und die rhätische Überschiebung. Über die tektonische Lage der Churfürsten p. 153, 168, 169; Walensee-Verwerfung p. 172. Taf. IV, Pr. 12. Tektonische Karte Taf. I.
- Heim, Albert. Über das Eisenerz am Gonzen, sein Alter und seine Lagerung. *Vierteljahrschr. d. naturf. Ges. Zürich* 1900, p. 183—198, Taf. VII.
1901. Baumgartner, G. Das Churfürstengebiet in seinen pflanzengeographischen und wirtschaftlichen Verhältnissen. Ber. d. St. Gall. naturw. Ges. Geologisches p. 154—169. Profile Fig. 1—6, nach C. Mösch, 1880.
1902. Imhof, E. Abschnitt „Churfürsten“ im geographischen Lexikon der Schweiz, Bd. I, p. 503. (Enthält keine neuen geologischen Tatsachen.)
- Lugeon, Maurice. Les grandes nappes de recouvrement des Alpes du Chablais et de la Suisse. *Bull. Soc. géol. de France*, 4^e série, t. I. Text p. 786—796; Pl. XVI Fig. 1 und 2.
- Heim, Albert. Lettre ouverte in M. Lugeon: Les grandes nappes, etc. *Eocæn Leistkamm* p. 823, 824.
- Rothpletz, A. Geologischer Führer durch die Alpen. I. Das Gebiet der zwei grossen rhätischen Überschiebungen zwischen Bodensee und Engadin. Berlin. Profilansicht Walenseegeb. p. 234; über Betlis p. 235.
1903. Lugeon, M. Les nappes de recouvrement de la Tatra et l'origine des klippen des Carpathes. *Bull. du laborat. de Géol., Géogr., etc., de l'Université de Lausanne*. Über die Klippen Mattstock-Goggeien und Längsgerreissung p. 44—45.
1904. Lugeon, M. Les grandes nappes de recouvrement des Alpes suisses. *Compte-rendu, Congr. géol. int. Vienne*. Über Churfürsten p. 486.
- Bolliger, L. Die Entstehung der Molasse auf der Nordseite der Alpen. *Vierteljahrschr. d. naturf. Ges. Zürich*. Betrifft auch das Speergebiet, p. 164, 165.
1905. Oberholzer, J. Linth, Geographisches Lexikon der Schweiz Bd. III. Überschwemmungen und Korrektion im Walenseegebiet.
- Heim, Arnold. Zur Kenntnis der Glarner Überfaltungsdecken (Vortrag). *Zeitschr. der deutschen geol. Ges.* März 1905. Über Churfürsten-Mattstockgruppe p. 92—98.
- Heim, Albert. Das Säntisgebirge. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, n. F., Liefg. 16.
- Heim, Arnold. Der westliche Teil des Säntisgebirges. Beitr. z. geol. Karte der Schweiz, n. F., Liefg. 16. Über Churfürsten-Mattstockgruppe p. 313—356, 442—455, Taf. I.
- Heim, Albert. Das Säntisgebirge. Vortrag, gehalten an der Vers. d. schweiz. naturf. Ges. Luzern. Verhandl. d. Schweiz. Naturf. Ges., p. 97—121. Über Churfürsten-Mattstockgruppe p. 117.
1906. Jacob, Ch. Sur les fossiles et l'âge du gault inférieur, avec détermination des fossiles trouvés par Arnold Heim dans le „Glaucônitsandstein“ des Churfürsten. In: *Berichte über die Exkursionen der Schweiz. Geol. Ges.* 1905. *Eclogæ geologicæ helveticæ*, vol. IX, Nr. 1, p. 54 unten.
- Heim, Arnold. Über exotische Blöcke im Flysch bei Amden. In: *Berichte über die Exkursionen der Schweiz. Geol. Ges.* 1905. *Eclogæ geologicæ helveticæ*, vol. IX, Nr. 1, p. 45.
- Heim, Arnold. Beziehungen zwischen Denudation und Faltung im Säntisgebirge. *Eclogæ geol. helveticæ*, vol. IX, Nr. 1, p. 147—155.

1906. **Ludwig, A.** Über glaciale Erosion und über die Ursachen der Eiszeit. Jahrb. d. St. Gall. naturw. Ges., Jahrg. 1905. Über Glacialerosion in den Churfürsten p. 15.
- **Gugenhan, Max.** Die Vergletscherung der Erde von Pol zu Pol. Berlin 1906. Über „Glacialerosion“ der Churfürsten, p. 22, 23. 187.
- **Heim, Arnold.** Die Brandung der Alpen am Nagelfluhgebirge. Vortrag, gehalten an der Vers. d. Schweiz. naturf. Ges. in St. Gallen, VII 1906. Vierteljahrsschr. d. naturf. Ges. Zürich, p. 441 bis 461. Mattstock-Speer-Goggeien p. 441—452, Taf. VII und VIII. (Auszug in Eclogæ geol. helv. 1907, p. 386—387).
- **Heim, Arnold.** Die Erscheinungen der Längszerreissung und Abquetschung am ostschweizerischen Alpenrand. Vortrag, gehalten an der Vers. d. Schweiz. naturf. Ges. in St. Gallen, VII 1906. Vierteljahrsschr. d. naturf. Ges. Zürich, p. 461—472. Befasst sich hauptsächlich mit der Mattstockgruppe. Taf. VII und VIII. (Auszug in Eclogæ geol. helv. 1907, p. 384—385.)
- **Blumer, Ernst.** Zur Kenntnis des helvetischen Alpen-Nordrandes. Vierteljahrsschr. d. naturf. Ges. Zürich, p. 473—480. Analogieschluss Kapfenberg p. 476.
- **Heim, Albert.** Über die Verbaunungen am Flibach (mit Photogr.). Schweizerische Bauzeitung, Bd. XLVIII, Nr. 21, p. 251—254.
1907. **Heim, Arnold.** Exkursionsprogramm der Schweizerischen geologischen Gesellschaft in die nördlichen Kreideketten vom Toggenburg bis zum Walensee. Eclogæ geol. helv., vol. IX, Nr. 3, p. 368—371 (mit Literaturangabe).
- **Sarasin, Ch.** Rapport sur les excursions de la Société géologique suisse dans les chaînes calcaires situées à l'W. du Toggenbourg. Eclogæ geol. helv., vol. IX, Nr. 3, p. 372—381. Behandelt speziell das Gebiet der Mattstockgruppe.
- **Heim, Arnold.** Zur Frage der exotischen Blöcke im Flysch, mit einigen Bemerkungen über die subalpine Nagelfluh. Eclogæ geol. helv., vol. IX, Nr. 3, p. 413—424. Über exot. Blöcke von Amden p. 414—415.
- **Heim, Arnold.** Über den Berglitenstein und die Grabser-Klippe. Eclogæ geol. helv., vol. IX, Nr. 3, p. 425—437. Über Zusammenhang von Churfürsten und Alviergruppe p. 435.
- **Schardt, H.** Die modernen Anschauungen über den Bau und die Entstehung des Alpengebirges. Vortrag, gehalten den 1. August 1906 in St. Gallen. (Allgemeines über Churfürsten, p. 23—25.)
- **Escher-Hess, C.** Über einige Vorkommnisse der oligocänen und miocänen Molasse und Nagelfluh der östlichen Schweiz. Zürich, Orell Füßli. Über Speer-Nagelfluh p. 25—30.
- **Heim, Arnold.** Das Walenseetal; Einführung in das Exkursionsgebiet des Oberrheinischen geologischen Vereins. April 1907. 1. Einführendes Referat. 2. Übersicht über die Schichtfolge. 3. 4 Profilskizzen. Berichte über die 40. Versammlung des Oberrhein. geol. Vereins, 1907, p. 60—70, Taf. VIII.
- **Jacob, Charles.** Etudes paléontologiques et stratigraphiques sur la partie moyenne des terrains crétacés dans les Alpes françaises et les régions voisines. Grenoble, Allier frères. Über Gault der Churfürsten besonders p. 237—240.
- **Baumberger, Ernst, und Heim, Arnold.** Paläontologisch-stratigraphische Untersuchung zweier Fossilhorizonte an der Valangien-Hauteriviengrenze im Churfürsten-Mattstockgebiet, mit Bemerkungen über die Stratigraphie der analogen Schichten in der Zentralschweiz, von Aug. Buxtorf. Abh. der Schweiz. pal. Ges., vol. XXXIV, p. 1—33; mit einer photolith. Tafel und vielen Textfiguren.
- **Tornquist, A.** Vorläufige Mitteilungen über die Allgäu-Vorarlberger Flyschzone. Sitzungsberichte der königlich preussischen Akademie der Wissenschaften, XXX, p. 591—599. Vergleiche mit Amden, Annahme von Grabenversenkungen am Alpenrand, auch am Goggeien p. 595.
- **Heim, Arnold.** Gliederung und Facies der Berrias-Valangien-Sedimente in den helvetischen Alpen. Vierteljahrsschr. d. naturf. Ges. Zürich, 1907, p. 484—500.
- **Heim, Arnold.** Parallélisme des divers faciès Berriasiens-Valangiens existant dans les chaînes à faciès helvétique. C. R. Soc. helv. d. sc. nat., p. 65—67, und Archives des sc. phys. et nat. de Genève, XXIV, p. 611—614.
- **Arbenz, P.** Bericht über die Exkursion des Oberrheinischen geologischen Vereins durch das Walenseetal am 5. und 6. April 1907. In: Berichte über die Versammlungen des Oberrhein. geol. Ver., 1907, p. 71—78.

1908. **Rollier, L.** Les dislocations orogéniques des Alpes. Actes de la Société Jurassienne d'Emulation 1906 (erschienen Januar 1908). Über die „mésogée subalpine“ in den helvetischen Ketten der Ostschweiz, p. 168, 212, etc. Profilskizze durch Churfürsten-Mattstock, Taf. III, mit vindelicischem Gebirge.
- **Heim, Arnold.** Die „Geologische Karte der Gebirge am Walensee“. Autorreferat. Geologisches Centralblatt, Nr. 2146. Berlin 1908.
- **Heim, Arnold.** Abschnitt „Thurgruppe“ im Geographischen Lexikon der Schweiz, Bd. VI, p. 116—120.
- **Heim, Arnold.** Demonstrationen mit Erläuterungen über: 1. Spezialkarte der Flifalte in 1:3000, Photo-Lichtdrucke in geol. Farben aus der Mattstockgruppe etc. In: Verhandl. d. Schweiz. naturf. Ges., Bd. I, 1908, pag. 220; Archives des sc. phys. et nat., C. R. 1908, p. 50—52. Eclogæ geol. helv., vol. X, Nr. 4, 1908, p. 483.
- **Heim, Arnold.** Über recente und fossile subaquatische Rutschungen und deren lithologische Bedeutung. Neues Jahrb. f. Miner., Geol. und Pal. Jahrg. 1908, Bd. II, p. 136—157, Taf. VIII. Über submarine Verrutschungen im Flysch von Amden p. 147—150.
- **Heim, Arnold.** Die Nummuliten- und Flyschbildungen der Schweizeralpen. Versuch zu einer Revision der alpinen Eocän-Stratigraphie. Abhandl. d. Schweiz. pal. Ges., vol. XXXV, p. 1—301, mit 8 Tafeln und 26 Textfiguren. Speziell über Churfürsten-Mattstockgruppe p. 64—68, 114—118, Taf. III—VI, VIII.
1909. **Oberholzer, J.** Walensee, Geographisches Lexikon der Schweiz, Attinger, Neuenburg, Bd. VI, p. 508—512.
1910. **Heim, Arnold.** Über die Stratigraphie der autochthonen Kreide und des Eocäns am Kistenpass, verglichen mit der Facies der helvetischen Decken. Beiträge zur geol. Karte der Schweiz, n. F., Liefg. XXIV, p. 21—45, 6 Textfiguren. Vergleich der Deckenfacies im Walenseegebiet mit der autochthonen, p. 28—45.
- **Böhm, Joh., und Heim, Arnold.** Neue Untersuchungen über die Senonbildungen der östlichen Schweizeralpen. Abhandl. d. Schweiz. pal. Ges., Bd. XXXVI, 1909, 62 Seiten, 2 Tafeln und 2 Textfiguren. Stratigraphie und Paläontologie (Beschreibung neuer Arten) beziehen sich grösstenteils auf die Churfürsten-Mattstockgruppe.
- **Heim, Arnold.** Sur les zones paléontologiques et lithologiques du crétacique moyen dans les Alpes suisses. Bull. Soc. géol. France, 1909, 4^e série, t. IX, p. 101—127, 8 Textfiguren. Über Churfürsten-Säntis (Brisiachichten, Durschlägischichten, etc.), p. 114—126.

2. Geologische Karten.

1853. **Studer, B., und Escher, A.** Geologische Karte der Schweiz, 1:380,000. II. Auflage erschienen 1867.
1875. **Escher v. d. Linth, A.** Blatt IX des Siegfriedatlas, 1:100,000, geologisch. Gebiet der Churfürsten-Mattstockgruppe revidiert durch C. Mösch.
1893. **Burckhardt, C.** Die nördlichste Kreide-Kette der Alpen von der Sihl bis zur Thur, 1:50,000, geol. auf Grund der Siegfriedkarte. In: Beiträge zur geol. Karte der Schweiz, Liefg. II, n. F. Taf. I, Mattstockgruppe.
1894. **Heim, Alb., und Schmidt, C.** Geologische Karte der Schweiz, 1:500,000. Übersicht.
1898. **Rothpletz, A.** Geologische Karte der Glarneralpen, 1:100,000. In: „Das geotektonische Problem der Glarneralpen“. Umfasst noch den Nordrand des Walensees.
1905. **Heim, Albert.** Säntisgebiet, 1:25,000. Spezialkarte Nr. 38, herausgeg. von der schweiz. geol. Kommission. Francke, Bern. Taf. XIV des Atlas zu „Beiträge“, n. F., Liefg. 16.
- **Heim, Arnold.** Westende der Säntisgruppe, 1:25,000. Spezialkarte Nr. 37, herausgeg. von der schweiz. geol. Kommission. Francke, Bern. Tafel VI des Atlas zu „Beiträge“, n. F., Liefg. 16. (Ostfuss des Goggeien und Häderenberg sind in der Walenseekarte 1907 revidiert und in einigen Punkten verbessert wiedergegeben.)

1906. **Heim, Arnold.** Tektonische Kartenskizze des Alpenrandes zwischen Thur und Walensee, 1 : 50,000, Schwarzdruck. In: Vierteljahrschr. d. Naturf. Ges. Zürich, Jahrg. 51, Taf. VII, und *Eclogæ geol. helv.*, vol. IX, Nr. 3, pl. IV.
1907. **Heim, Arnold, und Oberholzer, J.** Geologische Karte der Gebirge am Walensee, 1 : 25,000. Spezialkarte Nr. 44, publiziert von der schweiz. geol. Kommission, Verlag Francke in Bern; Separat erschienen November 1907. Umfasst das Gebiet des Walensees und des oberen Toggenburgs; aus 6 Siegfriedblättern. Diese Karte bildet die Grundlage zu der vorliegenden Monographie und ist unentbehrlich zum Verständnis des Textes.
1910. **Oberholzer, Jacob, und Heim, Albert.** Geologische Karte der Glarneralpen, 1 : 50,000, Spezialkarte Nr. 50, publiziert von der schweiz. geol. Kommission. *Francke*, Bern.



Besprechung der Literatur.

Ebenso, wie im Literaturverzeichnis nur diejenigen Schriften angeführt sind, die präzise Äusserungen über das Untersuchungsgebiet des Kartenblattes 1:25,000 enthalten, so muss auch hier von einer Besprechung der älteren mehr allgemeinen geologischen Arbeiten abgesehen werden. Es genügt, hier auf die ausgezeichnete geschichtliche Darstellung von *Bernhard Studer*, 1863: „Geschichte der physischen Geographie der Schweiz bis 1815“ hinzuweisen.

Spezielle Angaben über die Geologie der Churfürsten-Mattstockgruppe beginnen eigentlich erst mit dem 19. Jahrhundert. Die Detailbeobachtung ist nun etwa 100 Jahre alt. Innerhalb dieser Zeit sind namentlich die letzten 60 Jahre von grösster Bedeutung für die spezielle Kenntnis des nördlichen Alpenrandes geworden.

1. Die Zeit vor Arnold Escher v. d. Linth.

Vor 1835.

Im Jahr 1808 erschien in Zürich das grosse Werk von *Ebel* „Über den Bau der Erde in dem Alpengebirge“, zwei Bände mit Atlas. Die damalige mangelhafte Detailkenntnis hindert den Autor nicht, sich auch über das Unbekannte auszusprechen. Die nördlichen Alpenketten sind sehr rasch erledigt; sie werden von innen nach aussen numeriert. *Ebel* spricht sich p. 317 darüber aus, dass auch einzelne Ketten untereinander zusammenhängen, „wovon man an der Ostseite des Walensees zwischen Ammon (Amden) und den Kuhfürsten das auffallendste Beispiel sehen kann“. Die Churfürstentumskette wird als dritte Kette mit dem Glärnisch, der Mattstock als vierte mit dem Wiggis in Verbindung gebracht.

Noch im gleichen Jahre, im September 1808 (erschieden 1809), schreibt *Conrad Escher* in Schänis an der Linth (während der Linth-Korrektion) eine scharfe Rezension über das Werk von *Ebel*, worin er p. 332 richtig bemerkt: „nicht er“ (der Glärnisch, „sondern der Rautispitz ist die westliche Fortsetzung der Kuhfürstentumskette“. *Conrad Escher* wirft *Ebel* vor, dass er über so vieles schreibe, was noch nicht spruchreif sei; er selber, der über eine umfassende geognostische Kenntnis der Alpen verfügte, hat ebenso wie später sein Sohn *Arnold* aus zu grosser Bescheidenheit sehr wenig veröffentlicht.

Im ungedruckten Nachlass *Escher von d. Linth*, im eidgenössischen Polytechnikum Zürich aufbewahrt, findet sich eine Abschrift von einer Beschreibung der Aussicht vom Leistkamm (Churfürsten) von 1810: ... „Zur äusseren südfallenden Kette des Graustockes (= Mattstock) gehören Girespitz, Altmann?“ ... „Die zirkelförmige Biegung zwischen erster und zweiter Kreidekette ist sehr auffallend.“ Auf einer Kartenskizze zeichnet er als der erste den Bogen Calanda—Gunzen—Kuhfürsten, der seither bis vor kurzem Gegenstand besonderer Aufmerksamkeit geblieben ist. In einer Panoramazeichnung von der Südseite des Walensees aus hat *Conrad Escher* die C-förmige Biegung im Schrattenkalk am Sichelkamm richtig abgebildet. (*Escher's* Nachlass, Polyt. Zürich.)

1811 sprach sich *C. Escher* auch über die Nagelfluh aus. Er erkannte, dass diese scharf von den Alpen abzutrennen und jünger sei, als die Alpengesteine, dass ferner die Kalksteinformation anscheinend auf der Nagelfluh aufliege. (Vergl. *Studer's* Geschichte der physischen Geographie, p. 596—603.)

Schon ein Jahr früher, 1810, hat *Ebel* in Band IV seiner vortrefflichen „Anleitung, die Schweiz zu bereisen“, einige geognostische Beobachtungen über die Walenseegegend niedergelegt. Über den Kontakt von Kalkstein und Nagelfluh bei Weesen schreibt er im Sinne von *Conrad Escher* (p. 495): „Genau ebenso (WSW-Streichen, Fallen 50°—70° SOS der Nagelfluh) streichen und sinken die Schichten des Kalksteins nach Weesen zu, und also sind diese auf den Nagelfluh gelehnt. Sein unmittelbares Aufliegen kann man hier nicht beobachten, weil zwischen dem sichtbaren Aufhören

des Kalksteins und dem Beginnen des Nagelflues eine Verschüttung ist; vielleicht liesse es sich höher hinauf oder auf der andern Seite auf dem roten Berge beobachten“. Neben dieser schönen Beobachtung spricht *Ebel* an anderer Stelle auch von der „konkaven Biegung der Kalksteinschichten bei Amden und zu den Kuhfirsten hinauf“.

1827 erwähnt *Bernhard Studer* wieder die von *C. Escher* gemachte Beobachtung, „dass das ganze, bogenförmig das Gebiet des Spitzmeilen umgebende, Kalkgebirge der Kuhfirsten, Balfrieser und des Kalanda, erst nördlich, dann nordöstlich, östlich und südöstlich, also immer von dem Inneren des Bogens abfalle, und diese Tatsache möchte mit jener Umbiegung im nahen Zusammenhange stehen“.

Nach dieser Zeit, in der erst vereinzelte Angaben über die Gesamtform des nördlichen Walenseegebietes gemacht wurden, folgt eine neue fruchtbare Zeit der Detailforschung.

2. Arnold Escher v. d. Linth.

Die wenigen Publikationen stehen in gar keinem Verhältnis zu *Arnold Escher's* tiefer Erkenntnis der Nordschweizer Alpen. *Arnold Escher* fand selbst wie sein Vater die meisten seiner Untersuchungen noch viel zu unvollkommen, um sich ein Urteil zu erlauben, und er war sich aus Bescheidenheit seiner wunderbaren, über alle seine Zeitgenossen erhabenen natürlichen Beobachtungsgabe kaum bewusst.

a) Arnold Escher's ungedruckter Nachlass.

In *A. Escher's* Tagebüchern, aufbewahrt im eidgenössischen Polytechnikum Zürich, sind aus den Jahren 1835 bis 1864 die genauesten stratigraphischen und tektonischen Beobachtungen über die Churfürsten-Mattstockgruppe niedergelegt. *Escher* hat viele Jahre lang einen grossen Teil des Sommers mit unermüdlichem Eifer die Churfürsten erforscht; er kannte die Churfürstengruppe so gut wie den Säntis. Das Studium seiner Tagebücher ist sehr mühsam; ganze Partien sind undeutlich mit Bleistift geschrieben.

Die äusserst detaillierten und umfangreichen Aufzeichnungen bis in alle Einzelheiten zu studieren erfordert wochenlange Arbeit. Nachdem meine Naturstudien fast vollendet waren, habe ich die Notizen sorgfältig zu durchgehen gesucht, bin mir aber bewusst, dass ich wohl noch manche Aufzeichnung übersehen habe. Es ist mir nicht möglich geworden, alle Beobachtungen vollständig zu verwerten. *Escher* selber hätte über die Churfürsten nach seinen Aufzeichnungen für seine Zeit ein herrliches Werk schaffen können. Wer aber die Natur nicht aus gründlicher eigener Anschauung kennt, kann die Tagebücher von *Escher* nicht gut verstehen. *Mösch* hat 1881 die *Escher's*chen Aufzeichnungen und gesammelten Petrefakten in ähnlicher Weise wie 1878 für den Säntis verwertet. Allein für *Mösch* bestand die Geologie der Churfürsten in der Hauptsache nur aus Petrefaktenregistern, und die feinen tektonischen und stratigraphischen Beobachtungen sind in den Originalnotizen von *Escher* liegen geblieben.

Mit Freude werde ich oft bei der stratigraphischen und tektonischen Darstellung auf *A. Escher's* Aufzeichnungen und Ansichten zurückkommen. Es sei hier vorerst nur auf einige allgemeinere Fragen Rücksicht genommen.

Arnold Escher hat vor allem eine Stratigraphie der Jura- und Kreideschichtfolge begründet. Alle weiteren Arbeiten gehen von *Escher's* Grundlage aus. Diese Grundlage hat *Escher* weniger durch Publikationen geschaffen, sondern vielmehr dadurch, dass er jedem seine Aufzeichnungen, sein ganzes Wissen zur beliebigen Verwertung hingab und mit Freude als geologischer Alpenführer immer bereit voranging. Bis zur Stunde ist keine monographische Arbeit über die nördlichen Alpenketten gemacht worden, die so detaillierte stratigraphische Aufzeichnungen enthält wie *Arnold Escher's* Originalnotizen. Gleichzeitig hat *Escher* ebenso sehr auf alle tektonischen und geographischen Einzelheiten geachtet. So vielseitig ist in monographischer Rich-

tung seit *Escher* auch ausserhalb der Churfürsten noch kaum beobachtet worden. *Escher* hatte erkannt, dass nicht allgemeine Betrachtungen, sondern die sorgfältigen Einzelbeobachtungen auch über die Gesamtheit die wichtigsten Anhaltspunkte liefern.

Manchmal, als ich die Tagebücher und Skizzen studierte, musste ich beschämt einen Augenblick anhalten — die Aufzeichnungen von *Escher* enthielten oft stratigraphisch mehr als die meinen. Wo ich nun z. B. den Valangienkalk ohne weiteres als solchen erkannte, da zeichnete *Escher* fast überall auf, dass in diesem Kalkstein auch Kieselknollen auftreten. Bei jedem Schrattenkalk achtete *Escher* sorgfältig auf das Vorhandensein oder Fehlen von Orbitolinen.

Über die Stratigraphie des Gaultes hat *Escher* schon vor mehr als 50 Jahren die gleiche Gesteinsfolge aufgestellt, wie sie vor einem Jahr in Beitrag Liefg. 16, p. 328—344 gegeben wurde, und schon hat er gezweifelt, ob er Echinodermenbreccie und Glauconitsandstein trotz des Glauconitgehaltes vielleicht doch in die Apt-Stufe stellen müsse. *Escher* wusste auch schon, dass der flyschartige Mergel mit Bruchstücken von Inoceramenschalen und Foraminiferen der oberen Kreide angehöre; er hatte auch bereits vielerorts die hellen Kalke des Valangien erkannt, die dann später aus Mangel an einer diesbezüglichen Publikation bis 1898 immer wieder mit dem Schrattenkalk verwechselt worden sind.

Allein es bedarf noch einer näheren Betrachtung dieser letzten Frage. Die Entdeckung des Valangien im Säntis und in der Churfürsten-Mattstockgruppe stammt aus den fünfziger Jahren. Die liegenden Kalkfelsen des Kieselkalkes stellt *Escher* am Südostabhang von Goggeien, Stock, am Südhang der hohen Churfürsten von Betlis bis Schwaldis richtig in das Valangien; die genau gleichen Schichten am Mattstock Nordrand lässt er in der einen Zeichnung unbestimmt als „Schrattenkalk ähnlich“, in einer andern vom gleichen Ort stellt er sie in die „Dicerat-Etage“ (= Schrattenkalk). Vom Durchschlägberg steht in einer Zeichnung die Bemerkung: „ist offenbar Pygurgestein“; in der Thurschlucht und am Schindelnberg (Säntis-West) hingegen bleiben die Kalke beim Schrattenkalk. Auf seiner Originalkarte 1:25,000 sind alle tatsächlich älteren Kalke als der Kieselkalk als Schrattenkalk eingetragen, und nur am Nordostabhang des Stocks und am Südabfall der hohen Churfürsten mit der Farbe des Neocoms bezeichnet. Auch spricht hie und da *Escher* in seinen Notizen von Valangienkalk, während er auf einer nebenstehenden Skizze gleichzeitig den Kalk als Schrattenkalk färbt. Wo noch ein Zweifel aufkommen konnte, da war *Escher* zu ängstlich, einen neuen Horizont anzunehmen, um so mehr als dadurch die Tektonik oft schroffer aufgefasst und unbegreiflicher werden musste (vergl. Fig. 1 der Tafel nach p. 16). *Escher* hatte schon genug zu kämpfen für seine Auffassung von den Überschiebungen der Glarner Doppelfalte. Wie schade, dass er aus lauter Gewissenhaftigkeit nicht alle Konsequenzen aus seinen Spezialstudien gezogen hat. Um ja nicht zu übertreiben, hat er überall die Faltenlinien so sanft als möglich gezeichnet (vergl. Fig. 1), ja oft der Natur widersprechend abgeflaut. Hatte *Arnold Escher* selbst seine Untersuchungen, auch wenn sie ihm selber nicht vollständig genug erschienen sind, veröffentlicht, hätte er ferner alle Konsequenzen aus seinen stratigraphischen und tektonischen Spezialstudien gezogen und die tektonischen Linien erbarmungslos gezeichnet, so wären wahrlich die neuen Resultate der Alpenüberfaltung schon einige Jahrzehnte früher zum Durchbruch gelangt. *Escher* wäre sicherlich einer der ersten Anhänger der Überfaltungstheorie geworden.

Einige Beispiele mögen das Gesagte bezeugen. Bei Betlis kannte *Escher* die gewaltige Überschiebung von Valangien auf Flysch ohne verkehrte Schichtfolge dazwischen. Am Pragelpass beobachtete er 1868¹⁾, dass „an dessen Nordseite Nord fallendes Eocän durch ebenfalls Nord fallendes Neocom überhöht ist“ und wirft die Frage auf, ob „eine überkippte Mulde mit Verdrückung einiger Kreidestufen anzunehmen sei, oder eine Überschiebung“. In Anmerkung steht: „Diese Frage ist seither durch genaue Untersuchungen des Herrn *Mösch* zugunsten der Muldenannahme erledigt worden“. Damit war die Annahme einer Überschiebung für *Escher* selbst abgetan. So erging es noch mancher trefflichen Beobachtung *Escher's*, die er später selber verliess, weil er dachte, der

¹⁾ *A. Escher v. d. Linth*: Profil der Schichten zwischen Pragelpass und Iberg, Referat über einen Vortrag. Verh. d. schweiz. naturf. Ges. 1868, p. 61.

Jüngere werde das Richtigere getroffen haben¹⁾. Ein weiteres Beispiel mag noch vom Glärnisch erwähnt werden. In seinen Notizen (Bd. III, 2738) zeichnet und beschreibt *Arnold Escher* ein stratigraphisches Profil von Guppen. Er notiert im oberen Neocom (Drusbergsschichten) „grosse *Exogyra Couloni* mit nicht scharfem Rücken“; unter dem Kieselkalk folgt „Valangien mit *Pygurus rostratus* und feinkörnige Kalke mit bis $\frac{1}{2}$ Zoll langen häufigen Kieselknollen“. Endlich erst darunter folgen die Mergel mit „*Exogyra Couloni* klein“. Und diese Aufzeichnungen stammen von 1844! Später, 1873, hat *Baltzer*²⁾ den Kieselkalk als ältestes Kreideglied aufgefasst und die von Escher unterschiedenen älteren Horizonte mit denjenigen ähnlicher Fazies im Ober-Neocom und Urgon verwechselt. An Stelle der Überschiebungen ohne verkehrte Schichtlage, wie sie aus *Escher's* Notizen hervorgehen, sind nun repetierte Falten konstruiert worden. Die gleichen Verwechslungen sind auch in den spätern Arbeiten von *C. Mösch*³⁾, *Alb. Heim*⁴⁾ und *C. Burckhardt*⁵⁾ stehen geblieben, bis 1898 *Rothpletz*⁶⁾, ohne die *Escher's*chen Manuskriptnotizen zu kennen, die richtige Lösung der stratigraphischen Schichtreihe wieder neu ergründet hat. Die gleichen Beobachtungen werden durch die neuesten Spezialaufnahmen von *J. Oberholzer*⁷⁾, *Samuel Blumer*⁸⁾ und mir bestätigt. Was als neueste Errungenschaft gilt, ist schon vor 50 Jahren von *Arnold Escher* erkannt, aber mit seinem Tode zum grossen Teil begraben worden.

Auf dem Gebiete der Alpentektonik, besonders der mechanischen Erscheinungen, der Dynamometamorphose⁹⁾, hat *Escher* die Grundlage geschaffen. Wir anerkennen alle ohne Ausnahme *Arnold Escher* v. d. Linth als den objektivsten, selbstlosesten Forscher; aber mancher ist sich nicht in vollem Umfange bewusst, inwiefern auch er indirekt *Escher's* Schüler ist.

b) Arnold Escher's Publikationen.

Vergeblich suchen wir nach einer grösseren Schrift über die nordschweizerischen Alpen aus des Meisters eigener Hand. Die grösste und so hervorragende Arbeit stammt aus seiner früheren Zeit und trägt den bescheidenen Titel: „Geologische Bemerkungen über das nördliche Vorarlberg und einige angrenzenden Gegenden“. Es ist hier nicht der Ort, über die herrlichen Beobachtungen und natürlichen Auffassungen in dieser Arbeit zu referieren. Einige allgemeine Bemerkungen über die Mattstockgruppe lassen sich besser an die später folgenden Betrachtungen anknüpfen.

Von den übrigen zwei Veröffentlichungen, die hier in Frage kommen, trifft die erste 1846 unser engeres Gebiet nur mit einer Profilskizze durch den Mattstock und Speer; die zweite 1857 scheint nur ein nicht von *Escher* selbst geschriebenes Referat über einen Vortrag in der Versammlung der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft in Trogen zu sein. Es werden in der normalen Schichtreihe im Säntis und den Churfürsten von unten nach oben unterschieden:

.....

- „d) schwarzblauer Kalk, vertritt den weissen Jura;
- e) oolitische und darüber quarzförmige Kalksteine 100 Fuss mächtig, mit *Pygurus rostratus*, sind als unterste Kreidebildung wohl mit dem Valangien zu parallelisieren;
- f) darüber erscheint kieseliger Kalk mit *Toxaster Sentisianus*, dann knolliger Kalk und Mergel mit *Toxaster Brunneri*;
- g) Schrattenkalk als Äquivalent des Urgonien und Aptien, keilt sich östlich am Alvier aus.“ Usw.

¹⁾ Vergl. z. B. *Alb. Heim*: Über das Eisenerz am Gonzen. Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich 1900.

²⁾ *A. Baltzer*: Der Glärnisch, ein Problem alpinen Gebirgsbaues. Zürich 1873, p. 25, Profiltafel.

³⁾ 1881 (siehe Verzeichnis), p. 89 und 99.

⁴⁾ *Alb. Heim*: Geologie der Hochalpen zwischen Reuss und Rhein, 1891. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, Profil 8.

⁵⁾ *C. Burckhardt*: 1893 und 1896 (siehe Verzeichnis).

⁶⁾ *A. Rothpletz*: Das geotektonische Problem der Glarneralpen, p. 59—68.

⁷⁾ *J. Oberholzer*: Überfaltungsdecken. Eclogæ geol. Helv. 1908.

⁸⁾ Persönliche Mitteilungen.

⁹⁾ *Arnold Escher v. d. Linth*: Geologische Bemerkungen über das nördliche Vorarlberg usw. 1853, p. 31.

Der untere Teil dieser Schichtreihe ist wohl oberhalb Quinten beobachtet worden und stimmt dann sehr genau. Es ist schade, dass diese kurzen Bemerkungen über das Valangien so wenig beachtet worden sind.

1853 haben *Studer* und *Escher* die geologische Übersichtskarte der Schweiz 1 : 380,000 veröffentlicht. Die zweite Auflage von 1867, deren nordöstlicher Teil ganz von *Escher* bearbeitet worden ist, bietet heute noch die beste allgemeine Übersicht über die Beziehungen der schweizerischen und Vorarlberger Kalkalpen.

3. Die übrigen Veröffentlichungen zu Arnold Escher's Zeit.

1850—1870.

Was in dieser Zeit über die Gebirge nördlich des Walenseetales, oder über nordschweizerische Kreidestratigraphie überhaupt geschrieben worden ist, hat seinen Ursprung von *Arnold Escher*. Das war gerade *Escher's* Freude, als Führer in die Alpen zu gehen und seine Worte und Aufzeichnungen von andern verwertet zu sehen. *Mösch* bemerkt 1872 in seinem Vorwort: „Es geht mir oft wie Herrn Prof. *Studer*, der von seiner Geologie der Schweiz sagt, er wisse oft selbst nicht, welche Beobachtungen seine oder *Escher's* Eigentum seien!“

Was über die nordostschweizerischen Kalkalpen, speziell über die Churfürsten-Mattstockgruppe in den Beschreibungen von *Murchison*, *Studer*, *Deicke* gesagt wird, ist in der Tat „*Escher's* Eigentum“. Die Angaben in *Studer's* Geologie der Schweiz scheint *Escher* selbst geschrieben zu haben; in *Murchison* und *Deicke* haben hingegen *Escher's* Angaben durch zweite Hand an Genauigkeit eingebüsst.

In dem Werk: Über den Gebirgsbau in den Alpen, Apenninen und Karpathen, 1850, spricht *R. J. Murchison* p. 92 wieder „von der grossen Ellipsoide von Glarus und Graubünden“. „Ich untersuchte das Phänomen am nordöstlichen Teil der äusseren Zone dieser grossen Ellipsoide gemeinschaftlich mit *Escher* in den Umgebungen des Wallenstadtersees. Die Hauptantiklinal- und Synklinallinien richten sich nach der allgemeinen Achse der Kette (gemeint Nordost), sämtliche Felsgebilde des verschiedensten Alters hingegen, von den jurassischen Schichten bis zu den nummulitischen und dem Flysch einschliesslich biegen sich nach SO und S nach dem östlichen Ende des Wallenstadtersees und in das Rheintal bei Sargans. Die Gesteine biegen sich um das Ende der Ellipsoide herum“.

In *Studer's* Geologie der Schweiz, 1853, findet sich auf p. 193 ein Profil von *Escher* durch Säntis und Churfürsten über Lösis-Walenstadt. Soweit das Profil die Churfürsten betrifft, ist es im ganzen richtig. Die Schichtreihe liegt einfach und normal vom Dogger bis zur obersten Kreide, und „die schwarzen, körnigen Kalksteine mit Quarzkörnern (= Dogger bei Walenstadt) zeigen sich in ihrer vollen Mächtigkeit“. Weitere Bemerkungen über dieses Werk werden in späteren Abschnitten folgen.

In die Zeit *Arnold Escher's* fallen noch zwei bedeutende stratigraphische Arbeiten, die aber die Churfürsten-Mattstockgruppe nur streifen.

Die erstere, von *F. J. Kaufmann*, 1860, ist eine hervorragende Untersuchung über die subalpine Molasse, die an Genauigkeit der Darstellung und Klarheit der Gedanken manche spätere Arbeit über den gleichen Gegenstand, ähnlich wie *Escher's* Vorarlberg, weit überragt. *Kaufmann's* Profil XV durchschneidet den Speer.

Die zweite, von *J. Bachmann*, „Über die Juraformation im Kt. Glarus“, bietet die Grundlage für die Jurastratigraphie der nordschweizerischen Alpen; auch für die Churfürsten wird auf *Bachmann's* Einteilung aufgebaut. Petrefakten aus der Gegend von Walenstadt sind an verschiedenen Stellen zitiert. Auch diese Arbeit ist zum grossen Teil „*Escher's* Eigentum“.

Im gleichen Jahre ist von *Bachmann* eine sehr wertvolle Arbeit über exotische Blöcke im Flysch erschienen, welche auch die von *Escher* gefundenen kristallinen Blöcke der Amdener-

Wildhausergegend bespricht. Das Profil III vom Leistkamm zum Gulmen ist gegenüber den *Escher*-schen Aufzeichnungen sehr ungenau, erfüllt aber seinen Zweck, um zu zeigen, dass die exotischen Blöcke von Amden und der „Berglittenstein“ bei Grabs nicht von unten durch die Kreide heraufgestossen sein können.

4. Die neuere Zeit.

1870—1898.

Bei der Besprechung der Literatur dieser neueren, literaturreichen Zeit kann an dieser Stelle nur noch auf die Hauptpunkte hingewiesen werden. Die Einzelheiten sollen aber so gut wie möglich im speziellen Teil dieser Monographie berücksichtigt werden.

a) Die neueren Karten des Gebietes.

Arnold Escher starb am 12. Juli 1872. Er konnte seine vorbereiteten Karten des Säntis und der Churfürsten nicht mehr selber vollenden. Während *Desor* 1874 im Auftrage der schweizerischen geologischen Kommission die Herausgabe der Säntiskarte 1:25,000 besorgte, blieb die nicht weniger unvollständige Karte der Churfürsten unberührt, bis dann 1875 das von *Mösch* revidierte Blatt IX des Siegfriedatlas 1:100,000 erschien¹⁾. Dies ist bis jetzt die einzige detaillierte Karte der Churfürsten geblieben. Meine detaillierte Neuaufnahme hat namentlich in der Mattstockgruppe und am Südabhang der Churfürsten wesentliche Änderungen ergeben, während die Nordseite des Churfürstenrückens im Prinzip vollständig richtig dargestellt ist. Später sind noch zwei Karten der Walenseeegend erschienen, diejenige in 1:50,000 von *C. Burckhardt* 1893 für die Mattstockgruppe, ferner 1898 eine tektonische Kartenskizze 1:100,000 von *A. Rothpletz*. Die letztere zeigt gegenüber Dufourblatt IX in bezug auf das Eocän ob Quinten eine Verbesserung, ohne ausser Einzeichnung von Brüchen die Einzelheiten zu bereichern. Die erstere enthält, dem grösseren Massstab entsprechend, mehr Einzelheiten und gibt ein richtigeres Bild als Blatt IX, ist aber sehr schematisch gehalten und enthält viele Verwechslungen der Stufen. Die Originalkarte 1:25,000 von *Arnold Escher* ist in vielen Beziehungen richtiger (Mattstock SE, Ostende Durschlägiberg, Weesen, Fli, Stock) als die neue Karte von *Burckhardt*.

b) Die übrigen Publikationen.

Die Arbeit von *C. Mösch* „Der Jura in den Alpen der Ostschweiz“ 1872 hat viel Aufsehen erregt. Gegenüber *Bachmann* 1863 stellt *Mösch* längere Petrefaktenregister auf. Neu ist z. T. die Parallelisierung der Stufen der Alpen mit denen des Juragebirges, die *Mösch* sehr genau kannte. Die neu aufgestellte „alpinische Stufe“ scheint mir eine Verschlimmbesserung zu sein, indem darin, wie *Vacek*²⁾ und später *Mösch*³⁾ selbst gezeigt haben, der oberste Jura (Portlandien) und die unterste Kreide (Berriasien) inklusive der sogenannte „Diphyakalk“ (später richtiger genannt Diphyoideskalk) trotz der völlig verschiedenen Sedimentbildung zusammengeworfen worden sind. Vor kritikloser stratigraphischer Verwertung der Petrefaktenregister von *Mösch* muss sehr gewarnt werden. *Mösch* hat nicht nur diejenigen Petrefakten bestimmt, deren Erhaltungszustand eine sichere Bestimmung erlaubte. Aus der Gegend von Quinten und Walenstadt sind eine Menge von Petrefakten von Stellen angegeben, wo diese nicht herkommen können. So zitiert *Mösch* z. B. p. 30 Petrefakten der „Diphyakalk“ von Quinten, von westlich von Quinten, von Kleingand östlich Quinten, von Staad bei Walenstadt, wo überhaupt in der ganzen Gegend keine „Dipha-

¹⁾ Vergl. darüber die Einleitung zum „Säntisgebirge“ von *Alb. Heim*, Beitr. z. geol. Karte der Schweiz, 1906, p. 6 und 7.

²⁾ Über die Vorarlberger Kreide 1879.

³⁾ z. B. 1881, p. 92.

kalke“ (Diphyoideskalke) vorkommen. Auch diejenigen Petrefakten, die richtig bestimmt sein mögen, sind meist mit so ungenauen Ortsangaben versehen, dass der genauere Horizont, aus dem die betreffenden Petrefakten stammen, nicht wieder ermittelt werden kann. Es wäre ganz verfehlt, auf ein Vorkommen gewisser Versteinerungen in verschiedenen Stufen oder verschiedener Versteinerungen in der gleichen Stufe aus *Mösch's* Petrefaktenlisten zu schliessen. Meist stammen die Petrefakten aus Gehängeschutt, und es darf da nicht verwundern, wenn ein *Perisphinctes Richteri* u. dgl. in einem Diphyakalk (*Mösch* l. c., p. 31) auftreten sollen. Es wäre ebenso verfehlt, daraus schliessen zu wollen, der Diphyakalk sei Portlandien, wie *Perisphinctes Richteri* steige in den Diphyakalk hinauf. Eine genauere Fixierung der Horizonte ist in den meisten Fällen aus *Mösch's* Petrefaktenlisten nicht möglich. Auch war *Mösch's* Petrefaktenliebe grösser als die Wahrheitsliebe¹⁾. Es giebt heute noch kein besseres Mittel zur Förderung der Stratigraphie, als wieder nach *Escher's* Methode Schicht um Schicht abzusuchen, zu zeichnen, und zur genauen Fixierung des Niveaus die Petrefakten in die Zeichnung einzutragen.

Bei dieser Gelegenheit soll auch die einzige einheitliche Arbeit über die Churfürsten-Mattstockgruppe, die erschienen ist: „Geologische Beschreibung der Kalkstein- und Schiefergebirge der Kantone St. Gallen, Appenzell und Glarus. von *C. Mösch*, 1881, kurz besprochen werden. Der zweite Hauptteil handelt über „Die Churfürsten-Alvier-Gonzengruppe“. In dem Abschnitt A: „Die Formationen und deren Paläontologie“ ist für jede Stufe zuerst die Verbreitung angegeben, und damit *Escher's* Originalkarte und Blatt IX in Worte übersetzt. Darauf folgen jeweils erstaunlich lange Petrefaktenregister. Es besteht kein Zweifel, dass *Mösch* ein ganz ungewöhnlicher Petrefaktenfinder war. Aber mir scheint, dass der grösste Teil der ganzen Arbeit wertlos sei. Was kann eine vier gedrängte Seiten lange Petrefaktenliste²⁾ des „Neocom“ dienen, in der die Petrefakten aus Drusbergschichten, Altmannschichten, Echinodermenbreccie, Kieselkalk und Valangien miteinander unzertrennbar vermischt sind? Gleiches gilt vom Gault und zum grossen Teil auch von allen übrigen Stufen. Ein prinzipieller Fehler liegt auch darin, dass *Mösch* statt das stratigraphische Niveau einer Schichtbildung durch Petrefakten zu ergründen, die Petrefaktenlisten nach Petrefaktenhorizonten aus den verschiedensten Sedimentbildungen zusammengruppiert. So stellt er z. B. p. 123 Petrefakten zusammen aus dem „tieferen Parkinsonihorizont“, dem „Opalinushorizont“ usw., in denen sich Petrefakten verschiedener Niveaux und von den verschiedensten Fundstellen vorfinden, statt dass er jeweils an bestimmten Stellen aus den Petrefakten diese Horizonte ermittelt hätte. Genaue Fundortsangaben fehlen; auch fehlen meist die Schlüsse, die aus den Petrefakten gezogen werden sollten, sowie die Angabe der sonst für diese bezeichnenden Unterstufen. Nur für die Gegend von Quinten lässt sich die genaue Fundstelle ermitteln; richtige Bestimmung vorausgesetzt, sind diese Angaben sehr wertvoll (p. 99—101). Im übrigen aber trifft man eine Menge von Ungenauigkeiten und Fehlern, auf die ich auch im speziellen Teil nicht eintreten kann. Wie glückliche Inseln ragen einzelne detaillierte Aufzeichnungen aus *Escher's* Tagebüchern aus den unzuverlässigen und sinnlosen Aufzählungen hervor (p. 76, 77, 82, 89).

Im Abschnitt B, p. 128, behandelt *Mösch* den Gebirgsbau sehr kurz, indem er die Profile seiner Taf. I, Fig. 1—7, in Worte übersetzt. Die Profile sind grösstenteils ohne genügende Kenntnis der Natur und ohne Verständnis aus *Escher's* Einzelnotizen zusammengestellt. *Mösch* scheint im Interesse des Petrefaktensammelns nur einzelne Aufschlüsse besucht zu haben. Über das Profil 3, das durch den Mattstock, den Kapf und den wunderbaren Überschiebungskontakt von Betlis zieht, steht p. 130: „Im darunter (= unter dem Kapf) auftretenden 480 m³⁾ mächtigen Neocom macht sich aber die Biegung gegen den See bereits bemerkbar⁴⁾“. „Es ist sehr zu bedauern, dass der nördliche Urgonschenkel dieser Mulde⁵⁾ sowohl hier wie im folgenden Profile unter Schutthalde versteckt liegt,

¹⁾ Vergl. darüber *Alb. Heim*: Über das Eisenerz am Gonzen. Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich, 1900, p. 187—191; ferner *Alb. Heim*: Säntisgebirge. Beitr. z. geol. Karte der Schweiz, Liefg. 16, p. 5—6.

²⁾ *Mösch* 1881, p. 85—89.

³⁾ Das Neocom ist dort ca. 200 m mächtig.

⁴⁾ Existiert in Wirklichkeit nicht.

⁵⁾ In Wirklichkeit Überschiebung ohne Mulde.

und erst weiter östlich durch sein Auftreten beweist, dass die Profilzeichnung möglichst die wahren tatsächlichen Verhältnisse vor Augen führen und nicht bloss auf Supposition beruhen.“ *Mösch* war, wie er selbst ausgesprochen haben soll, die Tektonik gleichgiltig. Während in stratigraphischer Hinsicht im speziellen Teil hie und da auf *Mösch* zurückgegriffen werden wird, lohnt es sich nicht, dessen Tektonik weiter im Detail zu berücksichtigen. Von Petrefakten können in dieser Monographie nur diejenigen wenigen angeführt werden, deren Fundort genau bestimmt werden kann.

Unterdessen hat in ganz anderer Richtung *A. Gutzwiller* 1873 eine vortreffliche Arbeit über „Das Verbreitungsgebiet des Säntisgletschers zur Eiszeit“ veröffentlicht und später 1877 in einigen Punkten vervollständigt und verbessert.

„Der Mechanismus der Gebirgsbildung“ 1878 von *Albert Heim* erzeugte von seiten *Rothpletz*, *Vacek*, *Diener* usw. heftige Streitschriften. Der Hauptkampfplatz ist das Glarnerland, während die Churfürstengruppe nur gestreift wird. 1883 erklärt *A. Rothpletz* das Walenseetal (p. 159, 175) durch eine Verwerfungsspalte, die auf einer Kartenskizze dem nördlichen Walenseeufers entlang gezeichnet wird; „dazu tritt dann noch oberhalb Quinten eine dem See parallel verlaufende nicht unbedeutende Versenkung, die man zwar als ausgequetschte Faltenbildung zu deuten versucht hat, die aber gewiss nur eine gewöhnliche Verwerfung ist“. Da *Rothpletz* diese Quintener Verwerfung in seiner neuen viel eingehenderen Publikation 1898 fallen lässt, so bleibt mir nur noch übrig, im speziellen Teile auf den in seinem Profil III gezeichneten Grabenbruch des Walensees einzutreten. Die Quintenerverwerfung wird 1891 auch wieder von *C. Diener* (p. 78), ohne eigene Kenntnis der betreffenden Stelle erörtert, und ebenso ohne Begründung der Walensee wieder als Grabenversenkung hingestellt (p. 79). Dem entgegnet im gleichen Jahre 1891 *Albert Heim* (p. 149—152).

Die Hauptarbeit über die Mattstockgruppe ist die bekannte „Contactzone von Kreide und Tertiär am Nordrande der Schweizeralpen“ von *C. Burckhardt*, die 1893 in den „Beiträgen“ erschienen ist. Sie enthält eine geologische Karte 1 : 50,000 (vergl. p. 12) und eine grosse Zahl von Profilen und Ansichten. Es ist schwierig, über diese Arbeit ein objektives Bild zu entwerfen. Die in dieser Monographie zu behandelnden tektonischen Resultate stimmen in den meisten Fällen mit *Burckhardt's* Ableitungen nicht überein. Ein Rundgang um den Mattstock lehrt, dass *Burckhardt's* Profile keineswegs richtig sein können. Die Arbeit ist eine Erstlingsarbeit (Dissertation). Der Hauptfehler liegt darin, dass *Burckhardt* ohne genügende Kenntnis der stratigraphischen Schichtfolge die Tektonik des Alpenrandes vom Bodensee bis zum Thunersee in einem Sommer ergründen wollte. Überall hält *Burckhardt* den Valangienkalk für unzweifelhaften Schrattenkalk, wo *Escher* schon 40 Jahre früher das Valangienalter begründet hat (z. B. Stock, Goggeien, Mattstock SE). Die Valangienmergel werden meistens als oberstes Neocom aufgefasst, aber auch als Gault (Stock, Mattstock N), später 1896 auch als Londinien. Am Mattstock SW (Furggle) tritt auch Flysch an Stelle von Oberneocom, am Stock umgekehrt Oberneocom an Stelle von „Flysch“ (Senon). Dadurch musste auch statt der von *Escher*¹⁾ klar beobachteten zwei Gewölbe des Mattstocks ein drittes hinzukonstruiert werden. Selbst wenn man alle Kalken als Schrattenkalk ansprechen dürfte, so wäre es doch bei objektiver Betrachtung schon rein geometrisch unmöglich, „in schönster Weise“ zu sehen, „wie das südöstliche Gewölbe am Ostende des Mattstock unter den Flysch hinabtaucht“ (p. 44) oder die Flifalte als Fortsetzung des Durchschlägiberges zu betrachten. Die Überschiebungshypothese von *Schardt* wurde durch diese Arbeit von *Burckhardt* zum Stocken gebracht, bis 1898 *A. Rothpletz* eine Kritik veröffentlichte. Aber daneben dürfen wir nicht vergessen, dass die Untersuchung *Burckhardt's* eine Menge von Neuerungen gebracht, und im besonderen einen tektonischen Einblick in den Alpenrand von der Thur bis zur Sihl ermöglicht hat. Wenn die Originalkarte von *Arnold Escher* in mancher Hinsicht richtiger ist (Stock, Mattstock, Ostende Durchschlägiberg, Fli, Kapfenberg) und daneben die Fehler *Escher's* wiedergegeben sind (Gulmen), so hat doch der Goggeien eine bedeutende Verbesserung in Karte und Profilen erfahren. Besonders wertvoll sind die vielen Ansichtsskizzen und die Spezialkärtchen, ohne die z. B. die Erscheinungen der Längszerreissung (*Lugeon*) nicht so rasch hätten festgestellt werden können.

¹⁾ Abgebildet in *Mösch*, 1881, Profil 3, Taf. I.

An dieser Stelle sei auch dankbar der prächtigen und in vielen Beziehungen grundlegenden späteren Arbeit *Burckhardt's* von 1896 gedacht, ohne die der jetzige Stand der Kenntnis der nord-schweizerischen Kreidealpen kaum denkbar wäre.

Der Aufsatz von *A. Ludwig* 1894 „In der Churfürsten-Alviergruppe“ bringt wenig neue Tatsachen. Die spätere botanische Arbeit 1901 von *Baumgartner* enthält 6 geologische Profile durch die Churfürsten. Fig. 1, 4, 5 sind neu zusammengestellte Missbildungen; die übrigen, Fig. 2, 3, 6 sind ohne Erwähnung nach *Mösch* 1881 kopiert.

5. Die neueste Zeit.

1898—1906.

Es ist die Zeit der Überschiebungen und Überfaltungen. Den ersten Anstoss gab *M. Bertrand* 1884, indem er aus dem „Mechanismus der Gebirgsbildung“ von *Albert Heim* auf eine einheitliche Verrucanodecke der Glarneralpen schloss, und das Eocänband Wiggis-Näfels-Betlis-Churfürsten als die nördliche Grenze der allochthonen Glarnermasse betrachtete. Der energische Neubegründer der Überfaltungstheorie ist *Schardt*, und nicht mit Unrecht spricht *Steinmann* von der „*Schardt'schen* Überfaltungstheorie“¹⁾. Wie eine unaufhaltbare Transgression sind die neuen Ideen trotz grossem Widerstand nach Osten vorgerückt; sie beherrschen schon Frankreich und die ganze Schweiz und stehen vor Wien im Einzug.

In der Glarnergegend hat *A. Rothpletz* 1898 zuerst die Bedeutung der horizontalen Überschiebungen erkannt. Sein „Geotektonisches Problem der Glarneralpen“ ist zugleich die dritte umfangreichere Arbeit, die die Churfürsten-Mattstockgruppe betrifft. Die Erkenntnis der Valangienstratigraphie ging Hand in Hand mit der tektonischen Veränderung. Mir scheint die von Rothpletz 1898 gegebene Auffassung der Jura-Valangien-schichtreihe vom Glärnisch-Guppen (p. 61) die bis dahin einzig richtige Deutung zu sein. Auch für den Wiggis, Durschlägißberg, Mattstock und den Südabhang der westlichen Churfürsten stellt *Rothpletz* fest, dass das dort tiefste Kreideglied Valangien ist, und eine verkehrte Schichtfolge im Gegensatz zu den früheren Publikationen von *Baltzer*, *Mösch*, *Burckhardt*, nicht vorliegt. Auf Grund dieser richtigen Erkenntnis schreitet *Rothpletz* aber weiter zu der ganz irrtümlichen Meinung: „Die grossen Überschiebungen unseres Gebietes sind keine Faltenverwerfungen, und verquetschte oder ausgewalzte Mittelschenkel kommen nicht vor“ (p. 247). Schade ist, dass in den Petrefaktenlisten die von *Mösch* 1881 zitierten Petrefakten mit besserem untermischt sind.

Rothpletz konstatiert eine Überschiebung von Valangien auf Eocän und verfolgt diese vom Mattstock und Durschlägißberg bis nach Walenstadt. So wertvoll nun aber das Werk von *Rothpletz* für denjenigen ist, der die Darstellungen aus eigener Naturanschauung kritisch zu beurteilen vermag, so gefährlich ist das Studium für den Wortgläubigen. Die trefflichsten neuen Ableitungen sind vermischt mit vielen als Tatsachen hingestellten verfehlten Behauptungen. Zu den meist richtig beobachteten, aber unrichtig gedeuteten Überschiebungen gesellt sich ein ganzes Netz von „Grabenbrüchen“ und „Verwerfungsspalten“, deren Existenz nur behauptet, nicht bewiesen wird. Wo *Rothpletz* ein kleines Brüchlein von wenigen Metern Sprunghöhe sieht, da verlängert er in Karte und Profilen ohne Bedenken den Bruch auf viele Kilometer Distanz. So zeichnet er z. B. den Bruch am Durschlägißberg volle 7 km weiter nach ENE, obwohl der Bruch schon nach weniger als einem halben Kilometer aufhört. In gleicher Weise wird ein Längsbruch am Nordfuss des Leistkamm mit einem unbedeutenden Bruch 6 km weiter südwestlich bei Betlis verbunden. Die allergrössten Brüche aber, wie die sog. „Verwerfungsspalten“ des Linth- und Walenseetales verlaufen unter Schutt oder unter dem Seespiegel. Trotzdem ich mich einer objektiven Beobachtung

¹⁾ *G. Steinmann*: Geologische Beobachtungen in den Alpen. Ber. d. naturf. Ges. Freiburg i. B., 1906.

bemüht habe, bin ich bis jetzt noch nicht einer auch nur wahrscheinlichen solchen „Verwerfungsspalte“ begegnet. Die Profile von *Rothpletz* sehen steif und zerhackt aus. So sieht aber nur die Zeichnung aus; die Natur ist viel geschmeidiger. Es erfordert stets die geringere Abstraktion zwei ungleichhohe Punkte einer Schicht durch eine Verwerfung als durch Faltung verbunden zu denken.

Am allerleichtesten zerfällt die Walensee-Spaltenverwerfung in *Rothpletz's* eignen Profilen durch den Nachweis, dass die Churfiristengipfel nicht der „Glarner-Überschiebung“, sondern der viel höheren Säntisdecke angehören, und die Quintengegend nicht „basales Gebirg“ ist, sondern der „Mürtschendecke“ entspricht ¹⁾. Die Ansicht, dass die tieferen „Schubmassen“ von Osten, die höheren von N und NW herzuleiten seien, wird wohl *Rothpletz* heute kaum mehr festhalten können. Auf die prinzipiellen Verwechselungen von Verwerfung und Schichtenreduktion durch Quetschung am Mattstock und Gulmen werde ich bei der speziellen tektonischen Beschreibung eintreten ²⁾.

In den beiden späteren Arbeiten von *A. Rothpletz* 1900 und 1902, welche die Churfiristengruppe noch an einigen Stellen berühren, sind die Ansichten von 1898 unverändert geblieben. 1900 glaubt aber *Rothpletz* die „Tatsche“ gefunden zu haben, dass die Glarner Schubmasse, wozu er die Churfiristen stellt, in der unteren rätschen Gebirgsmasse der Splügener Kalkberge im Süden „ganz bestimmt“ fortsetzt!

Die irrtümlichen Ableitungen von *Rothpletz* hat *M. Lugeon* 1902 in seiner berühmten Schrift „Les grandes nappes de recouvrement usw.“ gänzlich umgestellt, das gute davon verwertet, die bisher von *Bertrand* und *Schardt* ausgesprochenen Ansichten weiter ausgebaut, und damit eine klare und logische Übersicht über die ganze grossartige Überfaltung der Schweizeralpen geschaffen. Während *Rothpletz* 1898 schon sehr scharf auf die grossen Faziesdifferenzen von Lias und Dogger in den Glarnerüberschiebungen geachtet, diejenigen der Kreide aber fast ganz überschen hat, verwertet nun *Lugeon* alle bisherigen Beobachtungen über die Faziesdifferenzen der Kreidestufen innerhalb der einzelnen Decken, die er nun im Sinne von *Albert Heim* nicht als Bruchüberschiebungen von verschiedenen Himmelsrichtungen her, sondern als Faltenüberschiebungen (Überfaltungsdecken) einheitlich aus Süden und Südosten herleitet. Von nun an wird die untere Schichtreihe der Churfiristen, das „basale Gebirg“ von *Rothpletz*, ebenso als überschoben aufgefasst, und das erfundene Hackwerk von Grabenbrüchen und Verwerfungsspalten ist wieder ausgeglättet.

Auch wenn durch die seitherigen ausgedehnten Detailbeobachtungen im Walensee- und Linthgebiet manche Einzelheit modifiziert worden ist, so ist doch *Lugeon* in wunderbarer Weise der grosse Wurf gelungen. Seine Überfaltungslehre ist nach anfänglich heftigem Widerstand heute von allen schweizerischen Alpengeologen angenommen.

Die neuesten Arbeiten seit 1905, die im Literaturverzeichnis aufgeführt sind, sollen im speziellen Teil dieser Arbeit berücksichtigt werden. Es sind zum grossen Teil Vorarbeiten für diese Monographie, Ergebnisse, die aus dem speziellen Studium der Churfiristen-Mattstockgruppe hervorgegangen sind und vergleichende Ausblicke geben über die nördlichen Schweizeralpen im allgemeinen, denen sich die Churfiristen-Mattstockgruppe als eines der schönsten Gebiete einfügt. Die Walenseckarte 1:25,000, die 1907 erschienen ist, bildet zu dieser Monographie die unentbehrliche Grundlage.

Einzelne Fehlgriffe, die in meinen Vorarbeiten enthalten sind, sollen im speziellen Teil dieser Monographie berichtigt werden.

Unsere Erkenntnis der Natur pendelt unregelmässig, doch in immer kleineren Schwingungen an der Wahrheit vorbei.

Wir sind heute schon weit von *Arnold Escher* entfernt. Die grossen Züge des Alpenbaues der Nordschweiz sind gegeben; wir stehen auf überschobenem Boden. Man möchte eilig weiter-schweifen und alles im grossen sehen. Doch mir scheint, dass es jetzt an der Zeit sei, wieder

¹⁾ Vergl. *Arnold Heim* 1905.

²⁾ Vergl. *Arnold Heim* 1906, Erscheinungen der Längszerreissung.

NW

SE

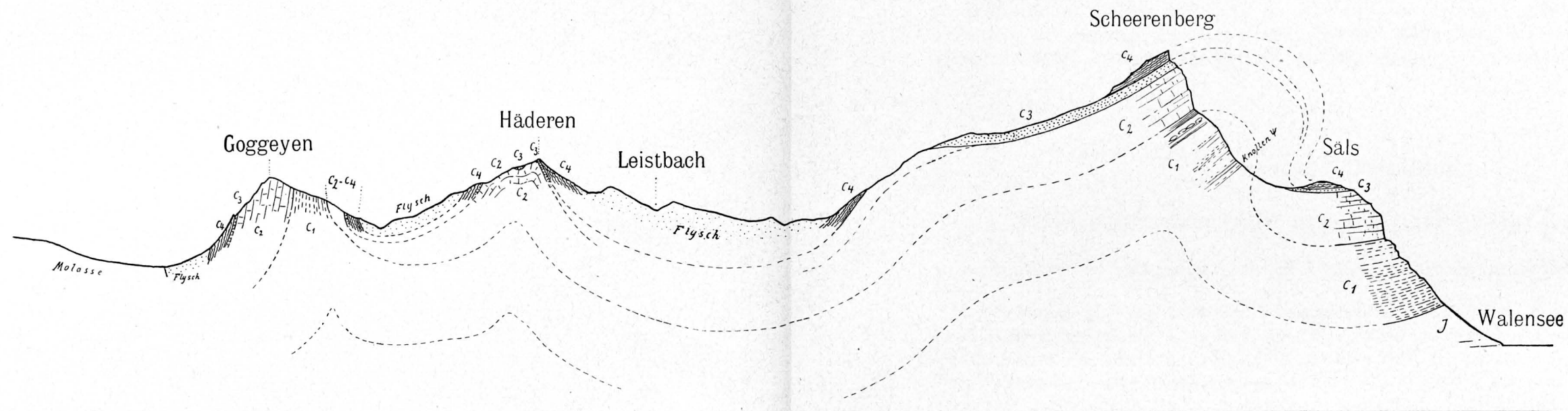


Fig. 1. Profil von Arnold Escher v. d. Linth durch Churfirsten, Häderenberg, Goggeyen.

Aus seinem ungedruckten schriftlichen Nachlass kopiert. 1 : 55,000.

c_1 = Neocom, c_2 = Schrattenkalk, c_3 = Gault, c_4 = Seewerkalk.

W

E

Nagelfluhgebirge

Mattstock-Gruppe

Churfirsten-Gruppe

Alvier-Gruppe

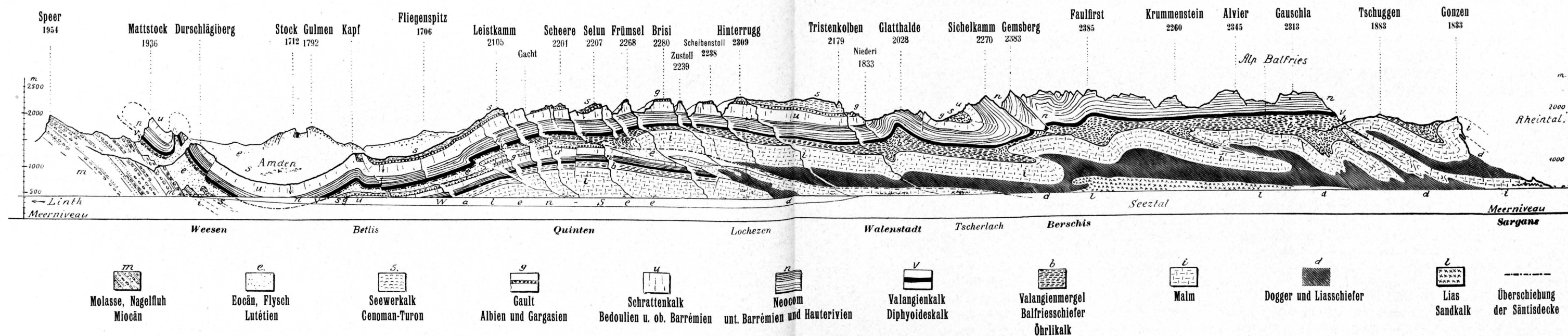


Fig. 2. Nordseite des Walenseetales.
Profilskizze in Parallelprojektion aus SW, 1 : 75,000.

Autogr. von Arnold Heim.
III. 1907.

zu *Arnold Escher's* Forschungsmethode zurückzukehren, von *Arnold Escher* die genaue monographische Einzelforschung zu lernen. So möge denn die vorliegende Arbeit als ein bescheidener Versuch einer möglichst detaillierten und objektiven Erforschung von einer kleinen, aber verwinkelten Gegend am Nordrand des herrlichen Alpengebirges betrachtet werden.

Lage und Einteilung.

1. Geographische Lage und morphologische Einteilung.

Die Churfürsten¹⁾-Mattstockgruppe bildet einen Teil der nördlichen Kalkalpen in helvetischer Facies.

Die beiden tief und breit eingeschnittenen Täler, das Walenseetal²⁾ im Süden und das Rheintal im Osten schneiden ein dreieckförmiges Stück aus den helvetischen Kalkalpen der Ostschweiz heraus, das als Thurgruppe³⁾ bezeichnet wird. Der nördliche Teil wird von einem typischen Faltengebirge, dem **Säntisgebirge**, gebildet, das in neuerer Zeit tektonisch genau untersucht worden ist⁴⁾. Der südlich des Thurtales liegende alpine Teil, die **Mattstock-Churfürsten-Alviergruppe** ist nur lückenhaft bekannt. Diese Monographie soll die Gebirgsgruppe zwischen Walensee und Thur, nämlich die Churfürsten- und die Mattstockgruppe eingehend behandeln, aber auch die angrenzenden Gebiete vergleichsweise berücksichtigen.

Wer im Sommer etwa vom Finsteraar- oder Gotthardmassiv her in die nördlichen Kalkalpen vordringt, der vermisst zwar die bedeutenden Höhen, die Firnfelder und Gletscher. Dafür aber sind die Gebirgsformen sowohl innerlich wie äusserlich ungleich mannigfaltiger und individueller gestaltet als im kristallinen Gebirge. So wie im Säntisgebiet, so bedingt auch in den Churfürsten der feste, mächtige Schrattenkalk die kühnsten Formen. Aber während im Säntisgebirge durch verschiedenste Schichtlagen und Falten zerschneidende Transversalbrüche eine ausserordentliche Mannigfaltigkeit der Formen zu Stande gekommen ist, sehen wir in den hohen Churfürsten eine einheitliche gegen Süden schräg ansteigende gewaltige Schichtenplatte mit steil gegen den Walensee abgebrochenen Schichtenköpfen. Jedem Reisenden, der am Südufer des Walensees entlang fährt, macht die einheitliche, mehr als 10 km lange Felsfront mit ihren scheinbar unüberwindlichen, wilden Firsten und Gipfelzacken von 2100—2309 m Höhe und der schroffe 1700—1900 m hohe Abfall zum See einen gewaltigen Eindruck. Es gibt in den nördlichen Schweizeralpen keine zweite so einheitlich gebaute und so kühne Bergkette wie die Churfürsten.

¹⁾ *Conrad* und *Arnold Escher v. d. Linth* schrieben in ihren Notizen „Kurfürsten“. Ganz unrichtig ist die oft gebrauchte Schreibweise „Kurfürsten“ oder „Kurfirsten“. Die Bergkette bildete die Grenzfürsten des einstigen Currhätien und muss daher „Curfirsten“ oder „Churfürsten“ geschrieben werden. (Vgl. *G. Baumgartner*, 1901, p. 149).

²⁾ Walenstadt ist das frühere „Portus Rivanus“, Walensee der „Lacus Ripanus“. *Ebel* schreibt 1810 darüber (p. 463): Walensee schreibt sich aus dem III.—V. Jahrhundert her, als die deutschen Völker in diese Gegenden, welche von Rhätiern bewohnt waren, vordrangen. Die Rhätier wurden von den Deutschen „Walen“, dieser See, welcher an der Grenze ihres Gebietes lag, „Walensee“, und der erste beträchtliche Ort „Walenstadt“ benannt. Über die Schreibweise von „Walensee“ und „Walenstadt“ kann ich aus dem mir vom Ortsverwaltungsrat „Walenstadt“ gütigst zur Einsicht zugesandten Protokoll des Regierungsrates des Kantons St. Gallen vom 9. Dez. 1901 folgendes mitteilen. Ein Gutachten vom kantonalen historischen Verein entscheidet, dass man „das sinnlose ll ausmärzen“ solle. Dem gegenüber verlangt der Gemeinderat Walenstadt trotzdem die Schreibweise mit ll, erstens weil diese schon 1758 in den Archivprotokollen gebraucht sei, zweitens weil sie der Aussprache besser entspreche. Die Schreibweise „Walenstadt“ wurde daraufhin nach Beschluss des Bundesrates vom 15. Aug. 1902 als obligatorisch erklärt (vergl. „Die obligatorische Schreibweise der Namen der schweiz. politischen Gemeinden für die Bundesverwaltung“, 1902). In einer wissenschaftlichen Arbeit, wie die vorliegende, erlaube ich mir trotzdem, den verfehlten Beschluss des Ortsverwaltungsrates „Walenstadt“ nicht anzunehmen und Walensee und Walenstadt fortan mit einem l zu schreiben.

³⁾ Geographisches Lexikon der Schweiz.

⁴⁾ *Albert Heim, Marie Jerosch, Arnold Heim, Ernst Blumer*: Das Säntisgebirge, „Beiträge“ n. F., Liefg. 16, 1906.

Ganz verschieden von den Churfirten ist der Verwitterungscharakter der östlich und südöstlich an diese anschliessenden Alviergruppe (so genannt nach dem Neocomgipfel Alvier, 2338 m). Die scharfen Hauptgräte und Gipfel sind durchweg von Neocom gebildet, zeigen scharfe Lawinkelken und Furchen und aus Mangel an Gesteinswechsel des gewaltigen Hauterivien-Kieselkalkes sehr wenig Bänderung und Struktur. Dadurch nähern sich die Verwitterungsformen dem kristallinen Typus. Der Schrattekalk hat an Mächtigkeit abgenommen und ist auf die Nordabdachung der Gipfel und Gräte zurückgetreten.

Ausserordentlich lehrreich ist die Aussicht vom Alvier gegen Westen. Der Walensee zeigt sich als typisches asymmetrisches Isoklinaltal. Zur Rechten erheben sich die steilen und ausgesprochen gebänderten Felswände zu den Churfirten; zur Linken steigt das Verrucanogelände der Schichtlage entsprechend in sanften Weiden langsam gegen Süden.

Wenn wir nun von den Churfirten nach Westen gegen den Alpenrand gehen, so finden wir die einheitliche Churfirtenkette aufgelöst in eine Anzahl von Einzelbergen, deren geologischer Zusammenhang erst nach eingehender Untersuchung ermittelt werden kann. Goggeien und Mattstock ragen in wilden Gräten und Zacken aus dem hügeligen Flyschland empor, während Stock und Gulmen sich gegen Nordost mehr allmählich aus der Amdenermulde erheben, dann aber steil gegen Osten abfallen und rasch im Flysch endigen.

Zu diesen drei Hauptlandschaftstypen der Gebirge nördlich des Walenseetales kommt am Alpenrand der Typus des dem alpinen Gebirge vorgelagerten Nagelfluhgebirges hinzu. Die beständige Wechsellagerung von festen Nagelfluhbänken mit Sandstein und Mergelzwischenlagen erzeugt bei der südostfallenden Schichtlage ein ausgeprägtes Gesimse, regelmässig wiederkehrende Bänderung, scharfe Nagelfluhgräte mit von den Alpen abgewendeten Schichtköpfen und schroffen Felsabstürzen. Im Speer, 1954 m, erreicht nicht nur das Nagelfluhgebirge unseres den Alpen angrenzenden Gebietes seinen höchsten Gipfel, sondern überhaupt die höchste Erhebung des Molassegebietes auf der Nordseite der Alpen. Man kann die vorherrschend aus miocäner Nagelfluh bestehende Gebirgsgruppe zwischen Linth und Thur einerseits, zwischen dem Alpenrand und etwa der Linie Kaltbrunn-Ebnat als **Speergruppe** bezeichnen.

Sehen wir nun von dem von den Alpen abzutrennenden Molassevorland ab, so ergibt sich in geographischer Hinsicht für die Gebirge auf der Nordseite des Walenseetales die folgende, in dieser Arbeit stets angewandte Gliederung, vom Alpenäussern nach innen:

1. Mattstockgruppe,

umfassend das Gebiet zwischen der eocänen Fliegenspitmulde (Hinterstock bis Starkenbach) und dem nördlichen Alpenrand (Molasse-Flyschgrenze). Die höchsten Erhebungen sind: Mattstock 1939 m, Gulmen 1792 m, Goggeien 1657 m.

2. Churfirtengruppe,

abgegrenzt im NW und N durch die Fliegenspitmulde bis Wildhaus, im Osten durch das Voralptal über den Niederipass bis Walenstadt¹⁾. Die Gipfelreihe kann orographisch und geologisch dreigeteilt werden:

- a) Westliche Churfirten: Leistkamm 2105, Nägeliberg 2165, Scheere 2201, Selun 2207 m.
- b) Mittlere Churfirten: Frömsel 2268, Brisi 2280, Zustoll 2239, Scheibentoll 2278 m.
- c) Östliche Churfirten: Hinterrugg 2309 (der höchste), Käserrugg 2266, Tristenkolben 2179, Gamserrugg 2072 m.

3. Alviergruppe,

im NW abgegrenzt durch das genannte Voralptal bis Grabs, im Osten durch den Rhein.

Die höchsten Gipfel sind: Sichelkamm 2270, Gemsberg 2383, Faulfirst 2385, Alvier 2345 m.

¹⁾ Ungefähr dem Ostrand der Waleuseekarte entsprechend.

2. Geologisch-anatomische Einteilung.

Die moderne Alpengeologie kann sich mit der morphologischen Einteilung der Gebirgsteile nicht begnügen. Es müssen vor allem noch die anatomischen, tektonisch-stratigraphischen Einheiten aufgeklärt werden.

Die Churfirerstengruppe, so einheitlich gebaut sie dem Geographen erscheint, besteht tektonisch aus drei übereinander liegenden Überschiebungen von verschiedener Facies der entsprechenden Sedimentgesteine. Die an die hohen Churfirersten¹⁾ sich im grossen ganzen unzertrennlich anschliessende Mattstockgruppe erweist sich insofern als tektonisch heterogen, als im Gebiet von Weesen zwei verschiedene, tieferen Überschiebungen angehörende Deckenstücke hervortreten: der Kapfenberg und die Flifalte.

Die Gesamtheit der helvetischen Alpen am Alpenrand und im besonderen die Kalkalpen auf der Nordseite des Walenseetales sind von der Südseite des autochthonen Aarmassivs her überschoben²⁾.

Ich habe 1905 eine Einteilung der nordschweizerischen Kalkalpen nach den verschiedenen Überfaltungsdecken versucht und von oben nach unten nach den bezeichnenden Bergen unterschieden:

- Drusbergdecke (Drusberg, Frohnalpstock, Brisen)
- Radertendecke (Radertenstock, Zindlenspitz, Tierberg)
- Säntisdecke (Säntisgebirge, Mattstockgruppe, Churfirersten, Wiggis usw.)
- Mürtschendecke (Mürtschenstock, Basis der Churfirersten, des Wiggis usw.)
- Glarnerdecke (Basis des Glärnisch, des Schilt).

Nach den neuesten Untersuchungen von *J. Oberholzer*³⁾ bildet der Deyenstock auf der Nordseite des Klöntales die Stirn einer bedeutenden Überfaltungsdecke, die die Hauptmasse des Glärnischs, die Ortstock-Faulengruppe, die Gebirge nördlich des Klausenpasses bildet und sich fortsetzt in der Axenkette am Urnersee. Mit *Buxtorf*⁴⁾ und *Oberholzer* bezeichnen wir diese Decke als Axendecke. Im Gebiet der Silbern lagern sich auf die grosse Axendecke zahlreiche weitere kleinere Decken dachziegelartig übereinander, von unten: Bächistockdecke, untere und obere Silberndecke und Toralpdecke. Sehen wir ab von der noch etwas problematischen „Richisauer Zwischendecke“, einem Deckenstück, das sich tektonisch zwischen die Toralpdecke unten und die Säntis-Drusbergdecken oben einschaltet, aber die Facies der letzteren aufweist und sich in einzelnen Fetzen vom Klöntal bis zum Urnersee verfolgen lässt, so ergibt sich nach dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnis für die helvetischen Alpen der östlichen Schweiz die folgende Deckengliederung, von oben⁵⁾:

Drusbergdecke	}	obere helvetische Decken
Radertendecke		
Säntisdecke		

¹⁾ Ich bezeichne fortan als „hohe Churfirersten“ die der obersten Überschiebung, der Säntisdecke angehörende Gipfelpartie der Churfirerstengruppe.

²⁾ Möglicherweise, aber unwahrscheinlich, stammen Kapfenberg und Wageten von der Nordseite des Aarmassivs, sind aber unter allen Umständen auch weit von Süden her überschoben.

Vergl. *Arnold Heim*: Kistenpass, Beiträge Liefg. XXIV, 1910.

³⁾ *J. Oberholzer*: Die Überfaltungsdecken auf der Westseite des Linthtales. *Eclogae geol. helv.* Vol. X, Nr. 4, 1908.

⁴⁾ *Aug. Buxtorf* in Führer zu den Exkursionen d. Deutsch. geol. Ges. 1907; und: Zur Tektonik der Zentralschweizerischen Kalkalpen. *Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges.* Bd. 60, Jahrg. 1908.

⁵⁾ Dieses Schema wird später nach oben und unten einer Erweiterung bedürfen. Die Vorkommnisse von Gips im Flysch der Umgebungen von Einsiedeln und Wägital und die südliche Schuppe des Fläscherberges bilden vielleicht noch höhere Deckenfragmente der helvetischen Gruppe (Homologen der Mt. Bonvindecke, „Zone des Cols“ der westlichen Schweizeralpen?). Die Griesstockdecke am Klausenpass, sowie die von *K. Tolwinski* neuerdings studierte „Drachendecke“ auf der Nordseite des Taminatales anderseits bilden noch tiefere Decken als die Glarnerdecke — man könnte sie als parautochthon bezeichnen.

Toralpdecke	}	mittlere helvetische Decken
obere Silberndecke		
untere Silberndecke		
Bächistockdecke		
Axendecke		
Mürtschendecke	}	untere helvetische Decken.
Glarnerdecke		

Es ist nun unsere nächste Aufgabe, die Lage der Churfürsten-Mattstockgruppe im Deckenverbande festzustellen.

Den weitaus grössten Anteil der Churfürsten-Mattstockgruppe nimmt die mächtige Säntisdecke ein. Sie bildet nicht nur das ganze Säntisgebirge, sondern auch deren westliche Fortsetzung, die Mattstockgruppe mit Ausnahme des Gebietes von Weesen, ferner die ganze Gipfelpartie und die Nordabdachung der Churfürsten. (Vergl. Fig. 2 nach p. 16.)

Den zweitwichtigsten Anteil hat die Mürtschendecke; sie bildet die untere Hälfte der Felswände auf der Nordseite des Walensees.

Diese beiden Decken treten bei Betlis-Sere in messerscharfem Kontakt aneinander, ohne dass hier eine Spur der mittleren helvetischen Decken mehr vorhanden wäre. Wir finden jedoch noch einzelne Fragmente, die den mittleren helvetischen Decken zugeschrieben werden können:

1. Das Zwischenstück von Dogger und Malm bei Walenstadt. (Fig. 2.)
2. Schuppen aus Kreide oberhalb Quinten, grösstenteils unzugänglich.
3. Die Flifalte bei Weesen, das vermutlich abgerissene Stirnstück der Axendecke.

Als isoliertes Deckenfragment kommt weiter am Alpenrand noch der Kapfenberg bei Weesen in Betracht, den ich mit *Ernst Blumer* ¹⁾ als östliche, zerrissene Fortsetzung der Wagetenkette betrachte. Auf Grund vergleichend lithologischer Studien, besonders des Eocäns ²⁾ ergibt sich, dass diese Deckenmasse nicht, wie bisher, als Stirn der Mürtschendecke betrachtet werden kann, sondern entweder die Stirn der Glarnerdecke oder ein noch tieferes Deckenstück darstellt.

Ausser den vier genannten Decken der Churfürsten-Mattstockgruppe fällt im nordwestlichen Teil noch auf die Walenseekarte das Molassegebiet des Speer, das in tektonischer und stratigraphischer Hinsicht von den alpinen Bildungen scharf abgetrennt ist.

Es bleibt uns noch übrig, einen orientierenden Blick auf die höheren Deckengebiete östlich der Walenseekarte zu werfen.

Die Rädertendecke hat sich östlich Walenstadt stark zurückgezogen, so dass von der Überfaltungsdecke nur noch eine gewöhnliche nach Norden überliegende Falte, die Sichelkammfalte mit ihrer bekannten prachtvollen Muldenumbiegung übrig geblieben ist ³⁾. Nordwestlich schliesst sich an die Sichelkammfalte die sanfte, schwach nach N überliegende Glatthaldenfalte ⁴⁾ an, die nordöstlich ob Walenstadt mit der Glatthalde (= Höchst) 2028 m im Hauterivien-Kieselkalk kulminiert. (Fig. 2 nach p. 16.)

Die Drusbergdecke scheint sich noch viel stärker zurückgezogen zu haben. Ihr östliches Ende ist wahrscheinlich in der einfachen Gernsbärgfalte zu suchen. Drusbergdecke und Rädertendecke stellen östlich des Seeztales nur noch einfachere Faltungen im normalen Schenkel des grossen Astes der Säntisdecke dar und bilden keine tektonisch getrennte Gebirgsteile mehr. Die 1898 von *A. Rothpletz* aufgestellte Alvierüberschiebung kann ich nicht anerkennen. Die grosse Differenz im Faltenbau des Jurasockels und der Kreidefalten betrachte ich als diskordante Faltung innerhalb der gleichen Hauptdecke. (Fig. 2.)

¹⁾ *Ernst Blumer*: Zur Kenntnis des helvetischen Alpen-Nordrandes. Vierteljahrsschr. d. naturf. Ges. Zürich 1906.

²⁾ *Arnold Heim*: Nummuliten und Flyschbildungen 1908, p. 65—67. Kistenpass 1910, p. 40—45.

³⁾ Vergl. *Arnold Heim*, Glarner Überfaltungsdecken 1905.

⁴⁾ Vergl. *Ludwig*, Alviergruppe, 1896.

Überreste von „Klippen“, wie z. B. der Berglitenstein bei Grabs ¹⁾, habe ich nirgends im Gebiete des Kartenblattes sicher nachweisen können.

In dem folgenden stratigraphischen Teil sollen die Sedimente in der Reihe studiert werden, wie sie ursprünglich nebeneinander abgelagert wurden. Wir denken uns die Decken an ihren Ursprungsort zurückversetzt und schreiten von ursprünglich nördlicheren Regionen nach südlicheren vor. Nach dem oben Gesagten ergibt sich also jeweilen etwa die folgende Anordnung:

1. Speerguppe (autochthon), bestehend aus Miocän, vorherrschend Nagelfluh.
2. Kapfenberg bei Weesen, bestehend aus Malm, Kreide und Eocän.
3. Mürtschendecke, auf der Nordseite des Walensees, bestehend aus Malm, Kreide und Eocän (Südseite des Sees bis Verrucano).
4. Axendecke?
 - a) Flifalte bei Weesen, bestehend aus Kreide und Eocän.
 - b) Walenstadter Decke, bestehend aus Jura und ? Eocän ²⁾.
5. Säntisdecke:

Säntis-Nordrand (in Mürtschenfacies).
Säntisgebirge, mittlere und südliche Ketten; Häderenberg.
Mattstockgruppe: Goggeien, Stock, Gulmen, Mattstock, Durschlägiberg ³⁾, Kapf-Amden etc.
Churfürsten: westliche, mittlere, östliche Churfürsten (vergl. p. 18).
6. Alviergruppe, entsprechend den zurückgezogenen Decken der Räderten und des Drusberg, die hier mit der Säntisdecke zu einem Stamm verbunden sind ⁴⁾. (Fig. 2.)

Das Gebiet südlich des Walensees wird von J. Oberholzer in einem besonderen Band der Beiträge behandelt werden und wird in dieser Monographie nur gelegentlich vergleichsweise berücksichtigt.

¹⁾ Arnold Heim, Grabserklippe, *Eclogae* 1907.

²⁾ Die vielleicht den mittleren helvetischen Decken zukommenden Schichtpakete oberhalb Quinten können stratigraphisch und tektonisch wegen Unzugänglichkeit nicht näher untersucht werden. Sie konnten auch in Fig. 2 nicht klar dargestellt werden.

³⁾ Auf den Karten steht Durschlägi. Im Volksmund wird aber stets nur Durschlägi gesprochen, was einfacher ist und besser klingt. Ich schreibe daher fortan Durschlägi.

⁴⁾ Der Fläscherberg im Rheintal (Jura und Kreide) bildet in seinem nordwestlichen Hauptteil, wie bereits Lorenz 1900 erkannt hat, die direkte südöstliche Fortsetzung der Alviergruppe und soll als Vertreter der südöstlichsten helvetischen Facies bei Besprechung des Malm und der unteren Kreide auch berücksichtigt werden.

II. Spezielle Stratigraphie.

Tertiär.

Molasse, Miocän.

Dieser Abschnitt macht keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Die Stratigraphie und Lithologie der subalpinen Molasse bietet eine solche Fülle von Problemen, dass nur ein umfassendes Molassestudium in lithogenetischer Hinsicht wichtige neue Erkenntnisse bringen könnte. Ich verweise auf die grundlegenden Arbeiten von F. J. KAUFMANN 1860, A. GUTZWILLER 1877 und J. FRÜH 1887 und beschränke mich auf das Studium der alpinen Kontaktzone.

1. Bisherige Auffassungen — allgemeine tektonische Lage.

Während im allgemeinen die stratigraphische Gliederung die Grundlage für die Entzifferung der Tektonik bildet, müssen wir umgekehrt am Südrand des Molasselandes wegen vollständigen Fehlens von Petrefakten aus den tektonischen Untersuchungen rückwärts auf die stratigraphische Lage schliessen.

Zwei Auffassungen stehen einander schon seit mehr als 50 Jahren gegenüber.

Schon 1811 machte CONRAD ESCHER ¹⁾ während der Linthkorrektur die wichtige Beobachtung, dass das Nagelfluhgebirge von der älteren Kalksteinformation verschieden und von den Alpen scharf abzutrennen sei. Seither war bis 1905 F. J. KAUFMANN der einzige Forscher, der sowohl im Speergebiet, wie am Rigi eine normale Schichtlage der gegen den alpinen Flysch grenzenden Molasse annahm und diese als den „Südschenkel der nördlichen Antiklinale“ bezeichnete.

Dieser Auffassung steht gegenüber diejenige von ARNOLD ESCHER VON DER LINTH, der zur Erklärung der enormen Mächtigkeit der südlichen Kalknagelfluh und des Zusammenhanges mit den Kalkalpen eine nach Norden überliegende Synklinale in der Nagelfluh annahm. Seine Auffassung wurde später von ALBERT HEIM und A. GUTZWILLER (z. T.) angenommen, während der vermeintliche Beweis der Synklinale erst 1893 durch eingehende Studien vom Bodensee bis zum Thunersee durch C. BURCKHARDT ausgeführt wurde.

Die neuesten Beobachtungen von L. ROLLIER 1904, ERNST BLUMER 1906 und mir 1906 lassen sich nicht mit der Synklinale vereinigen und erklären BURCKHARDT's Beweisführung als fehlerhaft. Wir sind wieder zu KAUFMANN's Ansicht gelangt und stimmen den ersten Beobachtungen von CONRAD ESCHER mit doppelter Bestimmtheit bei:

1. „Im Speer- und Stockberggebiet fehlt jede Andeutung von einer nach Norden überliegenden Synklinale. Speer und Stockberg sind aufzufassen als Südschenkel der südlichen Antiklinale“ ²⁾.
2. Das Molasse-Nagelfluhgebirge muss scharf von den Alpen abgetrennt werden und steht mit diesen in keiner Verbindung.

¹⁾ CONRAD ESCHER: Rezension über EBEL's „Über den Bau in dem Alpengebirge“ usw. in Alpina IV.

²⁾ ARNOLD HEIM: Brandung der Alpen etc., 1906, p. 445.

2. Stratigraphische Lage und Alter.

Wir kommen damit von der Tektonik auf die Stratigraphie zu sprechen. Nach ARNOLD ESCHER, GUTZWILLER 1877, CH. MAYER-EYMAR¹⁾ 1879, J. FRÜH 1887 und C. BURCKHARDT 1893 finden wir die älteste, dem Aquitanien zugehörige subalpine Molasse an der Grenze gegen den Flysch. Die vermeintlich „überall am Kontakte auftretenden roten Mergel“ werden von BURCKHARDT 1893 p. 112 folgendermassen als Aquitanien bewiesen: „Die petrographische Übereinstimmung zwischen den Kontaktschichten und der typischen, durch Petrefakten nachgewiesenen roten Molasse ist aber so vollständig, dass an der Altersbestimmung der ersteren nicht gezweifelt werden kann.“ Unter dessen hat ERNST BLUMER 1906 die alte Aquitanfundstelle von Bilten wieder neu untersucht und gefunden, dass jene Schichten „niemals rot, sondern grau“ sind (E. BLUMER 1906, p. 475). Meine eingehenden Beobachtungen zwischen Stockberg und Linth haben ebenso, wie diejenigen von ERNST BLUMER in der Hirzligruppe westlich der Linth, ergeben, dass rote Mergel nicht überall, sondern einzig im Flibach oberhalb Weesen an den Kontakt mit Flysch herantreten, dass rote Mergel als untergeordnete Einlagerungen zwischen Nagelfluhbänken sich vielfach auch weit vom Flyschkontakt entfernt wiederholen und keinen stratigraphisch bestimmten Horizont einnehmen²⁾.

Da im Stockberg und Speergebiet nur schwach wellenförmige Biegungen und lokale Unregelmässigkeiten der normalen Schichtlage, nirgends aber durchgreifende selbständige Faltungen vorkommen, können wir nicht fehlgehen, wenn wir im Sinne von L. ROLLIER 1904 die Hangendsten Molasseschichten als die jüngsten der alpinen Kontaktzone bezeichnen. Sie sind sicher jünger als Aquitan, und zwar ziemlich viel jünger, weil über jenem bis zum Alpenrand sich eine Nagelfluhschichtreihe von einigen tausend Metern normaler Mächtigkeit³⁾ aufлагert. Auf alle Fälle ist die Speernagelfluh miocän, nicht oligocän.

Allein es wäre ebenso verkehrt, wenn wir die an den Flysch grenzende Molasse irgend einer bestimmten Altersstufe zuschreiben würden. Der Flysch stösst an verschiedenen Stellen an ungleich alte Schichten (vergl. Tabelle, p. 30). So nehmen z. B. die Nagelfluhbänke bei Weesen ein um viele hundert, wenn nicht gegen 1000 Meter höheres Niveau ein als die auf der Matthöhe nördlich des Mattstocks an den Flysch grenzenden Molassebänke. (Näheres darüber im tektonischen Teil.)

Im westlichen Teil der auf dem Kartenblatt enthaltenen Molasse betrachte ich die Nagelfluh von Buchholz bis Oberhof bei Weesen als die jüngsten Molasseschichten — es sind wahrscheinlich auf dem Kartenblatt überhaupt die jüngsten tertiären Bildungen. Sie sind grob konglomeratisch und in bezug auf den lithologischen Charakter durchaus gleichartig wie die stratigraphisch um über 1000 Meter tiefere Nagelfluh vom Gipfel des Speer, nach welcher diese Kalknagelfluh die Bezeichnung „Speernagelfluh“ erhalten hat.

Im Speer- und Stockberggebiet erreicht die Nagelfluh nach KAUFMANN 1860 am Nordrand der Schweizeralpen die grösste Mächtigkeit; nach seinen sehr sorgfältigen Profilen ergibt sich für den Speer eine normale, einmalige Mächtigkeit von 4000—4500 Metern vom Aquitan bis zum überschobenen Flysch! Zwischen Thur und Linth erreicht die Speernagelfluh im Gebiet von Weesen-Schänniserberg-Ziegelbrücke die grösste Mächtigkeit, die noch nicht genau gemessen ist. Durch photographische Bestimmung erhalte ich für die Mächtigkeit vom Speergipfel bis zur Matthöhe allein 500 m Kalknagelfluh. Auf dieser Strecke findet man von Schritt zu Schritt die besten Aufschlüsse. Rote Kalknagelfluh wechselt in mächtigen Bänken mit etwa ebensoviel⁴⁾ Sandstein und Mergel-lagen von grünlicher, grauer, brauner und rötlicher Färbung⁵⁾. Vor allem auffallend ist hier

¹⁾ C. MAYER in Comptes-rendu der Jahresvers. d. schw. naturf. Ges. St. Gallen, 1879.

²⁾ Schon von GUTZWILLER 1877, p. 11, so aufgefasst.

³⁾ In Übereinstimmung mit F. J. KAUFMANN 1860.

⁴⁾ A. GUTZWILLER gibt 1877, p. 11, die Menge von Sandstein und Mergel zur Nagelfluh als 1:5 bis 1:6 an. Für den Speer wäre damit entschieden die relative Menge der Nagelfluh überschätzt.

⁵⁾ Rote Rinde der Gerölle siehe J. FRÜH, 1887, p. 54—56.

die ausserordentliche Regelmässigkeit der Nagelfluhrippen auf weite Erstreckung, wie sie bei Anschwemmung kleinerer Flüsse wohl nicht zustande kommen könnte und bei verkehrter Schichtlage nicht hätte erhalten bleiben können. Durchweg bilden die Nagelfluhbänke vorstehende Felsrippen und zackige Gräte mit dazwischen scharf einspringend zurückgewitterten Sandstein- und Mergelnischen. Wie eine Säge mit nach Norden übergelegten Zacken sieht der Schänniserberg von Osten aus. (Tafel V.)

3. Molassemergel am Eocänkontakt im Flibach.

Wie die Walenseekarte 1 : 25,000 und die Spezialkarte Taf. XV, 1 : 4000 zeigen, ist der mächtigen nagelfluhreichen Molasse am Südfuss des Speer eine etwa 100 m mächtige vorherrschend mergelige Schichtfolge normal eingelagert. Sie besteht aus braunen, grünlichen und roten Mergeln mit Sandsteinbänken und untergeordneten, meist tektonisch zerrissenen und von weissen Calcit-Rutschflächen begrenzten Nagelfluhbänken. Diese Schichten bilden zu beiden Seiten des Flibaches den Kontakt mit dem Flysch — es ist die „rote, aquitane Molasse“ BURCKHARDT's. Besonders schön und leicht zugänglich sind die Mergel an den kahlen Anrissen auf der westlichen Bachseite zu sehen. Die grünlichen Mergel sind von weitem von grünlichem Flyschmergel ununterscheidbar, in der Nähe aber leicht von jenen zu unterscheiden, indem sie sandig sind, sandige Bänke oder einzelne Quarzgeröllchen enthalten. Die Mergel können auch einzeln oder schwarmweise zerstreute Gerölle einschliessen, die von besonderem Interesse sind: Ölquarzitgerölle und Nummulitenkalkgerölle.

Einen überraschenden Aufschluss der ersten Art fand ich nahe unterhalb des Speerweges auf der westlichen Seite des Flibaches (rote Punkte in Spezialkarte Taf. XV). Der rote Mergel, der durch Übergänge mit einer Nagelfluhbank verknüpft ist, erweist sich als voll gespickt von vorherrschend grünen Ölquarzitgeröllchen. Diese sind meist nur kantengerundet oder scharfeckig, bis halb kopfgross und von schönster Beschaffenheit, muschelartig-glasig brechend und durchscheinend, wie sie selten als Blöcke im Flysch gefunden werden und in dieser schönsten Ausbildung anstehend unbekannt sind¹⁾. Daneben kommen aber auch weniger reine, körnige, quarzitisches, grünliche Sandsteine vor, auch solche mit roten, flaserigen Tonablosungen, wie ich sie genau gleich anstehend und in Fetzen im Dobigen- und Seelibach (Santisdecke, Fliegenspitzenmulde) im Wildflysch kenne. Endlich fehlen auch nicht die aus dem Flysch bekannten grünlichen Breccien mit ockergelben Karbonat-Körnern. Die genannte Lokalität wäre eines Spezialstudiums wert.

¹⁾ Diese Beobachtungen sind besonders wichtig für die Fundortbestimmung des Rohmaterials von paläolithischen Feuerstein- und Quarzitwerkzeugen, wie z. B. derjenigen der Wildkirchlihöhle, wo ähnliche, teilweise identische Gesteine gefunden wurden.

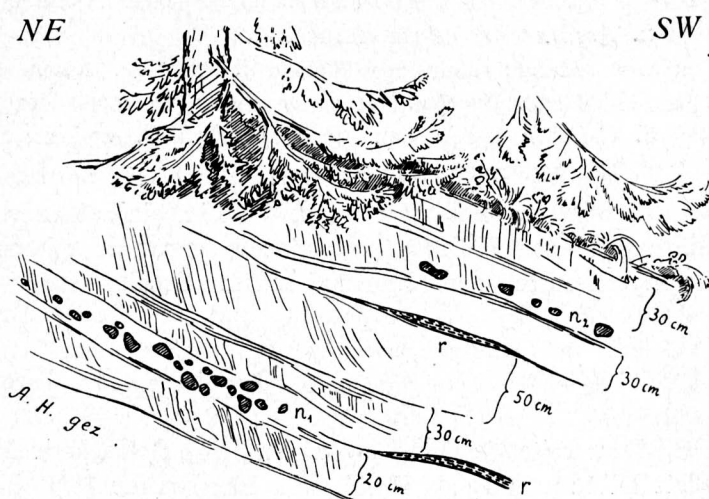


Fig. 3. Detail-Profilansicht des grünlichen Molassemergels mit Nummulitenkalk-Geröllchen im Vorder-Fliwald, unmittelbar unterhalb des Flysch-Kontaktes (vergl. Spezialkarte Taf. XV).

r = 1—2 cm dünne, seitlich auskeilende rote Mergellagen im grünen Mergel.

n_1 und n_2 = Gerölle von Nummulitenkalk.

Auf einen in ähnlicher Art überraschenden Aufschluss stiess ich, als ich vom Flibach aus den Flysch-Molassekontakt suchend, der scharf eingeschnittenen Bachfurche nordöstlich entlang hinaufkletterte. Auf der Südostseite dieser kahlen, schon von weitem aus dem dunkeln Vorderflwald hervortretenden Furche nahe oberhalb des anormalen Flysch-Molassekontaktes befindet sich die Stelle, die in Fig. 3 abgebildet und in der Spezialkarte 1:4000, Taf. XV, durch rote Punkte hervorgehoben ist¹⁾.

Der grünliche Molassemergel, der im untern Teil der Felsrinne auch typische Molasse-Sandsteinbänke einschliesst, enthält am oberen Rande in zwei verschiedenen Höhen schwarmweise angeordnete Gerölle von Nummulitenkalk. Die Gerölle n_1 der Fig. 3 verteilen sich auf eine Höhe von kaum 20 m und eine Länge von nur etwa 2 m. Sie sind nuss- bis faust-gross, nicht besonders gut gerundet und haben eine rauhe, tonige Oberfläche. Die meisten enthalten massenhaft dicke, weiss calcitisierte Nummuliten. Auf polierten Flächen konnte ich erkennen:

1. *Nummulina atacica* LEYM. (= *N. Biarritzensis* d'ARCH.) oder kleine, dicke Varietät von *N. distans* DESH.,
häufig, bis 1 cm Durchm., mikrosphärische und megasphärische Generation.
2. *Assilina granulosa* d'ARCH.,
häufig; kleine gewöhnliche Form (var. *minor*) und grosse, nicht granuliert Varietät von 19 mm Durchm. (var. *major*). Auch die dazugehörige kleine, megasphärische Generation ist häufig.
3. *Orthophragmina* sp., wahrscheinlich *O. Archiaci* SCHLUMB.
4. Echinodermenbruchstücke.

Sowohl das inwendig frische Gestein, ein zoogener, rötlich-brauner bis roter Kalk, als auch die angeführten Foraminiferen stimmen genau überein mit dem am Flibach 500 m weiter südlich im Flysch anstehenden Nummulitenkalk „Tschingelstein“ (vergl. Abschnitt Flysch).

4. Profil im Zwislenwald.

Das weite Gebiet des Zwislen- und Goldacherwaldes ist von ESCHER und GUTZWILLER auf Blatt IX 1:100,000 als Flysch, von BURCKHARDT 1893 hingegen als Schutt kartiert worden. Ich habe überall anstehende Molasse und daran angrenzend Flysch gefunden. Allein der obere Teil der Molasse zeigt hier wesentliche Faciesdifferenzen gegenüber den bisher besprochenen Gegenden des Speergebietes, indem die Nagelfluhbänke auf weite Strecken ganz zurücktreten auf Kosten ausgedehnter Sandstein- und Mergelbildungen. Die Grenzen, wie sie in der Karte gegeben sind, wurden infolge vollständigen Fehlens einer Übersicht mit Hilfe des Höhenaneroïdes eingetragen.

Nach dreimaliger Begehung und zahlreichen Einzelaufzeichnungen, die hier nicht wieder-gegeben werden sollen, notierte ich mir folgende Übersicht der dortigen Molassebildung von oben nach unten:

- a) Flysch, mit Sandstein, Ölquarzit, Kieselkalk, in Blöcken oder verworren gelagerten Bänken, viele hundert Meter mächtig, überschoben auf die folgende normalliegende Molasseschichtfolge.
- b) Zone des Molassemergels, 200—250 m, im westlichen Teil des Zwislenwaldes jedoch bedeutend reduziert, auf 10—20 m (durch Sandstein ersetzt?). Grünlichgelbe, bräunlich angewitterte (wenig schieferige) Mergel mit untergeordneten sandigen Lagen. Ganz schwache und wenig auffallende rötliche Mergelzwischenlagen fand ich in mittlerem stratigraphischem Niveau an zwei Stellen in den Abrissen der „wüsten Pleiggen“. 60—70° SE Fall. Übergang allmählich in
- c) Zone des Sandsteins, 300—450 m. Mergeliger, glimmerreicher, ziemlich feinkörniger Quarzsandstein, grau, bräunlich, porös verwittert und in Sand zerfallend, mit mergeligen Zwischenlagen; typisches Molassegestein. Selten findet man Andeutungen von Kalknagelfluh oder grüne quarzitisches Sandsteinlager. Im westlichen Teil fand ich bei den Grundböden in losen Blöcken auch Kieselknauer. Übergang sehr allmählich in
- d) Zone der Speernagelfluh, über 1000 m.

¹⁾ In der Walenacekarte bei rd von Vord. Flwald.

Während im Schweinmiwald noch Nagelfluh vorherrscht, wird der obere Teil derselben im Goldacherwald zum grösseren Teil durch sandige Mergel ersetzt. So fand ich südlich Goldachalp von oben nach unten:

zirka 10 m Kalknagelfluhbänk;

100 (—150) m bräunliche Mergel mit untergeordnetem Sandstein, sehen aus wie *b*;

20 m (?) Nagelfluh;

50 m (?) braungrauer Sandstein mit Mergelzwischenlagen;

Hauptnagelfluhzone mit vorherrschender Nagelfluh (Schwarzschwendli), durchschnittlich faustgrosse Kalkgerölle enthaltend.

Diese Gliederung, wie sie im Zwislen- und Goldacherwald gefunden wird, stimmt weiter östlich im Einschnitt des Sulzbaches nicht mehr überein, und weiter westlich im Speer-Flibachgebiet lässt sich ebensowenig die gleiche Einteilung aufstellen. Zwar sind wahrscheinlich die auf der Karte ausgeschiedenen Sandsteine auf der Matthöhe die Fortsetzung der Sandsteinzone des Zwischenwaldes.

Es bleibt mir noch übrig, die Gründe dafür anzugeben, weshalb die unter *b* angeführten Mergel, die in den wilden „wüsten Pleiggen“¹⁾ vorzüglich aufgeschlossen sind, auch wirklich der Molasse angehören: Das Gestein ist 1) lithologisch verschieden von Flyschmergel, 2) soweit sichtbar scharf nach oben begrenzt durch typischen Wildflysch, 3) durch ruhige und mit dem liegenden Sandstein parallele Schichtlage von 60—75° Südostfall ausgezeichnet, 4) führt ein allmählicher Übergang in den liegenden typischen Molassesandstein und von diesem in die Zone der Nagelfluh.

Während in der jüngsten Molasse des Gebietes Weesen grobe (bis grübste) Nagelfluh vorherrscht, finden wir somit im Zwislenwald im Gegenteil in der hier relativ jüngsten Molasse keine Nagelfluh, sondern mächtige, weiche Mergel.

Landschaftlich kommt die erwähnte Gliederung in dem rundlichen Hügelrücken zwischen Mattstock und Goggeien nicht weiter zum Ausdruck, als dass die obere Grenze der Pleiggen ziemlich genau die Grenze gegen den Flysch angibt. Der Mergel scheint eine steilere Böschung als der Sandstein zu ertragen. Bei einem Überblick vom Rahberg (Mattstock) oder vom Goggeien aus kann man fast nicht begreifen, dass der genannte Waldrücken tektonisch scharf zweigeteilt ist (vergl. Photogr., Taf. V, und Walenseekarte).

5. Profil im Sulzbach, westlich des Goggeien.

Erst nach viermal erneutem Studium ist mir dieses merkwürdige, stratigraphisch und tektonisch äusserst schwierige und bisher sozusagen unbekannte Profil in der Hauptsache klar geworden. Die Einzelheiten sind im Text zu Fig. 4 notiert, auf die ich verweise. Auf der östlichen Bachseite stehen in der streichenden Fortsetzung vom oberen Teil der Molassezone Flyschgesteine statt Nagelfluh an, so dass man bei stratigraphischer Beobachtung nur das westliche Bachufer berücksichtigen darf.

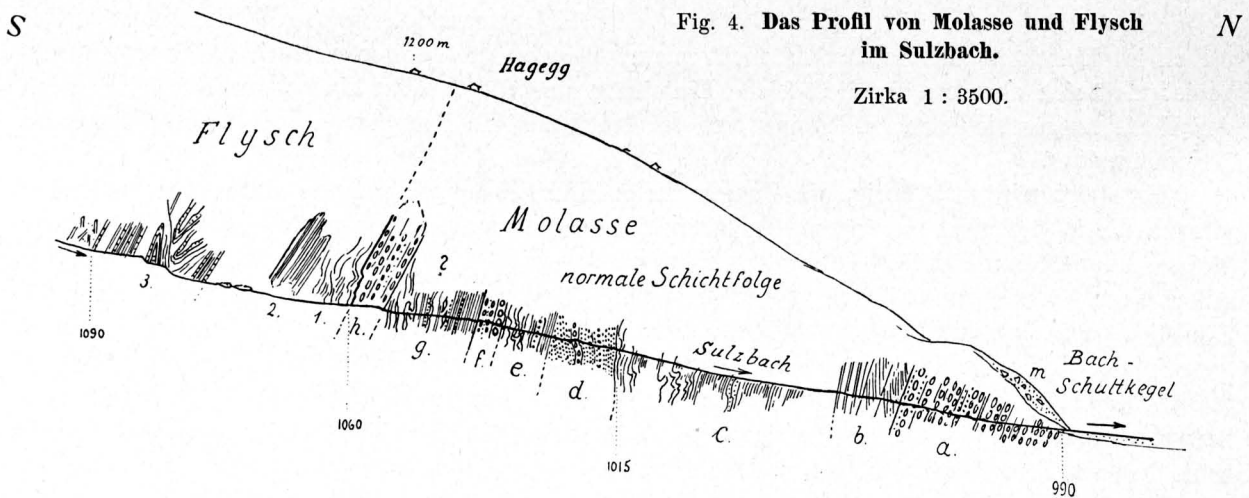
Vor allem auffallend ist die gänzlich verschiedene Schichtfolge gegenüber dem benachbarten Zwislen- und Goldacherwald, obwohl wir uns in dessen streichender Fortsetzung befinden (Karte).

An Stelle der Sandsteinzone finden wir die Schichten *b*, *c*, *d* der Fig. 4, also vorherrschend grüne und grünliche Mergel und nur im oberen Teil (*d*) typische Molassesandsteine. Dazu kommt noch feinkörnige Nagelfluh mit Milchquarzgeröllen, wie ich sie sonst nur aus dem Flysch kenne.

Zu welcher Zone des Zwislenwaldes die auffallend roten und grünen Mergel *e* und die darüber folgende höchst eigenartige bunte Sedimentnagelfluh *f* gehöre, lässt sich gar nicht ermitteln. Es sind andere, dort nicht vorhandene Bildungen. Eine solche Nagelfluh, in der

¹⁾ Das Wort „Pleigge“ wird von den Amdener Sennen für einen frischen, zirkusartigen Abriss im Mergelfels angewendet. Da ein solches bequemes Wort nicht bekannt zu sein scheint, ist es zweckmässig, dieses in der Literatur einzuführen.

bis über kopfgrosse glatte Gerölle mit roter oder dunkelgrüner Oberfläche in gleichfarbigem Ton eingebettet liegen, habe ich im ganzen Gebiet sonst nirgends gesehen. Das grösste beobachtete Gerölle ist ein $40 \times 30 \times 40$ cm grosses Ölquarzitgerölle von gleichem Gestein, das so häufig als Blöcke im benachbarten Flysch vorkommt. Ebenso überrascht war ich durch das Auffinden einzelner grosser kristalliner Gerölle, wie das eines rosenroten, doppeltkopfgrossen, an Habkerngranit erinnernden, sehr quarzreichen Granites mit Muscovitglimmer und Hornblende. Die meisten Gerölle scheinen jedoch eocäne(?) Sandsteine zu sein. Über der nur 10 m dicken Nagelfluhlage



- a = Kalknagelfluh mit faustgrossen Geröllen.
- b = Schwarzgrüne Mergel mit grünlichen Quarzitbänken ähnlich Flysch. Streichen E 15° N, annäherd vertikal.
- c = grünliche und braune weiche Mergel und Schiefer, stellenweise gefältelt und zerknittert, enthalten eine 1 m dicke glimmerhaltige Sandsteinbank, auch einzelne grüne und rote Schlieren. Östliche Bachseite mit Moräne verdeckt.
- d = zirka 30 m gewöhnlicher Molassesandstein, zum Teil grober Quarzsand, enthält eine 1 m dicke Bank von feinkörniger Nagelfluh mit bis nussgrossen Milchquarzgeröllen, sehr ähnlich gewissen Flyschkonglomeraten.
- e = zirka 25 m rote und grüne Mergel; unten 5 m grüne Mergel und Kalkbänke (Str. E 35° N, 70° S Fall), darüber zirka 20 m rote (und grüne) Mergel mit Sandstein und kleinen Bänken von feinkörniger Nagelfluh, zerknittert mit vertikalen Fältelungsachsen! Schlieriger Übergang in
- f = 10 m bunte, grobe Sediment-Nagelfluh. Unten 3 m Bank mit oberflächlich intensiv roten und grünen Sedimentgeröllen, mit einem doppelt kopfgrossen rötlichen Muscovit-Granit und einem zirka (30 dm)³ grossen grünen Ölquarzitgerölle. Oben zirka 7 m grüne Nagelfluh, mit einzelnen grossen, vollkommen gerundeten Geröllen in dunkelgrünem (oder rotem) Ton eingebettet. Meistens grobe (eocäne?) Sandsteingerölle. Scharfe Grenze gegen
- g = 35–40 m braune Mergel, in der Mitte auch grüne und schwarzgraue Schlieren mit grünen Ölquarzitbrocken, flyschartig. Stellenweise stark gequält, mit Schwärmen gefältelter Calcitadern. Molasse?
- h = 20 m? Felswand von typischer grober Speernagelfluh. Kalkgerölle meist faustgross; auch bis kopfgross, darunter auch vereinzelte Granite. Str. E 20° N, Fallen 60° S. Keine östliche Fortsetzung, sondern abgebrochen und von Flysch-Mergel umschlingelt. Scharfe Grenze gegen
- Flysch {
- 1 = 25 m braune und grünliche Mergel, wahrscheinlich Flysch, mit Kalklinsen und glimmerigen Kieselkalklagen im oberen Teil. Übergang in
- 2 = 15 m Fucoidenschiefer. Hell gelblichgrau angewitterte, vorspringende Felsen. Plattig zerfallende, körnige Mergelschiefer mit Pyritkonkretionen und massenhaft dunkeln Fucoiden (*Phycopsis Targionii*) auf den Schichtfugen. Str. E, Fallen 55° S.
- 3 = 50+x m schwarzgraue Mergel mit dichten und feinstkörnigen, inwendig dunkelgrauen und gelblichen Kalk- und klingenden Kieselkalkbänken, meist 5–20 cm, aber auch bis 2 m dicke Bänke; stellenweise enorm gequält, zerknittert oder zerbrochen.
- m = Lokalgletscher-Moräne.

folgen mit scharfer Grenze braune und grünliche Mergel (*g* in Fig. 4). Ich fand darin kleine schwarzglänzende Kohleschmitzchen, ferner grüne und schwarzgraue Schlieren mit grünen Ölquarzitbrocken, die aussehen wie Flysch und Zweifel erwecken, ob sie nicht dem Flysch angehören. Endlich folgt abermals eine Felswand von braun angewitterter Kalknagelfluh, die von der echten Speernagelfluh nicht zu unterscheiden ist. Auf die tektonischen Verhältnisse komme ich später zu sprechen.

Stellenweise erhält man den Eindruck, es könnten die oberen Molasseschichten im Sulzbach teilweise marinen Ursprunges sein — doch müssten zu einer Feststellung der Facies noch mikroskopische Studien vorgenommen werden. Es wäre überhaupt wertvoll, dem merkwürdigen Profil des Sulzbaches durch eine lithologische Spezialuntersuchung näher zu rücken.

6. Facieswechsel.

Nach GUTZWILLER (1887, p. 10) ist die Zone der Kalknagelfluh (Speernagelfluh) gegenüber den nördlicheren Nagelfluhzonen durch grösste Gerölle ausgezeichnet. Wenn wir uns nun innerhalb der Speernagelfluh mit Hilfe von Blatt IX geol. 1:100,000 eine Übersicht zu verschaffen suchen, so bemerken wir, dass die von FRÜH beschriebene grösste Nagelfluh des Biberlikopfes ungefähr das gleiche stratigraphische Niveau wie die grösste Nagelfluh am Flibach (Punkt 908 der Walensee-karte) einnimmt, und dass die grobe Nagelfluh vielleicht einem ähnlichen Niveau entspricht. Wir können unter Berücksichtigung zahlreicher Streichmessungen den folgenden vorläufigen Versuch einer Parallelisierung der Molasseschichten aufstellen (siehe Tabelle p. 30).

In der nachstehenden Tabelle sind die Gegenden und Gebirgszonen im Grundriss dargestellt; die gewellte Linie bedeutet den Dislokationskontakt (Überschiebung) des helvetischen Alpengebietes auf das angefressene Molassegebirge.

Die Faciesdifferenzen lassen sich auf der Tabelle leicht überschauen, indem die gleich hoch gesetzten Molassebildungen ein ähnliches stratigraphisches Niveau in der normalen Schichtfolge bezeichnen. Besonders auffallend und isoliert treten die Mergel- und Sandsteinzone des Zwislenwaldes hervor. Gegen Westen, wo im Flibachgebiet die gleichalterige Molasse wieder zum Vorschein kommt, finden wir in der Hauptsache Nagelfluh ohne besonders mächtige oder auffallende Zwischenbildungen. Auch gegen Osten scheinen diese Zonen wenigstens teilweise durch Nagelfluh vertreten zu sein (Sulzbach). Weiter östlich sind zwar die Aufschlüsse spärlich; aber wir finden wieder an der Thur mehrfache Nagelfluhrippen. Die dort südlichste Molasse bei Stein wird durch einen Hügelzug von kompakter Kalknagelfluh gebildet.

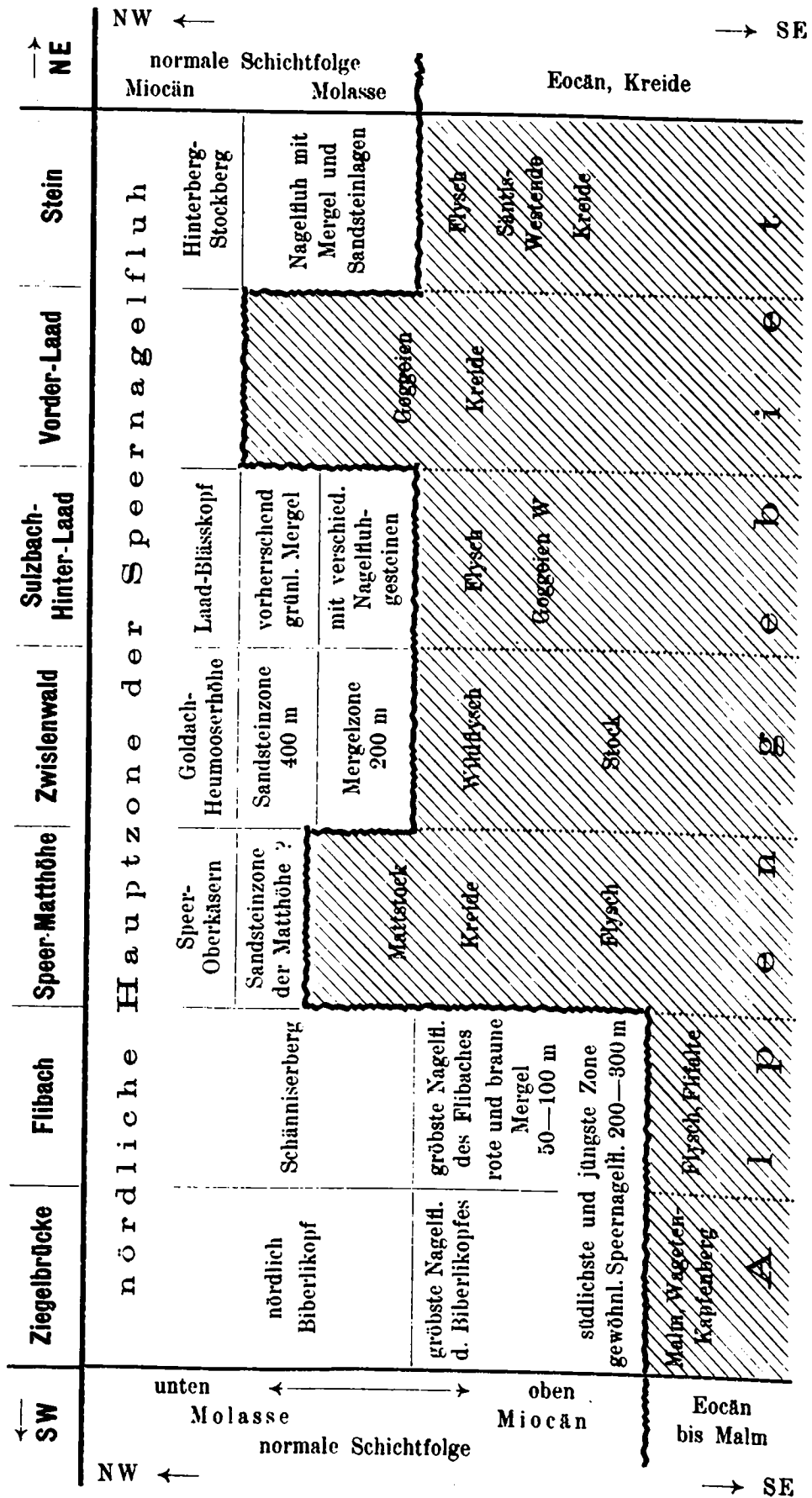
So scheint also der Zwislenwald für den dort obersten Teil der Molasse ein Centrum von Sand und Schlammablagerungen zwischen zwei benachbarten Gebieten gleichzeitiger periodischer Geröllanschwemmungen (Stein, Flibach) zu sein.

7. Geschichtliches.

A. GUTZWILLER gibt 1877 p. 78 vom Sulzbach ein detailliertes Profil, das ARNOLD ESCHER aufgenommen hatte. Da keine Zeichnung vorliegt, und die Mächtigkeiten mit den von mir notierten nicht übereinstimmen, kann ich nicht ermitteln, welche Schichten ESCHER im einzelnen Falle gemeint hat. Sicher ist, dass auch ESCHER die aussergewöhnliche Ausbildung der Schichtfolge im Sulzbach aufgefallen ist; denn er hält die Konglomerate, Mergel und Sandsteine grösstenteils für Eocän. Ich betrachte hingegen die genannten Schichten als eine abnorme Ausbildung der Molasse. Das Profil von ESCHER (l. c.) wird immerhin seine Bedeutung behalten, insbesondere, weil es Tatsachen enthält, die mir nicht aufgefallen sind.

Die Darstellung von BURCKHARDT 1893 entspricht nicht meiner Auffassung. Er schreibt p. 27: „Es ist also in hohem Grade bemerkenswert, dass auch hier wiederum die roten Mergel am Kontakt

Schematische Darstellung des Alpenrandes zwischen Linth und Thur,
in Vertikalprojektion gedacht.



auftreten“, und zeichnet in Profil 18, Taf. III, einen vertikal konkordanten Kontakt von Flysch an 100 m mächtige rote Molasse-Mergel. Am Kontakt ist jedoch weder roter Mergel noch vertikale Schichtlage vorhanden.

8. Lagerung der Gerölle.

Auf dem Weg von der Ober-Käseralp bis zum Speer konnte ich an mehreren Stellen deutlich beobachten, wie die Gerölle dachziegelartig übereinanderliegen, derart, dass das südlichere Gerölle das nächst nördlichere bedeckt. Aber nicht überall ist diese Erscheinung deutlich. Es folgt daraus auf alle Fälle, auch wenn die Nagelfluh verkehrt liegen würde, dass die Gerölle von Süden oder Südosten her angeschwemmt wurden.

9. Art der Gerölle.

Die Bestimmung der Art und Herkunft der Gerölle bietet ausserordentlich viel Schwierigkeiten und fordert eine umfassende Vorkenntnis aller Gesteine und Faciesgebiete der Alpen und Dinariden, wie sie mir nicht zu Gebote steht.

Während es so nicht meine Aufgabe sein kann, die sämtlichen Gerölle zu bestimmen, wie es FRÜH 1887 zuerst versucht hat, habe ich doch vor allem die Frage zu beantworten: Gibt es Gerölle der helvetischen Facies, die aus dem an das Nagelfluhgebirge angrenzenden Alpengebiet abgeleitet werden können? Diese Frage ist bisher mit ja beantwortet worden. Ich komme in Bezug auf das Mesozoikum zu einem anderen Resultat.

Besonders häufig sind in der Speernagelfluh, wie FRÜH 1877, p. 54, betont, gelblich angewitterte Kalke und Sandsteine. FRÜH hält sie für Flysch und erwähnt, dass diese Gesteine „in den dem Eocän und der Kreide benachbarten Schichten bis 80 % der Gerölle umfassen“ (l. c. p. 54). Allein solche gelbliche Kalke habe ich in der Mattstockgruppe nur selten in ähnlicher Ausbildung gefunden, am ehesten noch im Sulzbach (blau gestrichelt in der Karte). Wenn es wirklich Flyschgesteine sind, was ich noch nicht unterschreiben möchte, so sind es aus südlicheren Faciesgebieten stammende Flyschgesteine.

Besonders günstig für das Studium der Geröllzusammensetzung sind eine Anzahl von frisch bei der Verbauung des Flibaches 1906 gesprengten Nagelfluhblöcken bei der untersten Talsperre bei Mettlen (Walenseekarte 1:25,000) nördlich Müligade (vergl. Spezialkarte 1:3000 der Flifalte, Taf. XIV). Es sind Bergsturzböcke, die aus dem oberen (nicht aller obersten) Teil der Speernagelfluh von Schluchen bis Tschirplatten herkommen.

Mein Vater und ich notierten von einem grossen Blocke unmittelbar nördlich der untersten Talsperre (bei $\times 460$ der Spezialkarte 1:3000):

Grödener Sandstein? mehrere bis halb faustgrosse Gerölle von rot und grün gekörntem Sandstein ¹⁾.

Muschelkalk ostalpin, nach Mitteilung meines Vaters gleich wie am Rand der Silvretta, häufige, gut gerundete bis halbkopfgrosse Gerölle.

Hauptdolomit, sehr häufige bis über kopfgrosse Gerölle.

Dachsteinkalk, ein faustgrosses, typisches und zwei halb kopfgrosse weniger typische Gerölle.

Lias-Fleckenmergel? einzelne Gerölle.

Marmo d'Arzo = unterster Lias südalpin 1 Gerölle?

Lias mit Hornstein, südalpin, schwarzgrau, genau gleich wie in der Mte. Generoso-gruppe; auch gebleichte Gerölle wie im Pontegana-Konglomerat ²⁾ 5 Gerölle beobachtet, eines 12 cm Durchmesser.

¹⁾ Herr Prof. Dr. BLAAS, Innsbruck, hatte die Freundlichkeit, solche Sandsteingerölle durchzusehen. Er hält sie nicht ganz typisch für Grödener Sandstein, weiss aber auch nicht, wo sie sonst unterzubringen wären.

²⁾ Vergl. ALBERT HEIM: Ein Profil am Südrand der Alpen etc. Vierteljahrsschr. d. naturf. Ges. Zürich 1906.

Roter Radiolarienkalk und Hornstein, oberer Malm, vereinzelt kleine Gerölle = dinarisch bis rätisch.

Klippenmalm (Châtelkalk)? dichter, blaugrauer Kalk in nicht seltenen Geröllen. C. ESCHER-Hess¹⁾ hat aus der Speernagelfluh mikroskopisch identische Gesteine mit dem Tithon der Grabser Klippe gefunden.

Oolith; drei hell gelblich graue, grob oolithische, bis kopfgrosse Gerölle. Auf der polierten Fläche erweisen sich die Körner konzentrisch schalig aufgebaut und in einer dichten Kalksubstanz eingebettet. Focän des Montorfano bei Como?

Grüner Ölquarzit²⁾ nicht selten bis über faustgross; 2 Gerölle identisch Ölquarzitblöcken aus dem Flysch der Amdener- und Fliegenspitmulde.

Grünliche Breccie aus dem Flysch?

Sog. „Flysch-Kalke“ und Kalksandstein. Körnige gelbbraune Kalke, häufige bis kopfgrosse Gerölle; in gleicher Ausbildung unbekannt aus dem Flysch der angrenzenden Alpen.

Kalksandstein, körnig, mit Glimmerschüppchen, in der helvetischen Facies ebenso nicht identisch gefunden.

Dichte, gelbliche Kalkgerölle, weniger häufig, ähnlich wie dichte Flyschkalke aus dem Sulzbach-Goggeien.

Die umliegenden Nagelfluhblöcke im unteren Flibach haben im ganzen den gleichen Charakter. In einzelnen Blöcken sind rote Radiolarite viel häufiger, jedoch meist in kleinen, nuss- bis eigrossen Geröllen; ferner ostalpine (und südalpine?) Trias massenhaft, südalpin-dinarischer Lias-Hornstein typisch in mehreren Geröllen; Glimmersandstein = fraglicher Flysch von fremdem Charakter.

Bei 475 m fand mein Vater im Flibach in einem Molasseblock aus Sandstein und feinkörniger Nagelfluh nebeneinander:

Roten Nummulitenkalk³⁾ in zwei kleinen Geröllen mit weisschaligen dicken Nummuliten, wie diejenigen aus dem Molassemergel. (Fig. 3.) Damit vergesellschaftet grünen Ölquarzit und grauen Lias-Hornstein.

Quarzitsandstein findet man vereinzelt in der Nagelfluh des Flibachgebietes. Ähnliche Gesteine gibt es im autochthonen Flysch des Sernftales und im Bündnerschiefer.

Milchquarz, durchscheinend, fand ich in bis nussgrossen Geröllen im Sulzbach (d in Fig. 4). Das anstehende Gestein ist unbekannt.

Kristalline-Gerölle notierte ich vom Bett des Sulzbaches nahe am Flyschkontakt (vergl. f und h in Fig. 4), ferner vereinzelt am Weg und im Flibach bei Punkt 908 der Karte westlich Hint. Fliwald; nämlich Granit, Glimmerschiefer (von FRÜH, GUTZWILLER und ESCHER-Hess nicht erwähnt), und Flasergneis (= Augengneis? von FRÜH).

Basische kristalline Gesteine scheinen in der miocänen Nagelfluh des Speergebietes ebenso zu fehlen wie in den Blöcken im Flysch.

10. Grösse der Gerölle.

Die grössten Gerölle, die FRÜH fand, haben 50—60 cm Längsdurchmesser und stammen vom Biberlikopf bei der Station Ziegelbrücke. Auf dem Gebiet des Kartenblattes fand ich die grösste Nagelfluh an der genannten Stelle, Punkt 908, am Flibach:

¹⁾ C. ESCHER-Hess 1907, p. 27.

²⁾ Solchen auch gefunden bei Ober-Käserenalp am Speer, ferner mächtiges Gerölle im Sulzbach (f in Fig. 4, p. 28) und vor allem im roten Molassemergel am Flibach (vergl. p. 25).

³⁾ Nummulitenkalkgerölle werden von GUTZWILLER 1877, p. 11, und FRÜH 1887, p. 55, nur vom Sulzbach ob Tergeten erwähnt und beschrieben als „graulich-grüner Kalk voll der gleichen Nummuliten wie im benachbarten Anstehenden, sind jedoch selten“.

ein 70 cm langes Gerölle von zweiglimmerigem Flasergneis!
mehrere Kalkgerölle von 50 cm Durchmesser,
ein sandiges Kalksteingerölle (Flysch?) von 40 cm²,
ein Dolomit mit gelber Verwitterungsrinde, 30 cm².

Diese grösste Nagelfluhbank ist begleitet von wenig mächtigen Bänken mit sandigem Mergel, Sandsteinplatten, braunem Mergel und weniger grobkörniger Nagelfluh. Der Gesteinswechsel ist in vertikaler Richtung so rasch, dass sich braune, geröllfreie Mergel und kopfgrosse Gerölle 2 m nahe treten. Die beschriebene grösste Nagelfluh liegt nahe am Flyschkontakt und gehört zur jüngeren, aber doch nicht allerjüngsten Speernagelfluh. Darüber folgt weiter südwestlich wieder normal grobe Nagelfluh mit faustgrossen Geröllern. Eine Gesetzmässigkeit der Geröllgrösse innerhalb der Speernagelfluh des Kartengebietes ist mir nicht aufgefallen. Die beschriebene grösste Bank gehört in den unteren Teil der zirka 300 m mächtigen jüngsten Nagelfluhbildungen (vergl. Tabelle p. 30).

Beim Schiffeli (Fli) fand ich in einem Bergsturzblock ein 60 cm langes Gerölle von weissem Quarzitsandstein mit roter Rinde, dessen Anstehendes mir aus dem angrenzenden Alpengebiet unbekannt ist.

Meter- und mannshohe Gerölle, wie STUDER und BACHMANN angaben, habe ich ebensowenig wie FRÜH gefunden.

11. Herkunft der Gerölle nach Faciesgebieten.

Südalpine (dinarische) Facies

typisch sind die dunkeln Lias-Hornsteine; vielleicht stammen auch die roten Radiolarite, sowie viele Dolomite, Triaskalke und Flyschkalke aus den Südalpen. Typischer Biancone ist allerdings bei Weesen nicht bekannt, dagegen fand mein Vater neuerdings solchen vom Rossberg bei Goldau.

Ostalpine Facies

sehr reichlich vertreten. Die Triaskalke und Dolomite bilden allein z. B. am Flibach die Hälfte oder mehr als die Hälfte der Geröllmasse.

Präalpine (vindelicische) Facies.

Dazu gehören wenige, von C. ESCHER-HISS durch mikroskopische Untersuchung als identisch mit dem Tithon vom Berglitenstein bei Grabs bestimmte weisse Kalkgerölle. Der Radiolarit scheint nicht dieser Facies zu entstammen, da die mit ihm in der „rätischen Decke“¹⁾ stets vergesellschafteten ophiolithischen Eruptiva in der Speernagelfluh unbekannt sind.

Penninische Facies

noch nicht nachgewiesen.

Helvetische Facies.

Nach unzweideutigen vortertiären Gesteinen der helvetischen Facies habe ich vergeblich gesucht. Verrucano fehlt²⁾.

Zu den von FRÜH (1877, p. 55) und C. ESCHER-HISS (1907, p. 78) erwähnten häufigen Schrat-tenkalkgeröllern muss ich ein grosses Fragezeichen setzen. Wir finden in der helvetischen Facies vom Schrattekalk in einzelnen Geröllern ununterscheidbare Gesteine im Valangien und

¹⁾ Vergl. G. STEINMANN: Die Schardt'sche Überfaltungstheorie etc. Ber. d. Naturf. G. Freiburg i. B., 1905.

²⁾ ARNOLD ESCHER v. D. L. schreibt in Tagebuch IV 109 „von den tausenden, im Flibach umherliegenden Nagelfluhblöcken“: „Sehr auffallend und bemerkenswert ist auch, dass in der Nagelfluh des ganzen Sernftbeckens“ (= Linthgebiet) „nie ein einziges Stück von Sernfittkonglomerat gefunden worden ist. Ebenso dürfte es sehr schwer halten, Gneis- oder Granitabänderungen in den Alpen“ (gemeint Zentralmassive) „in der Nagelfluh überhaupt nachzuweisen. Also wahrscheinlich Bildung der Nagelfluh vor dem Auftreten der Sernfittkonglomerate und der Alpengranite und Gneise an die Oberfläche“.

H. FAY: Zur Heimatbestimmung der Nagelfluh, Bern 1892, p. 16. glaubt am Thunersee sicheren Verrucano gefunden zu haben.

dem oberen Malm. und auch aus der „Klippen“- und ostalpinen Facies sind ähnliche Gesteine bekannt. Das sichere Erkennen von Schrattenkalk ist fast unmöglich.

In der instruktiven Nagelfluhsammlung, die FRÜH im Polytechnikum Zürich aufgestellt hat, befinden sich als Schrattenkalk bezeichnet mehrere Gesteine, die in der Tat als Schrattenkalk angesehen werden können; darunter aber auch eine Art Oolith, den ich nie im Schrattenkalk gefunden. der jedoch mit dem oben genannten exotischen Oolithkalk übereinstimmt.

Auch helvetische Neocom- und Gaultgerölle sind für mich mehr als fraglich.

Typischen Seewerkalk, der im angrenzenden Alpengebiet eine so hervorragende Bedeutung und Mächtigkeit erreicht und vor dem Schrattenkalk hätte abgewittert sein müssen, haben weder GUTZWILLER, FRÜH, ESCHER-HÜSS, noch ich im Speergebiet gefunden. Auch die Basisschichten des Eocäns, der Assilinengrünsand, ist unbekannt.

Anders verhält sich die Frage bei den Flyschgesteinen. Während die grosse Hauptmenge der sog. Flyschgerölle einen entschieden fremden Charakter¹⁾ hat, müssen wir zugeben, dass es darunter Gesteine gibt, die identisch mit solchen der helvetischen Flyschgebiete sind (Ölquarzit, Nummulitenkalk). Auch die sauren kristallinen Gesteine könnten möglicherweise zum Teil aus exotischen Blöcken des helvetischen Flysch stammen²⁾. Aber die Nummulitenkalkgerölle sind mit wenigen anderen eocänen die einzigen, die der helvetischen Facies zugeschrieben werden müssen³⁾.

FRÜH hat 1877 zuerst durch umfassende Studien den fremden Charakter zahlreicher Gerölle festgestellt, glaubte jedoch, dass die Mehrzahl der Gerölle der Speernagelfluh „mit hoher Wahrscheinlichkeit aus den angrenzenden Eocän- und Kreidegebieten stammen“ (l. c., p. 54).

C. ESCHER-HÜSS kommt durch seine Untersuchungen meiner Auffassung bedeutend näher, indem er von den Geröllen der Ostschweiz schreibt: „Wenige nur stimmen mit den Gesteinen der anstossenden Alpen überein“ (l. c. 1907, p. 43).

Die Hauptmenge der Gerölle entstammen der süd- und ostalpinen, vereinzelte der präalpinen Facies. Von der helvetischen Facies sind nur im eocänen Flysch sicher identische Gesteine⁴⁾ zu finden.

Ich muss also den fremden Charakter der Nagelfluhgerölle noch viel schärfer betonen, als es bisher geschehen ist. Selbst die grössten, von mir beobachteten Gerölle sind als anstehende Gesteine am Alpenrand der Ostschweiz unbekannt. Der Ferntransport grosser Gerölle auf einige hundert Kilometer ist wohl denkbar⁵⁾.

Die oben gegebenen Gesteinsdiagnosen, sowie die sich daran knüpfenden Ableitungen enthalten selbstredend positiver Sicherheit und sind nur als Annäherungswerte zu betrachten.

12. Ist die Molasse über die alpinen Decken hinweggegangen?

Auf diese Frage habe ich bereits in *Eclogæ* 1907, p. 417—418, die verneinende Antwort gegeben. Es ist notwendig, die Gründe an dieser Stelle kurz zusammenzufassen, weil in den

¹⁾ C. ESCHER-HÜSS schreibt 1907, p. 43, vom Rossberg: „Die grosse Mehrzahl der Gerölle besteht in Sandsteinen und Kalksteinen, die keiner der vorgenannten Altersstufen zugezählt werden können und somit in den Bereich der Flyschstufe gehören müssen. Es ist zwar beizufügen, dass ich viele von ihnen im anstehenden Flysch nicht gefunden habe“.

²⁾ Gegen Abstammung aus exotischen Blöcken des helv. Flyschs spricht die relative Seltenheit der im Flysch am häufigsten vorhandenen harten Breccien.

³⁾ Taveyannaz-Sandstein, für das ursprünglich nördliche Gebiet der helvetischen Facies (autochthon) besonders charakteristisch, ist unbekannt in der Speernagelfluh.

⁴⁾ Selbst für Flyschgesteine, so sehr sie z. T. mit der Facies der angrenzenden Gebirge übereinstimmen, ist die helvetische Herkunft noch nicht absolut einwandfrei — denn „es lassen diese Steinarten, Nummulitenkalksteine und Fucoidenschiefer, sich bis an den Lago Maggiore und selbst nach Piemont hinein verfolgen“. STURER: *Geologie d. Schweiz*, 1851. I, p. 483.

⁵⁾ Meinem Freund Dr. H. HIRSCHI verdanke ich die Mitteilung, dass in Nord-Sumatra selbst vereinzelt bis m³ grosse Granitblöcke in Flussbetten wahrscheinlich viel über 100 km vom Anstehenden hergeschwennt wurden.

neuesten tektonischen Arbeiten von *Steinmann*¹⁾ eine bildliche Darstellung der Abschwemmung von den Decken südlicher Herkunft und einer sekundären Umstülpung der angeschwemmten Nagelfluh durch einen letzten erneuten Vorstoss der Decken gegeben worden ist, und auch *C. Schmidt*²⁾ die Molasse wie den Flysch über die helvetischen Decken hinwegzeichnet. Gegen diese Auffassung, die zwar einige Tatsachen bequem erklären würden, sprechen:

1. Vorkommen von Geröllen, deren Gesteine aus den höheren Decken nicht bekannt sind, und die offenbar südalpin-dinaridischen Ursprunges (südlich der Deckenwurzeln) sind (z. Beispiel Lias mit Hornstein).
2. Normale, südfallende Schichtlage der Molasse unter die alpinen Decken hinein; Fehlen einer synclinalen Umbiegung.
3. Überschiebung der helvetischen Decken auf die Schichtenköpfe der Molasse; Denudation des Nagelfluhgebirges vor der Brandung der Alpen³⁾.

Daraus geht hervor, dass die Molasse nie die entwickelten alpinen Decken überdeckt haben kann.

Nach meiner Auffassung erfolgte der Haupttransport der Nagelfluhgerölle vor der Deckenbildung³⁾. Das Nagelfluhgebirge ist wohl zum Teil ein alter Schutt aus den autochthonen Südalpen und dem Wurzelgebiet der präalpinen und ostalpinen Decken. Die fertigen ostalpinen und präalpinen Decken am jetzigen Nordrand der Alpen haben keine Gerölle für die Nagelfluh, sondern erst für den pliocänen und diluvialen Schutt geliefert. Die Decken haben den gleichen Weg tektonisch zurückgelegt, auf dem schon vorher die Nagelfluhgesteine dahengerollt kamen.

13. Bemerkungen zur Walenseekarte.

Der weitaus grösste Teil der Molasse des Kartenblattes enthält vorherrschend Nagelfluh; sie ist unter der Bezeichnung „Molasse mit Nagelfluh“ braun ohne Zeichen kartiert. Die Sandsteinzone des Zwislenwaldes und die Sandsteine der Matthöhe sind durch braune Punktierung hervorgehoben. Mit brauner Strichelung ist die Mergelzone des Zwislenwaldes und die auffallende Einlagerung brauner und roter Mergel vom Flibach gegen SW kartiert. Damit soll jedoch nicht gesagt sein, dass diese beiden Mergelzonen einander entsprechen.

¹⁾ G. STEINMANN: Geologische Probleme des Alpengebirges. Zeitschr. d. Deutsch. u. Österr. Alpenvereins, 1906, Bd. 37.

²⁾ C. SCHMIDT: Führer zu den Exk. d. Deutsch. geol. Ges., Basel 1907, Taf. I, Fig. 1 und 2. — C. SCHMIDT: Eclogæ geol. helv., Vol. IX, Nr. 4, 1907. Pl. 12, Fig. 1 und 2.

³⁾ In Übereinstimmung mit meiner Auffassung schreibt C. ESCHER-HESS, 1907, p. 43—44, vom Rigi-Rossberg Gebiet: „Die Ähnlichkeit einiger Granitgerölle mit dem Gasterngranit, der heute tief unter den Sedimenten liegt, könnte vielleicht vermuten lassen, dass auch anderwärts in den Zentralalpen noch solche Granite in der Tiefe liegen, die einmal an der Oberfläche der Erosion ausgesetzt waren, und bei Anlass der grossen Überschiebungen dem Auge entzogen wurden.“

Nummuliten- und Flyschbildungen, Eocän.

Einleitung.

Bis zur neuesten Zeit bezogen sich Stratigraphie und Tektonik der östlichen Schweizeralpen fast ausschliesslich auf das mesozoische Gebirge. Nummuliten- und Flyschbildungen wurden nicht eingehend studiert. Der Flysch wurde mit Ausnahme der Fucoiden als fossil leer erklärt und als Obereocän oder Oligocän betrachtet, während für die darin eingeschlossenen Nummulitenkalke mitteleocänes Alter in Anspruch genommen wurde. F. J. KAUFMANN machte von der allgemeinen Ansicht insofern eine Ausnahme, als er an Hand seiner umfassenden Studien in den zentralen Schweizeralpen die Zugehörigkeit einer grossen Zahl von Nummulitenkalken zum Flysch erkannte, den Flysch infolgedessen als fossilreich bezeichnete und beiden das gleiche Alter zuschrieb.

Die neuesten Untersuchungen haben auch für die östlichen Schweizeralpen die Resultate KAUFMANN'S im ganzen bestätigt. J. OBERHOLZER hat als erster die ungeheure Flyschmasse des Glarnerlandes gegliedert¹⁾, durchgreifend kartiert²⁾ und damit auch zum erstenmal eine Tektonik des alpinen Flysch begründet.

Eine unentbehrliche Vorarbeit für die vorliegende Monographie bietet meine Abhandlung über „Die Nummuliten- und Flyschbildungen der Schweizeralpen“, auf die ich hier verweise. Die facielle Lage des Eocän der Churfürsten-Mattstockgruppe ist darin gekennzeichnet, eine kurze Übersicht über die Stratigraphie gegeben und zahlreiche Nummuliten und Orthophragminen aus diesem Gebiete abgebildet und beschrieben. Ich habe an jener Behandlung nichts zu ändern. Die Angriffe auf meine Parallelisierungen von Seiten meines Freundes JEAN BOUSSAC³⁾ in Paris beziehen sich nicht auf die Ostschweiz und brauchen deshalb auch hier nicht wieder erörtert zu werden. Ich hatte vielmehr im Sommer 1908 die Freude, Herrn BOUSSAC in das Flibachgebiet führen zu können und hier von ihm meine Auffassungen bestätigt zu finden.

Einige Resultate der vorliegenden Arbeit mögen zur Übersicht vorausgeschickt werden:

1. Abtrennung eines mächtigen Kreide-Mergelkomplexes vom bisherigen tertiären Flysch³⁾.
2. Durchgreifende Abtrennung und Kartierung des Assilinengrünsandes der Bürgenschichten von der hangenden Flyschserie.
3. Kartierung lithologisch verschiedener Bildungen der Flyschgruppe.
4. Unterscheidung von drei verschiedenen Faciesgebieten.
5. Studium und Kartierung einer grösseren Zahl von exotischen Blöcken.
6. Paläontologische Untersuchung der Nummulitenbildungen.
7. Mitteleocänes, nicht oligocänes Alter der Flyschbildungen.

Übersicht.

In der Mürtshendücke, der Flifalte, am Kapfenberg bei Weesen und ebenso an den meisten Stellen am Nordrand der Säntisdecke vom östlichen Säntis bis zum Mattstock finden wir scharf parallel auf dem Seewerkalk transgredierend die Bürgenschichten mit Assilinengrünsand.

¹⁾ In ARNOLD HEIM: Nummuliten- und Flyschbildungen, 1909.

²⁾ J. OBERHOLZER und ALBERT HEIM: Geologische Karte der Glarneralpen, 1910.

³⁾ JEAN BOUSSAC: Sur la distribution des niveaux et des faciès du Mésonummulitique dans les Alpes. CR. Ac. Sc., Paris, décembre 1908.

ARNOLD HEIM: Sur le Nummulitique des Alpes suisses. B. S. G. F. 4^e série, t. IX, p. 25–30, 1909.

JEAN BOUSSAC: Les méthodes stratigraphiques et le Nummulitique alpin. B. S. G. F. 4^e série, t. IX, p. 30–33, 1909.

JEAN BOUSSAC: Observations sur le Nummulitique des Alpes suisses. B. S. G. F. t. IX, p. 179–196, 1909.

ARNOLD HEIM: Observations sur le Nummulitique des Alpes suisses. B. S. G. F. 1910.

JEAN BOUSSAC: Interprétation tectonique du Flysch dit autochtone de la Suisse centrale et orientale. C.-R. Ac. d. Sc.,

Dieser fehlt vollständig in dem weiten südlicheren Gebiet der Sántisdecke (Amden-Wildhaus). Wir können somit in bezug auf den Assilinengrünsand zwei Faciesgebiete unterscheiden:

1. Das ursprünglich nördliche Gebiet der tieferen Decken bis und mit Nordrand der Sántisdecke mit Assilinengrünsand.
2. Das ursprünglich südlichere Hauptgebiet der Sántisdecke ohne Assilinengrünsand.

Über dem Assilinengrünsand folgt im Gebiet der Mürtschendecke, der Flifalte und am Nordrand der Sántisdecke ein weicher Flyschmergel mit Globigerinen, ohne Sandsteinbildungen, mit Nummulitenkalken und -Grünsanden im Flibachgebiet.

Der Flysch am Kapfenberg hat einen ganz anderen Charakter, enthält viel z. T. quarzitisches Sandsteineinlagerungen und steht am nächsten dem Flysch des autochthonen Gebirges.

Obwohl auch reich an Sandsteineinlagerungen, ist doch von den beiden genannten Flyscharten ganz verschieden das weite Hauptgebiet des Flyschs der Sántisdecke (Amden-Wildhaus). Dieser „Flysch mit Sandstein“ oder „Wildflysch“ der Karte ist besonders durch den Gehalt an exotischen Blöcken und überhaupt durch grösste Mannigfaltigkeit der Sedimente ausgezeichnet: dichte Kalke, rote und grüne Mergel, Fucoidenschiefer, Nummulitenkalke und -Grünsande, Lagenmergel, Ölquarzit, Grobsand usw. Wir können somit in bezug auf den Flysch drei Faciesgebiete unterscheiden, die ursprünglich in folgender Reihenfolge von Norden nach Süden folgten:

- | | | |
|-----------------------|---|---|
| Unter der Sántisdecke | { | 1. Flysch am Kapfenberg. |
| | | 2. Flysch-Globigerinenschiefer ohne Sandsteinbildungen; Mürtschendecke, Fli, und Nordrand der Sántisdecke. |
| Auf der Sántisdecke | { | 3. Hauptmasse des Flyschs der Sántisdecke mit Sandstein und exotischen Blöcken (Wildflysch); Amden, Dürrenbach, Sulzbach, Wildhaus. |

Da beim Flysch eine obere stratigraphische Grenze nicht vorhanden ist und wir auch nicht sicher wissen, welches auf dem Kartengebiet die jüngsten Bildungen sind, da ferner die Nummulitenfauna im allgemeinen durch die ganze Mächtigkeit der Flyschgruppe hindurch die gleiche bleibt, kann eine stratigraphisch durchgreifende Gliederung nicht vorgenommen werden. Die Beschreibung des Eocäns wird in folgende Abschnitte zerlegt:

Die Flyschgruppe.

Die anstehenden Flyschgesteine (inkl. Nummuliteneinlagerungen).

Kapfenberg.

Mürtschendecke.

Flibachgebiet.

Nordrand der Sántisdecke.

Hauptgebiet der Sántisdecke.

Die Blöcke im Flysch.

Alter und Facies des Flyschs.

Die Bürgenschichten, Assilinengrünsand.

Die Flyschgruppe.

A. Die anstehenden Flyschgesteine (inkl. Nummuliteneinlagerungen).

1. Kapfenberg

(Flysch von autochthonem Charakter, auf der Walenseekarte durch braune Punkte unterschieden).

Auf der Ostseite des Kapfenberges bei Weesen findet man den Flysch in einer Ausbildung, die ich sonst nirgends, weder im Sántis, noch in der Churfürsten-Mattstockgruppe, in gleicher Weise beobachtet habe. Schon bei meiner ersten Begehung 1904 fiel mir seine Eigenart auf, als ich im Rebberg bei Autis einen braunen und grünlichen, plattig angewitterten glimmerhaltigen

Sandstein an Stelle des von BURCKHARDT 1893 kartierten Schrattenkalkes schlug. Ob der Flysch normal oder verkehrt liegt, lässt sich nicht entscheiden, umsoweniger, als das Streichen annähernd rechtwinkelig zum gewöhnlichen Alpenstreichen geht.

Gelblichgrauer Mergelschiefer mit verschiedenen, 2—10 m dicken Einlagerungen von feinkörnigem, grünlichem Kalksandstein und gröberem grauem oder grünlichem Sandstein mit Feldspat und Glimmer.

Der Mergelschiefer ist oft faserig, die Fasern mit dunklerem glimmerhaltigem Ton belegt; er enthält häufig feinste dunkle Körnchen.

Ein Dünnschliff bei 50facher Vergrößerung erweist sich als dunkelbraun gekörnelt, wobei die dunkeln Körnchen eisenschüssige dichte Kalksteinkerne kleiner Foraminiferen, wahrscheinlich megasphärischer Globigerinen sind. Die Schalen selbst sind meist verschwunden. Mit einiger Wahrscheinlichkeit glaube ich immerhin erkennen zu können:

Globigerina bulloides d'ORB.

Globigerina cretacea d'ORB.

Textularide.

Die Sandsteinbänke sind zum Teil kalkfrei, feinkörnig quarzitisch, andere grobkörnig mit bis 2 mm grossen, frischen, zwillingsgestreiften Feldspäten und 1 mm groben glitzernden Quarzkörnern und weissem Glimmer. Auch findet man zwischen Sandstein und Kalkstein viele mehr oder weniger mit HCl aufbrausende Zwischenformen; so z. B. östlich des Kapfenberggipfels 623 m schieferigen, dunkeln, sandigen Kalk mit plattgedrückten bis 1 mm grossen Glauconitkörnern.

Nach Mitteilung meines Vaters, der mehrmals den Kapfenberg besucht hat, gleicht dieser Flysch am meisten demjenigen des autochthonen Gebietes vom Durnachtal bei Linthal und des Schächengebietes, wo ähnliche Sandsteine mit Taveyannazsandstein wechsellagern. Echten Taveyannazsandstein haben wir jedoch am Kapfenberg nicht gefunden. Wohl aber erwähnt ERNST BLUMER¹⁾ solchen im Flysch der Wagetenkette, der westlichen Fortsetzung des Kapfenberges.

2. Mürtshendecke, Südseite der Churfürsten.

Ob aller Flysch, der auf der Südseite der Churfürsten gefunden wird, der Mürtshendecke angehört, konnte ich nicht sicher entscheiden. Der Mergelschiefer im westlichen Teil des Walenstadterberges könnte möglicherweise auch der Walenstadterdecke angehören. Einzelne Flyschpartien oberhalb Quinten könnten auch als Rudimente der Bächistockdecke gedeutet werden.

Sere. Flyschschiefer ohne Sandstein, normal auf Assilinengrünsand, nahe der Valangienüberschiebung; hie und da mit Fasern und Linsen von feinkörnigem Kalk, aber ohne zusammenhängende Kalkbänke, ohne Nummuliten; zirka 70 m.

Sulzialp-Laubegg. An einigen Stellen, wie bei den Hütten Laubegg, sowie westlich und östlich davon trifft man braunen Mergelschiefer mit rauher Oberfläche, auch gelbliche Schiefer. Sandstein fehlt. Die lithologische Verbindung mit dem liegenden Assilinengrünsand beweist, dass es sich um eocänen Flysch handelt.

Sälsalp. Bei den Hütten Säls findet man entweder auf Seewerkalk oder direkt auf Schrattenkalk einen braunen bis glänzenschwarzen blätterigen Schiefer mit rauher Oberfläche, den ich anfänglich der untersten Kreide zuschrieb, jetzt aber als eine zum Teil mechanische Facies von Flysch betrachte. Was mir besonders auffiel und in der untersten Kreide nicht vorkommt, sind häufige Brocken und kleinere, bis mehrere Dezimeter dicke Blöcke von feinkörnigem Quarzsandstein (ohne Glimmer), die in kleinen, im Mergelschiefer ausgespülten Furchen

¹⁾ Vergl. ERNST BLUMER 1906, pag. 476—477.

liegen. Sie sehen aus wie quarzreicher Glauconitsandstein von der Basis des Gault, können aber hier nicht anderswo herkommen, als aus dem sonst sandfreien Mergelschiefer, auf dem sie liegen. Ob dieser Flysch mit Sandsteinblöcken der Mürtischendecke angehört, ist nicht sicher.

Walenstadterberg. In dem Bach, der von Butz über die Felswände Gürtelberg herabfließt, kann man im Rütliwald über dem weissen Schrattenkalk mit *Orbitolina lenticularis* folgendes Profil von unten nach oben beobachten:

1. Zirka 25 m schwarz glänzender Schiefer mit rauher Oberfläche und schwarz glänzenden Häuten, im oberen Teil am Weg mit grossen Linsen und bis 1 m langen Fetzen von körnigem, hellem Kalk. Mechanische Facies von Flysch(?).
2. 4 m grauer, feinkörniger, feinoolithischer Kalk, gequetscht, ohne scharfe Grenze nach oben und unten = Kalke von unbestimmtem Alter der Karte. Bildet eine kleine Felswand am Weg; gehört wahrscheinlich zur unteren Kreide.
3. Wenige Meter mergeliger, dunkelgrauer Kalk mit roten Punkten.
4. Braungraue Mergelschiefer mit „Körnchen“, mit Lagen von feinkörnigem, dunkelgrauem Kalk. Darüber folgt bald Moräne.

Ob diese Schichtfolge vom Schrattenkalk an aufwärts dem Flysch angehört, wie mit Ausnahme von Nr. 3 in der Karte angegeben ist, kann ich nicht sicher entscheiden. Handelt es sich um Flysch, so ist es eine mir sonst im Flysch der Gegend unbekannte Ausbildung.

3. Flibachgebiet.

a) Flyschmergel.

Die aus Kreide bestehende Flifalte ist in einen mehrere hundert Meter mächtigen Flyschmantel eingehüllt. Er besteht aus gelblichen, bräunlichen, grauen bis grünlichen, mehr oder weniger blätterig-schieferigen Mergeln, die in mehrfacher primärer Wiederholung Nummulitenkalke und -Grünsande in dicken, meist zerrissenen Bänken einschliessen. Stellenweise ist der Mergel etwas feinsandig; nirgends fand ich jedoch eine einzige gewöhnliche Sandsteinbank. Das Fehlen von Sandstein ist ein Charakteristikum des Flyschs der Flifalte.

a) Der untere Teil der Flyschmergel, der das Hangende des Assilinengrünsandes bildet, ist dünn-schieferig, spaltet ebenflächig, wittert gelblich bis bräunlichgrau an, und enthält feine, dunkle Körnchen, die auf der angewitterten Spaltfläche deutlich hervortreten. Die normale Mächtigkeit lässt sich nicht fixieren, da auf der Südostseite der Flifalte die Aufschlüsse zu mangelhaft sind und auf der Nordwestseite tektonische Komplikationen auftreten.

Dieser unteren Abteilung schreibe ich die Mergelschiefer zu beiden Seiten der Kreideregion der Flifalte zu, und zwar (Spezialkarte 1 : 3000, Taf. XIV):

1. Flyschrücken Tafeli-Tal-Plangg.
2. Flyschaufschluss am Kanal unmittelbar südwestlich Oberfligade auf der Südseite des dortigen Nummulitenkalkes.
3. Flysch unmittelbar nordwestlich des Assilinengrünsandes am Felskopf 522.
4. Flysch im Brandbach und nördlich Hochbühl, südlich unter dem Nummulitenkalk Kohlgrub am oberen Rand der Spezialkarte Taf. XIV.

Zwei Dünnschliffe, von nördlich Hochbühl und südwestlich Oberfligade zeigen bei etwa 50facher Vergrösserung genau das gleiche Bild:

Dichter Mergel mit wolkigen, braunen, zum Teil mit FeS₂ feinst imprägnierten Körnchen, glimmerfrei, mit mehr oder weniger feinsten, eckigen Quarzsandkörnchen von 0,05 mm und darunter. Glauconit bildet spärliche blaugrüne, winzige, selbständige Körnchen.

Die Mikrofauna ist in den beiden untersuchten Schliffen nicht besonders individuenreich, resp. nur teilweise in erkennbarem Zustand erhalten. Ich glaube erkennen zu können:

Globigerina cretacea d'ORB.,

ein Nest mit zahlreichen, offenbar megasphärischen kleinen Exemplaren dieser Art.

Globigerina bulloides d'ORB.,

spärlich, megasphärisch 0.03 mm.

Textularide.

b) Die nächst jüngere Mergelgruppe ist im allgemeinen düsterer grau und enthält als Einlagerungen Austernbänke und Nummulitenkalkbänke mit *Nummulina gallensis* HEIM.

Man findet diesen grauen Schiefer und Mergel besonders gut aufgeschlossen auf der Ostseite des Flibaches, vom Flirain bis zur Geissbrugg (vergl. Spezialkarte 1 : 3000, Taf. XIV).

Auch diese Flyschgruppe erweist sich unter dem Mikroskop (abgesehen von den feinsandigen Austernbänken) als sehr arm an feinsten eckigen Quarzkörnchen von 0.01—0.03 mm. Pyrit (oft in perl-schnurartigen Schwärmen als Steinkern) ist wie immer vertreten, und es fehlen auch hier nicht die Globigerinen, die sogar sehr zahlreich sind. Ein Schliff vom Flirain, Punkt 480, zeigt auch ein Kieselkorn von 0.5 mm, das wahrscheinlich einer bentonischen, agglutinierenden Foraminifere zuzuschreiben ist.

c) Einer dritten, ganz eigenartigen Flysch-Mergelbildung begegnet man im oberen Teil des Flibaches, besonders auf der Westseite, nördlich des Tschingelsteins. Er ist in der Spezialkarte 1 : 4000 Taf. XV durch gelbe Farbe hervorgehoben.

Es sind **grünliche Mergel**, seltener bläulich, wenig oder gar nicht schieferig, bröckelig, oft rhomboedrisch zerfallend, fein, homogen, mit reichlichen Globigeriniden. Sie sehen täuschend ähnlich den Senonbildungen der Säntisdecke aus. Doch ist eine Stufenverwechslung hier ganz ausgeschlossen. Der grünliche Flysch enthält verschiedene Nummulitenkalk- und Glauconitlinsen, mit denen er direkt oder indirekt unzertrennlich verknüpft ist. Das mitteleocäne Alter dieser Mergelbildung kann nicht bezweifelt werden.

Dünnschliffe lassen einen dichten Mergel erkennen. Er enthält sehr spärliche, eckige, kleine Quarzkörnchen von höchstens 0.03 mm Grösse und einzelne gelbliche, amorphe und grüne mikrokristalline, sehr feine, eckige Glauconitkörnchen. Muscovitglimmerschüppchen, wenn vorhanden, sind spärlich und äusserst klein. Dagegen sind häufig Schwefeleisenkörnchen (als unvollständiger Steinkern von Globigerinenschalen) und gelegent-

lich massenhaft eckige, unregelmässige Calcitkörnchen vorhanden, die vielleicht Umwandlungsprodukte von Mikroorganismen darstellen. Die Mikroorganismen sind teilweise aber auch prächtig erhalten (z. T. mit Stacheln) und in überraschender Häufigkeit vorhanden. Immerhin kann auch der globigerinenreichste Schliff noch nicht als „Globigerinenschlick“ bezeichnet werden. Die Globigeriniden herrschen bei weitem vor und sind hier in normaler Grösse ausgebildet:

Globigerina conglobata BRADY; häufig.

Globigerina cretacea d'ORB.; spärlich.

Globigerina bulloides d'ORB.; spärlich.

Sphaeroidina dehiscens PARKER und JONES; typisch, spärlich.

Lagena vulgaris WILLIAMSON var. *fixurina* REUSS?

Textularia sp. ind.; *Rotulia* sp. ind.

Astrorhiza granulosa BRADY.

Längsschnitt von 1 mm und Querschnitt von 0.4 mm. (Abbildungen folgen im Abschnitt Fauna der Flyschgruppe.)



Fig. 5. Grünlicher Flyschmergel von Flibach (oberh. Mündung des Renzletenbaches).

In der Mitte *Globigerina conglobata* BRADY, rechts unten *Lagena* sp. 50fache Vergrösserung.

Der grünliche Flyschmergel des Flibaches ist mir sonst aus dem Flysch der Schweizeralpen nur als lokale Einlagerung (Wildhaus), nirgends aber in so auffälliger Weise bekannt.

d) Im Bachbett des Renzletenbaches (am Ostrand der Spezialkarte Taf. XV) trifft man im grauen bis grünlichen Mergel normal eingebettete, etwas sandige, teils zerrissene Kalkbänke (Fig. 6), wie ich sie sonst weiter unten nirgends beobachtet habe. Sie sind mit dem begleitenden Mergel durch rasche Übergänge verbunden, meist nur wenige Dezimeter dick und wiederholen sich vielfach zu einer völligen Wechsellagerung. Die stratigraphisch genaue Lage dieser Mergel mit sterilen Kalkbänken ist mir trotz wiederholter Besuche nicht ganz klar geworden. Am wahrscheinlichsten ist mir, dass sie eine Einlagerung im grauen Flysch der Gruppe *b* bilden, wie auch in der später folgenden Übersichtsfigur angedeutet ist.

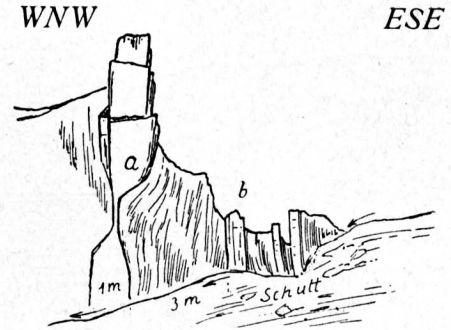


Fig. 6. Flysch mit Kalkbänken am Renzletenbach bei zirka 780 m.

a = 1 m grauer, sandiger, feinkörniger Kalk, Streichen NNE, eingelagert in bröckeligem, grünlichgrauem Flyschmergel.

b = 1/2 m schieferige Kalkbank.

b) Einlagerungen von Nummulitenschichten.

Übersicht.

Während die oben besprochenen Mergel selbst nur mikroskopisch kleine Foraminiferen enthalten, treten plötzlich millionenweise grosse Nummulitideen in Kalkbänken und Glauconitgestein auf, die mehrfach im Flyschmergel primär eingelagert sind.

Im Flibachgebiet, das gründlich abgesucht und in zwei Spezialkarten, Taf. XIV und XV, dargestellt ist, fand ich die folgenden wichtigeren Vorkommnisse, die der Reihe nach eingehend zu besprechen sind:

Ober-Fligade (Spezialkarte 1:3000, Nr. 53, Taf. XIV).

Isenegg-Grat (Spezialkarte Taf. XIV, Kurve 555).

Kohlgrub, nördlich Hochbühl (Spezialkarte Taf. XIV, oberer Rand).

Brand, am Weg nördlich Punkt 882 der Walenseekarte 1:25,000.

Reservoir Geissbrugg am Flibach. Blöcke von rotem Nummulitenkalk, sehr fossilreich (vergl. Spezialkarten Taf. XIV und XV).

Tschingelstein am Flibach (vergl. Spezialkarte Nr. 61 1:4000, Taf. XV).

Flibach-Renzletenbach. Zwei Vorkommnisse auf der linken Seite des Flibaches, unmittelbar unterhalb der Mündung des Renzletenbaches (Spezialkarte 1:4000, Taf. XV).

Der Gufler (Walenseekarte und Spezialkarte 1:4000, Taf. XV).

Linsen und Blöcke von Glauconitgestein im grünlichen Flyschmergel (Spezialkarte 1:4000, Taf. XV).

Ausser diesen Vorkommnissen bedürfen hier noch einer blossen Erwähnung die folgenden weniger wichtigen:

Scheizenruns. Glauconitkalklinse mit Nummuliten und Discocyclinen im Flysch der Scheizenruns (Kurve 720 der Walenseekarte, Phot. Taf. X).

Oberer Renzletenbach, Glauconitkalklinsen im Flysch bei Kurve 1000—1130 der Walenseekarte 1:25,000 (siehe Abschnitt Austernbänke).

Ober-Fligade.

Am Kanal zwischen dem Oberfligade und dem Müligade (Spezialkarte 1:3000, Taf. XIV) sehen wir eine vertikal gestellte, etwa 20 m mächtige Lage von Grünsand konkordant im Flyschmergelschiefer eingelagert. Am Kanal fand ich bloss ein undeutliches Nest von Assilinen und Pecten (Fig. 7).

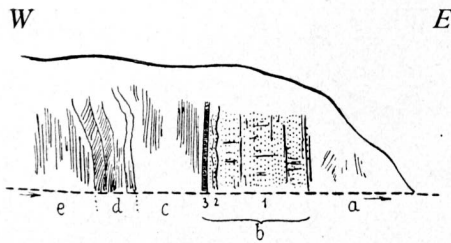


Fig. 7. Die Nummulitenschichten im Flysch am Kanal bei Fli 1:1500.

- a* = hellgelblicher Blätterflysch, unterste Flyschabteilung 5 + *x* m.
- b* = kalkiger Nummulitengrünsand 20 m.
 - 1 = 18 m feinkörniger, zäher Sandstein mit unregelmässig verteilten, intensiv grünen Glauconitkörnchen, oben einzelne Austernquerschnitte und Pecten.
 - 2 = 1 1/2 m leicht verwitterbares, etwas schieferiges Grünsandgestein.
 - 3 = 40 cm massige Grünsandbank, rascher Übergang in
- c* = 12 m hellgelber Flyschschiefer mit unebener Oberfläche, etwas sandig.
- d* = 8 m etwas sandig kalkiger, wenig schieferiger Flysch mit Clivage.
- e* = 10 + *x* m grauer, bröckeliger, nicht blätteriger Flyschmergel mit Globigerinen.

Orthophragmina Chudeani SCHLUMB.

SCHLUMBERGER: B. S. G. F. 1903, p. 282, pl. IX, f. 18—20 (= *Orbitoides aspera* Gumbel?); häufige kleine, typische Querschnitte.

Serpula sp. ind.,

- häufige feine, mehr oder weniger gradlinige, dünnwandige Röhren.

Ostrea sp. ind., verwandt mit *O. gigantea* Sol.

Crinoidenglieder mit Zentralkanal, häufig zerstreut.

Dagegen findet man 25 m südwestlich vom Ober-Fligade, in der Fortsetzung der gleichen Schichten, einen braun angewitterten Kalk, erfüllt mit Nummuliten. Der Kalk ist inwendig dunkelgrau, feinkörnig, enthält einzeln zerstreut hellgrüne Glauconitkörner. Polierte Fläche schwarzgrau.

Auf zahlreichen polierten Gesteinsflächen, die im geologischen Laboratorium der Sorbonne in Paris hergestellt wurden, lassen sich die folgenden Arten erkennen:

Nummulina gallensis HEIM,

massenhaft, die wichtigste und zahlreichste Art. Mikrosphärische Generation bis 13 × 5 mm, meist 9 mm Durchmesser. Megasphärische Gen. 3—5 × 1.5—2.5 mm (vergl. Abbildungen in Numm.- u. Flyschb., Taf. III, Fig. 12—23, Taf. IV u. V).

Assilina granulosa d'ARCH. var. *minor*,

kaum 9 mm Durchmesser erreichend, glatt oder schwach granuliert. Mikro- und megasphärische Generation häufig.

Assilina exponens Sow.

einige typische Querschnitte der megasphärischen Generation, von bis 5 mm Durchmesser.

Orthophragmina discus RUTIM.

häufig, meist aber unter 20 mm Durchmesser. Vergl. Numm.- u. Flyschb., Taf. VIII, Fig. 27.

Orthophragmina Pratti MICH. sp.,

(= *Orbitoides Fortisi* d'ARCH.); sehr schmale, schwach granuliert Form, sehr häufig.

Orthophragmina Archiaci SCHLUMB. (?)

Orthophragmina Bartholomei SCHLUMB. (?)

häufige kleine, typische Querschnitte.

Isenegg-Grat.

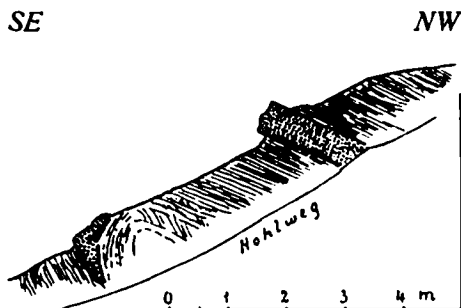


Fig. 8. Nummulitenbank im Flysch am Isenegg-Grat.

Bei Kurve 555 der Spezialkarte 1:3000, Taf. XIV, ist auf dem Flyschgrat ein kleiner Hohlweg in den anstehenden, hellbräunlichen Flyschmergelschiefer eingeschnitten. Als normale Einlagerung, mit dem Schiefer konkordant verbogen, trifft man dort eine 0.5 m mächtige Bank von kompaktem dunkelgrünem Glauconitkalk mit *Nummulina gallensis* HEIM eingelagert (Fig. 8). Wenige Meter weiter östlich ist die Bank schon verschwunden, und auch westlich konnte ich keine Fortsetzung finden.

Eine ähnliche Einlagerung sah ich wenig weiter nördlich, westl. Punkt 590 der Spezialkarte, Taf. XIV: eine 1 m breite, vertikal stehende Rippe von glauconitischem Kalk tritt deutlich im Gebüsch am Abhang hervor. Nummuliten fand ich darin keine.

findet man am Nordwestrand der grossen Pleigge, beidseitig in Flysch eingefasst, eine etwa 15 m mächtige, vertikal stehende Linse von Nummulitenkalk. Diese Nummulitenbildung, die Herr J. BOUSSAC und ich erst 1908 auf gemeinschaftlicher Exkursion gefunden haben, ist in der Walenseekarte noch nicht verzeichnet, wohl aber in Taf. X am linken Rand mit roten Punkten eingetragen (Fig. 11).

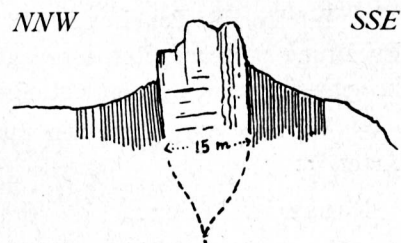


Fig. 11. Nummulitenkalklinse im Flysch westlich unterhalb Brand.

Ob diese Linse die direkte Fortsetzung des unteren Teils der Nummulitenschichten von Fig. 10 bilden, ist wahrscheinlich, aber nicht ganz sicher feststellbar. Sie besteht aus glauconitischem (zum Teil mergeligem) Kalk mit auffallenden weissen Punkten, und enthält massenhaft *Nummulina gallensis*, *Assilina exponens*, *Orthophragmina discus* und *Ostrea gigantica*.

Reservoir Geissbrugg.

(Spezialkarte 1 : 3000, Taf. XIV, und 1 : 4000, Taf. XV.)

Wir treten hier vor eine schon vor mehr als 70 Jahren durch ESCHER bekannte Petrefaktenfundstelle, die noch jetzt die besten Ausbeuten liefert. ESCHER v. D. LINTH, MÖSCH ?, MAYER-EYMAR und ALBERT HEIM haben von dort viele Petrefakten an die geologische Sammlung des eidgen. Polytechnikums in Zürich gebracht. DESOR und DE LORIOI haben in ihren Monographien die Echiniden vom „Flibach“ aus der Zürcher Sammlung zum Vergleich mit denen der Gegend von Iberg untersucht. In der Literatur und in den Sammlungen lautet die Etikette leider stets nur „Flibach“ oder „Flibachtobel bei Weesen“; bei allen von MAYER-EYMAR bestimmten Versteinerungen steht ferner Parisien I. Eine Revision ergab, dass unter dieser Etikette die meisten Petrefakten von den Blöcken beim Reservoir, ein kleinerer Teil aber vermutlich vom Tschingelstein weiter oben im Flibach bezogen wurden. Gestein und Petrefakten der Blöcke beim Reservoir sind durch die intensiv rote Farbe leicht zu erkennen.

Die vielen Petrefakten, die MÖSCH (1881, p. 68 und 69) aufführt, sollen aus „vom Gufler ins Flibachtobel hinabgerutschten Blöcken stammen“. Leider ist es mir nicht gelungen, das Anstehende sicher festzustellen. Ähnliche rote Schichten mit gleicher Nummulitenfauna findet man am Tschingelstein, Flibach-Renzletenbach und auf der Nordwestseite des Guflers. Im Gebiet der grossen Pleigge westlich Brand habe ich vergeblich nach roten Nummulitenkalken gesucht. Bei meinem letzten Besuch des Flibaches stellte ich mir die Frage, ob es sich nicht gar beim Reservoir um einen „anstehenden Block“ handelt. In der Tat lehnen sich nördlich an den Hauptblock undeutlich aufgeschlossene Spuren von Flyschschiefer an. Die Petrefaktenfundstelle beim Reservoir „Geissbrugg“ ist in der Spezialkarte der Flifalte 1 : 3000, Taf. XIV, mit * bezeichnet. Es sind 2 oder 3 mächtige Blöcke von 4–8 m Länge. In der Spezialkarte 1 : 4000, Taf. XV. sind sie mit Vorbehalt als „anstehend“, eingetragen.

Das frische Gestein ist ein intensiv braunroter Kalk, etwas mergelig, so sehr von Assilinen erfüllt, dass es nach diesen in der Schichtebene spaltet. Hellgrüne Schlieren und Nester durchdringen das Gestein — es sind Partien, deren Eisen noch teilweise als Ferroverbindung bestehen geblieben ist. Allein es wäre irrig, die rote Farbe als Folge rezenter atmosphärischer Verwitterung zu betrachten, da die grünen Partien mit der Oberfläche in keiner Beziehung stehen. Die Oxydation zur Ferriverbindung muss schon submarin existiert haben¹⁾.

¹⁾ Auf entsprechende Ableitungen ist in dieser Hinsicht bereits O. REIS an Hand einer Spezialuntersuchung der Nummulitenkalke des Kressenberges in Bayern gelangt (O. REIS: Erläuterungen etc. Geogn. Jahreshfte. Kgl. bayr. Oberbergamt. München 1896/98).

Die Schichten von Kohlgrub scheinen normal etwa 50 m über dem Assilinengrünsand des Hochbühl zu liegen und sind von diesem getrennt durch gelbliche Mergelschiefer mit Globigerinen, die freilich nur an der Basis, im Einschnitt des Brandbaches aufgeschlossen, höher oben durch Nummulitenkalkschutt verdeckt sind (vergl. Spezialkarte Taf. XIV). Dass sie tatsächlich beiderseits, wie überhaupt alle Nummulitenschichten der Flyschgruppe, zwischen Flysch primär eingeschaltet sind, kann man prächtig sehen, wenn man den Nummulitenschichten entlang nach Brand hinaufgeht (Phot. Taf. X).

Brand.

In der unmittelbaren Umgebung der Häuser Brand sind verschiedene Nummulitenbänke im Flyschschiefer eingelagert. Diejenigen der grossen Pleigge (Abrisszirkus) sind unzugänglich, doch

sieht man aus der Ferne deutlich, wie sich die eine Bank rasch nach unten auskeilt (Chromo- Phot. Taf. X).

Die am besten zugängliche Stelle befindet sich am Weglein, etwa 100 m nördlich des Wohnhauses Brand (Fig. 10).

Die Fauna entspricht im ganzen derjenigen von Ober-Fligade und Kohlgrub, ist jedoch weniger mannigfaltig:

Nummulina gallensis HEIM,

die dominierende Art, mikrosphärisch und megasphärisch, typisch und in besonderer Rasse (vergl. Rasse von Brand in Numm.- u. Flyschb., p. 238, Taf. V, Fig. 32—34).

Assilina exponens J. Sow.,

im unteren Teil der Schichtfolge, typisch, mikrosphärische Generation nicht sehr häufig, megasphärische (*A. mamillata*) massenhaft.

Orthophragmina (Discocyclina) discus RÖT. var. *laevicrassa* HEIM,

beide Generationen, besonders die megasphärische, häufig. Ausserordentliche Dimensionen der mikrosph. Generation in Schicht *b* von Fig. 10: 50×5 ; 48×4.5 ; 35×5 mm! (vergl. Numm.- und Flyschb. Taf. VIII, Fig. 19) — ferner

Ostrea gigantea SOLANDER, häufig.

Pecten, Entolium sp.

Die in Fig. 10 abgebildeten Nummulitenbänke verschwinden nach Nordosten auf einmal, ohne dass die Art und Weise des Auskeilens sichtbar wäre. (Phot. Taf. X.)

Klettert man hingegen in südwestlicher Richtung den Wald hinab, so

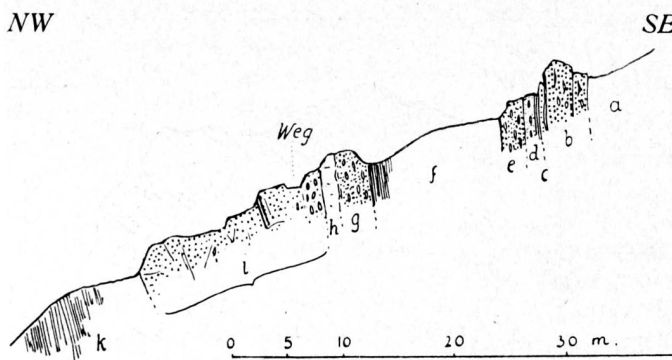


Fig. 10. Die Nummulitenschichten am Weg nördl. Brand.

- a* = Flyschboden ohne Aufschlüsse.
- b* = zirka 4 m massige Bänke von grünsandigem Kalk, mit grossen, dunkeln Glauconitkörnern und kreideweissen Punkten, erfüllt mit *N. gallensis* HEIM, *Orthophragmina discus* RÖT. var. *laevicrassa* HEIM, *Ostrea gigantea* SOL.
- c* = 0,2 m dicke Zwischenlage von dunkelgrünlichem Schiefer mit *Discocyclinen*.
- d* = 1 m feinkörniger, grünsandiger Kalk, erfüllt mit *N. gallensis*.
- e* = 2 m massiger Grünsand mit weissen Punkten; *N. gallensis*, *Ostrea gigantea*.
- f* = 12 m Flyschschiefer, gelblich, grösstenteils mit Rasen bedeckt.
- g* = 3 m feinkörniger Glauconitkalk, phosphoritisch, schwarz angewittert, mit *N. gallensis*.
- h* = 1,5 m kompakter Nummulitenkalk, grau, mit einzelnen hellen Glauconitkörnern, wie derjenige vom Ober-Fligade, mit massenhaft *N. gallensis* typisch.
- i* = zirka 20 m kompakter, massiger, feinkörniger Kalk-Grünsandstein mit weissen Punkten, zerklüftet, Nummulitideen spärlich mit Ausnahme einzelner Lagen, besonders am Weg, die erfüllt sind mit *N. gallensis* und *Assilina exponens-mamillata*, ferner *Discocyclina*, *Ostrea gigantea*. Unmittelbar unterhalb des Weges ist eine Bank von 20 cm Mächtigkeit eingeschaltet, die erfüllt ist mit *Pecten* und *Entolium*.
- k* = gelblich- bis grünlichgrauer Flysch-Mergelschiefer.

Infolge des Toneisengehaltes verwittert das Gestein leicht, so dass die Nummulitiden in bester Erhaltung zu Hunderten lose aufgelesen werden können — eine Erscheinung, die man sonst leider in schweizerischen Nummulitenbildungen selten wieder findet.

Weitaus am häufigsten ist *Assilina granulosa*. Ich sammelte und bestimmte die folgenden Arten¹⁾:

Foraminiferen.

Nummulina distans DESH. var. **minor** d'ARCH. et H.

(= *N. Kaufmanni* MAY.-EYM.). Häufig; grösste Exemplare 20×5 mm, im allgemeinen weniger dick als diejenigen vom Tschingelstein. Mikrosphärische und dazugehörige megasphärische Generation (*N. Tchihatzeffi* d'ARCH.).

Nummulina irregularis DESH.

Typisch, jedoch relativ selten, zirka 10 Exemplare gesammelt; mikrosphärische und megasphärische Generation. Abgebildet in DE LA HARPE, Etude des Nummulites de la Suisse, Mém. Soc. pal. Suisse 1883, pl. IV, fig. 17—18, pl. V, fig. 9—11²⁾.

Nummulina Murchisoni BRUNN. var. **minor** DE LA HARPE.

abgebildet in DE LA HARPE, l. c., 1883, Pl. IV, fig. 5; mittelgross, selten.

Nummulina atacica LEYM. und var. **globulus** LEYM. sp..

relativ selten, nicht ganz einwandfrei nachgewiesen; mikrosph. Gen. $6-12 \times 2-3.5$ mm; megasph. Gen. (*N. Guettardi* d'ARCH.) 1—3 mm Durchm.; leicht mit Jugendformen der *N. distans* zu wechseln.

Assilina granulosa d'ARCH. var. **minor** HEIM,

(cf. var. a. d'ARCH. et H., p. 151, pl. X, fig. 19), massenhaft, gesteinsbildend, prächtig erhalten. Mikrosph. Gen. $8-11 \times 1-1.5$ mm; megasph. Gen. 2—5 mm Durchm. (vergl. Numm.- u. Flyschb. p. 248, Taf. VIII, Fig. 1—4, 8—10, 15, 18).

Operculina granulosa LEYM.,

LEYMERIE, Mém. S. G. F. 1844, p. 359, tab. XIII, fig. 12. Zirka 10 Exemplare gefunden.

Operculina Escheri MAY.-EYM.,

zirka 5 Exemplare; mikrosph. Generation der oben genannten Art?

Orthophragmina (Discocyclina) Archiaci SCHLUMB.,

typisch, kräftig und gleichmässig über die ganze Oberfläche granuliert (meist erst auf polierter Fläche deutlich) mit 1—2 geradlinig begrenzten Kammern zwischen den Pfeilern. Dimensionen variabel, mit oder ohne Nabelknopf, papierdünn oder dicker, meist unter 12 mm Durchmesser; grösstes Exemplar 15×2.5 mm³⁾; häufig; mikro- und megasphärische Form.

Orthophragmina (Discocyclina) Pratti MICH. sp..

Zentralknopf meist nicht oder nur schwach ausgebildet; relativ dicke Form, Durchmesser 5—13 mm, Dicke 0.6—2 mm, häufig.

Orthophragmina (Discocyclina) dispausa J. SOW.,

4 Exemplare gefunden; Nabel dick aufgeschwollen.

Orthophragmina (Discocyclina) sella d'ARCH. [= *Orbitoides ephippium* (Sow.) GÜMBEL],

4 Exemplare von 7—13 mm Durchmesser gesammelt.

Die obigen Bestimmungen der Nummuliten entsprechen denen von DE LA HARPE⁴⁾, die in MÖSCH 1881 p. 68 gegeben sind. Dagegen kann ich das Vorkommen von *N. Lyelli* und *spira* nicht be-

¹⁾ Die Petrefaktenlisten von MÖSCH werden nicht berücksichtigt.

²⁾ Es ist nicht ganz sicher, ob die genannten Abbildungen DE LA HARPE'S sich auf die Fundstelle Reservoir oder Tschingelstein beziehen, da die Lokalität nur mit „Flibachtobel“ bezeichnet ist.

³⁾ SCHLUMBERGER (l. c. p. 277) gibt als grössten Durchmesser nur 10 mm an. Die oben erwähnten seltenen grossen Exemplare scheinen gegen die Art vom Kressenberg zu neigen (vergl. Anmerkung in Numm.- u. Flyschb., p. 263).

⁴⁾ DE LA HARPE „findet auffallend, dass diese kleine Nummulitenfauna, welche an so vielen Stellen in den Ostalpen vorkommt, anderwärts nur von Sebastopol und Kressenberg mit gleichem Charakter bekannt ist“. Diese Fauna wiederholt sich jedoch allenthalben im Flysch der nördlichen Schweizeralpen.

stätigen. Die so häufigen Orbitoiden sind merkwürdigerweise früher nicht erwähnt worden. *Numm. Murchisoni*, die sonst in der Schweiz überaus verbreitet ist, kennt DE LA HARPE „de visu“ nur vom Flibach, wo diese äusserst selten ist¹⁾.

Echiniden.

Ich habe die zahlreichen, im eidg. Polytechnikum in Zürich mit der Bezeichnung „Flibachtobel bei Weesen“ niedergelegten Petrefakten zusammengesucht und die Bestimmungen der Echiniden wie folgt revidiert²⁾:

Echinolampas affinis GOLDF. (Clypeaster) *.

GOLDFUSS: Petref. Germaniae 1826, Bd. I, p. 134, Atl. Tab. XLII, Fig. 6.

DESOR: Synopsis d. Echin. foss. 1858, p. 301, pl. XXXI, fig. 4—6.

DE LORIOI: Abh. d. Schweiz. pal. Ges. 1896, vol. II und III, p. 65—67, pl. VII, fig. 6—8, VIII fig. 1. 3 vollständige, typische Exemplare. Von DE LORIOI vom „Flibach“ zitiert.

Echinolampas Studeri AG. +.

DE LORIOI: Echin. tert. de la Suisse. Mém. Soc. pal. Suisse, vol. II, 1875, p. 67, pl. VIII, fig. 5—7. 5 gute Steinkerne, z. T. mit Schale.

Echinolampas ellipticus MANT. (Clypeaster) +.

GOLDFUSS, Petr. Germ. p. 135, tab. XLII, f. 8. Ein schlechter, ganzer Steinkern.

Conoclypeus anachoreta AGASSIZ *.

DE LORIOI: Echinides tert. de la Suisse. Mém. Soc. pal. Suisse 1875, p. 77, tab. XII, XIII, f. 1. 10 vollkommene Exemplare, typisch; sehr scharfer Rand. Höhe zu grösstem Durchm. = 29 : 62 od. 28 : 65 mm; häufig in den Blöcken beim Reservoir. (Die grosse Art *C. Ibergensis* fehlt.)

Conoclypeus Duboisi AGASSIZ +.

DE LORIOI: Mém. Soc. pal. Suisse 1875, p. 85, pl. XII. Ein vollständiges Ex. mit Schale.

Linthia insignis MERIAN *³⁾.

DESOR: Synopsis 1858, pl. XLIII f. 9.

COTTEAU: Pal. Franc. 1885-89; Echinides éoc., p. 232, pl. 70.

DE LORIOI: Mém. Soc. pal. Suisse 1876, vol. III, p. 101, pl. XV f. 1, XVI f. 1, XVII f. 1—2.

a) Typus, ein schönes Exemplar.

β) Var. *depressa* nov. Ein schönes Exemplar, unterscheidet sich von den Abbildungen der zit. Abh. durch folgende Merkmale:

1. Allgemein mehr zusammengedrückt, weniger hoch, weniger konvex, Scheitel niedrig, Unterseite flacher.
2. Periprokt viel höher, fast so hoch wie der Scheitel.
3. Ambulacralfelder tief eingesenkt, besonders das vordere.
4. Winkel der Unterseite zur Afterfl. mehr dem rechten Winkel genähert.
5. After grösser und höher (14 mm hoch) als in DE LORIOI. pl. XVI, f. 1 b. Scheitelhöhe 51, Periprokthöhe 49, Länge 83, Breite 82 mm.

Macropneustes brissoides (LESKE) DESOR *.

KLEIN edit. LESKE: Naturalis Dispositio Echinodermatum 1778, p. 251, tab. XXVII B.

DESOR Synopsis, p. 410. Ein Exemplar mit zerstörter Scheitelpartie, Bestimmung etwas zweifelhaft.

Cidaris pseudoserrata COTTEAU *.

ein Stachel; nach Etiquette = Original! COTTEAU: Pal. Franc. 1885—89.

¹⁾ DE LA HARPE: Etude des Nummulites de la Suisse. Mém. Soc. pal. Suisse 1883.

²⁾ Die im folgenden mit * bezeichneten stammen sicher, die mit + bezeichneten wahrscheinlich aus den roten Blöcken beim Reservoir.

³⁾ Herrn DE LORIOI verdanke ich die frdl. Durchsicht der beiden Exemplare, die er beide als *L. insignis* bezeichnet.

Mollusken ¹⁾.

- Spondylus Münsteri** GÜMBEL *, 14 Exempl. sehr häufig.
Spondylus radula LAM. var. **rarispinus** *, 3 Exemplare.
Pecten tripartitus DESH. *, 2 gute Schalen.
Pecten Delicatus MAYER-EYM. +, Original! Eine schlechte Schale.
Vulsella falcata MÜNST. * +, 3 Exemplare.
Crassatella plumbea CHEM. +.
Ostrea (Gryphaea) lateralis MAY.-EYM. (?) ined. *.
Ostrea (Gryphaea) expansa SOW. *.

Brachyopoden

- Terebratula subalpina** MÜNST. * +.
10 schöne Exemplare, z. T. mit Schale.

Würmer.

- Serpula (Rotularia) spirulacea** LAM. +.
Serpula Bognorensis dextra MAY.-EYM. non DIXON.
Parisien, Einsiedeln 1876, Tab. III, f. 13 a.

Altersbestimmung und Facies werden später behandelt. Sicher ist, dass auch diese Nummulitenschichten aus dem Flysch stammen und in diesem eingelagert sind.

Tschingelstein am Flibach ²⁾.

(Vergl. Spezialkarte 1:4000, Taf. XV und Fig. 11.)

Geht man vom Reservoir dem Flibach auf der Westseite entlang aufwärts, so steht man bei 635 m plötzlich vor einer scharfen Felsecke, die den Wildbach zu einem Bogen zwingt. Der etwa 20 m hohe Felskopf wird Tschingelstein genannt. Eine graue, 50 m lange Felswand, vom Tschingelstein durch eine Schuttnische getrennt, bildet dessen südwestliche Fortsetzung.

Der Tschingelstein besteht aus Glauconitkalk und Mergel, die stellenweise ganz mit Nummuliten erfüllt sind. Der Glauconit bildet rundliche Körner von bis 1½ mm Durchmesser. Oft sind diese Körner mit einem farblosen, aus Lösung abgesetzten Calcitrant umgeben. Nach Form und optischem Charakter ist der Glauconit eine sehr mannigfaltige Bildung. Dünnschliffe lassen sehr verschiedene Modifikationen unterscheiden, wie z. B.:

1. Grüner, massiger Glauconit, mikrokristallin, schwache Doppelbrechung. Hauptmasse des Gesteins.
2. Farbloser Glauconit, isotrop, in allen Übergängen, oft innerhalb des gleichen Glauconitkornes zum gewöhnlichen Glauconit; manchmal die mittlere Partie der grünen Körner, manchmal umgekehrt den Rand einnehmend (vergl. später folgende Phot. in Abschnitt C, Facies).
3. Grün-schwarze bis schwarze, ganz oder fast isotrope Körnchen bildend, gelegentlich auch in den gewöhnlichen Glauconit übergehend (z. T. mit sehr hohem Relief = ?).
4. Braune (auch braungrüne), Modifikation, opak; kleine Körnchen, ebenso gelegentlich mit Übergangsformen zu 1, 2 und 3.
5. Pigmentärer Glauconit, hellgrün; Füllmasse der Foraminiferenkammern, in allen Mischungen mit dichtem, aus Lösung ausgeschiedenem Kalk und Mergel.

Zu erwähnen sind auch noch seltene hellbraune, gut spaltbare, eckige Körner, die bei gewöhnlichem Licht im Dünnschliff an Biotit erinnern, jedoch nicht pleochroitisch und fast isotrop sind.

¹⁾ Die folgenden Bestimmungen stammen von MAYER-EYMAR und konnten infolge Fehlens neuerer Bestimmungswerke in Zürich nicht gründlich revidiert werden, sie haben also nur den Wert einer ungefähren Orientierung.

²⁾ In Nummuliten- und Flyschbildungen als „Eckstein“ bezeichnet. Den Namen Tschingelstein, den die dortigen Bauern gebrauchen, konnte ich erst seither erfahren.

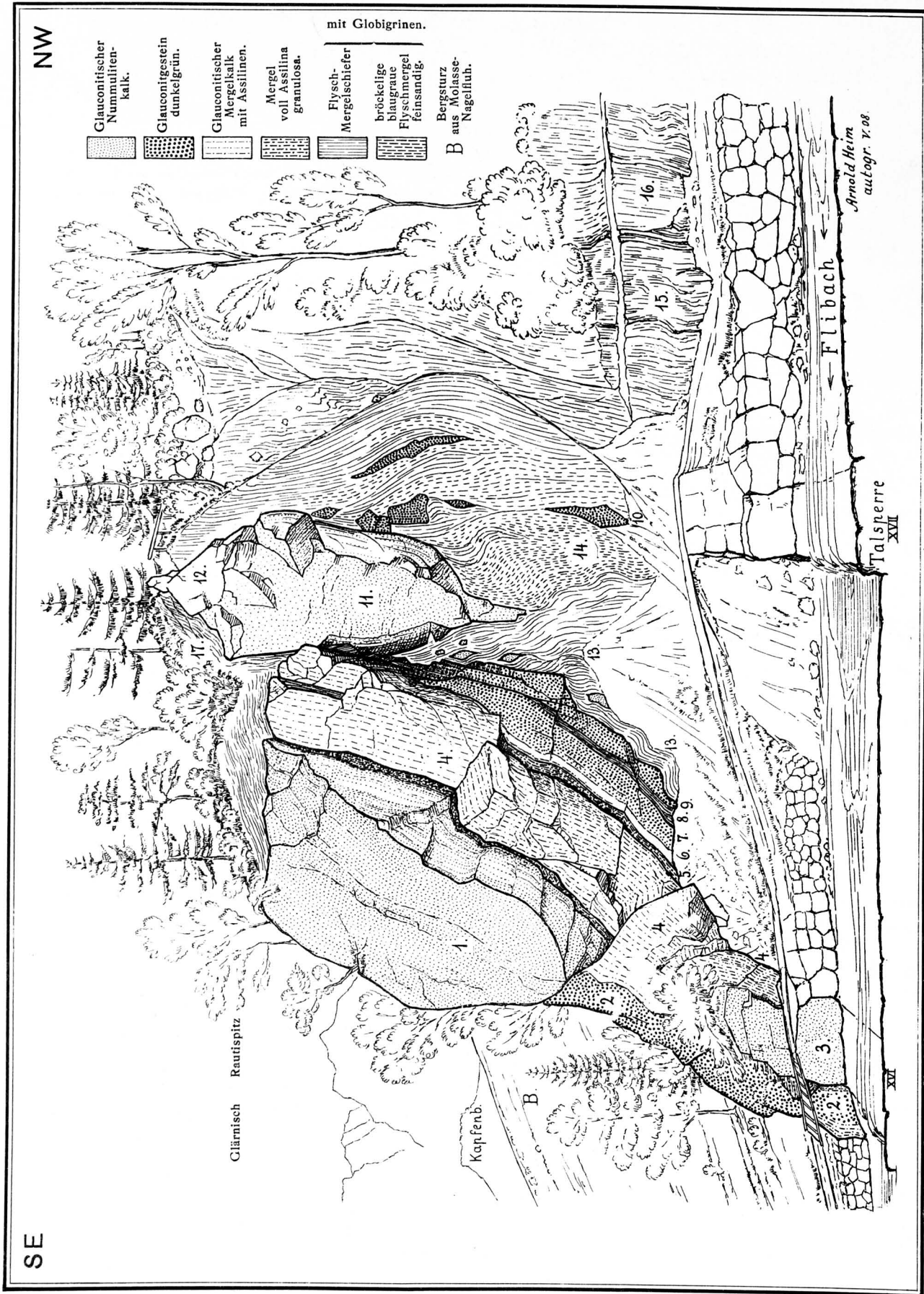


Fig. 12 Der Tschingelstein am Flibach.
(Erklärung der Nummern 1—17 siehe Text pag. 48)

Text zu Fig. 12, Tschingelstein.

- 1 7 m mächtige Bank von hellgrünem (etwas mergeligem) sehr feinkörnigem Glauconitkalk mit häufigen *Pecten*, *Ostrea gigantea*, *Numm. distans*.
- 2 Glauconitkalk und Glauconitit, mit dunkelgrünen, bis 1 mm grossen, runden (und eckigen) Glauconitkörnern, darin *Ostrea gigantea*, *Pecten*, *Nummulinen*.
- 3 grünlicher Glauconitkalk (mit rötlichbraunen Partien), zoogen, zum grössten Teil aus Nummuliten und Orthophragminen mit gelbgrünem oder blaugrünem pigmentärem Glauconit als Steinkern und Füllmasse bestehend. Bis mikroskopisch kleine megasphärische Formen, die dem Gestein einen körnigen Bruch verleihen. Schöne Politur. *N. distans* massenhaft, meist parasitisch durchlöchert, ferner *N. globulus* (?), *Ass. granulosa*, *Orth. Archiaci*, *O. Chudeani*; Crinoidenglieder mit fünfsternigem Zentralkanal etc.
- 4 schmutzig grünlicher, glauconitischer Mergelkalk mit feinen Muscovit-Glimmerschüppchen, am Weg 2., oben zirka 4 m mächtig, infolge der unzähligen Assilinen (*A. granulosa* var. *minor*), die alle in der Schichtebene gestellt sind, schieferig zerbrechend und abbröckelnd — „Linsengericht“¹⁾. Frei herausgewitterte Assilinen massenhaft; *N. globulus* LAM. (?) vereinzelt; *Orthophragmina Archiaci* ziemlich häufig, *O. Chudeani* vereinzelt.
- 5 0,4 m grünlicher, schieferiger Mergel voll *Ass. granulosa* var. *minor*, mit beidseitigen Gesteinsübergängen.
- 6 0,4 m roter, mergelig schieferiger Nummulitenkalk, ähnlich demjenigen vom Reservoir.
- 7 zirka 2 m dunkelgrünes, kalkiges Glauconitgestein mit grossen schwarzgrünen Glauconitkörnern, voll Nummuliten, *Ostrea gigantea*, *Pecten*.
- 8 Zwischenlage von grünem Mergelschiefer, wellig zerdrückt, mit bis über faustgrossen Linsen und Geröllen von Grünsand und grünlichem Quarzit.
- 9 1 m Glauconitgestein, dunkelgrün, massig; grosse schwarzgrüne Glauconitkörner; ziegelrote Kluffflächen. *Nummuliten*, *Pecten*; *Ostrea gigantea* in grossen Exemplaren.
- 10 Linse von Glauconitit im Flysch. Grünstes Gestein; schwarzgrüne grosse Glauconitkörner in grüner Grundsubstanz. Bis 1,5 mm grosse, runde, grüne Glauconitkörner bilden etwa $\frac{2}{3}$ des Gesteins. Enthält *Assilina granulosa* var. *major* und *Discocyclinen*. Die Grundsubstanz zwischen den Glauconitkörnern besteht aus chemischem, feinstkörnigem und dichtem Kalk, eckigen Quarzkörnchen bis 0,1 mm, feinsten Foraminiferenbruchatücken (*Globigeriniden* sicher, doch spärlich), Körnchen von FeS_2 , pigmentärem, z. T. mit dichtem Kalk gemischtem Glauconit und feinsten Glauconitkörnern.
- 11 Dunkelgrüngrauer Kalk im unteren Teil; sehr feinkörnig, mit roten Kluffflächen, schwer zugänglich; beidseitig mit glatter Rutschfläche an Flysch grenzend.
- 12 Rötlicher Nummulitenkalk, kompakt, massig, gibt prächtig polierte Flächen, voll weiss calcitischer Nummuliten, besonders *N. distans*, *A. granulosa*, *O. Archiaci* etc. Bruch körnig; fast rein zoogen, aus lauter bis mikroskopisch kleinen, meist megasphärischen, jungen Nummuliten mit wenigen Kammern und winzigen Orthophragminen nebst den grossen Exemplaren zusammengesetzt; pigmentärer Glauconit zurücktretend und meist oxydiert.
- 13 grünlicher Mergelschiefer, Flysch; stark gequält, mit Calcitfasern, Glauconitkalk- und Grünsandlinsen einschliessend.
- 14 dunkelblaugrauer Mergel, brückelig, feinsandig, mit massenhaft fein zerstreuten, scharfeckigen Quarzkörnchen von 0,02—0,1 mm und ziemlich reichlichen, äusserst feinen, farblosen Glimmerblättchen. Glauconit in kleinen blaugrünen Körnchen. FeS_2 als Steinkern der häufigen kleinen *Globigerinen*-Schalen. *Lagena*? — Gesteinsübergänge in
- 15 gelblich angewitterte bis grünliche Mergelschiefer mit bis 10 cm dicken Linsen und Platten von etwas feinsandig-glauconitischem Kalk mit feinen Glimmerschüppchen. Im Mergel *Globigerinen*.
- 16 graue Mergelschiefer mit einzelnen dünnen Grünsandlinsen.
- 17 schmutzig, gelblichgrüner, schieferiger Flyschmergel wie 15, schwer zugänglich.

¹⁾ Numm.- u. Flyschb., Taf. VIII, Fig. 14.

Von besonderem Interesse sind auch die tektonischen Zerfetzungen und Blockzerreissungen (Fig. 12). Der ganze Fels ist im Flysch eingelagert, aber nicht nur seitlich von Flysch begleitet, sondern auch oben tektonisch quer abgeschnitten und mit Flysch bedeckt. Von drei Seiten ist der Fels sichtbar von Flysch eingehüllt — auf der vierten ist der Flysch durch Schutt verdeckt.

Die vorstehende Figur habe ich zuerst nach der Natur gezeichnet, die verschiedenen Gesteinsarten mit Nummern in die Zeichnung eingetragen, dann vom gleichen Standpunkt eine Photographie in 18×24 cm aufgenommen, nach dieser die Proportionen der Zeichnung verbessert und die nummerierten Gesteins- und Nummulitenproben nach Einzelpräparationen und zahlreichen Politurflächen im Laboratorium der Sorbonne in Paris untersucht.

Da auch am Tschingelstein (vergl. Text zu Fig. 12) in verschiedenen Gesteinshorizonten keine absoluten Veränderungen der Fauna, sondern nur Veränderungen der Häufigkeit einzelner Arten konstatiert werden können, so fasse ich die Bestimmung der Fauna wie folgt zusammen:

Foraminiferen.

Nummulina distans DESH.,

typisch, grösser und dicker als beim Reservoir, mit rundlichem Rand, bis 22×6 mm, häufig von Parasiten durchlöchert. Megasph. Gen. mit 1 mm grosser Zentralkammer (Nr. 3, 12 der Fig. 12).

Nummulina irregularis DESH.,

bis 25×1.5 mm, typisch aber vereinzelt, neben *N. distans* in d. Schichten 3, 12 der Fig. 12.

Nummulina atacica-globulus LEYM.,

vielleicht nur Jugendformen von *N. distans*? Durchmesser 4—10 mm, ziemlich häufig in den Schichten 4, 7, 12 der Fig. 12.

Assilina granulosa d'ARCH. var. *minor*.

Durchm. 4—9 mm, Dicke variabel, 0.5—2 mm, meist schwach granuliert, mikrosph. und meg. Gen. massenhaft, gesteinsbildend, besonders in den Mergellagen 4, 5, 7, aber auch in 3, 11, 12 etc. der Fig. 12. Gleiche Form wie beim Reservoir. Eine sehr kleine, nicht granuliert Form kommt relativ selten in den gleichen Mergellagen vor.

Assilina granulosa d'ARCH. var. *major*,

bis 19 mm Durchm., nicht oder schwach granuliert, ziemlich häufig im rötlichen Kalk 12 und Glauconitkalk 11 der Fig. 12, fehlt aber in den Mergellagen!

Orthophragmina (Discocyclina) Archiaci SCHLUMB.,

oft mit Nabelknopf, Durchm. 5—8, seltener 15 mm, Dicke bis 1.5 mm; mikro- und megasph. Gen. sehr häufig in den Schichten 3, 12, ziemlich häufig in 4, 7 der Fig. 12.

Orthophragmina (Discocyclina) Chudeau SCHLUMB.,

klein, 3.5×1.5 mm, grösstes Ex. 5×2.5 mm; vereinzelt in den Schichten 4, 7, 12, nicht selten in 3 der Fig. 12.

Orthophragmina (Discocyclina) Pratti MICH.,

kleine, schmale Form, schwach und fein gepfeilert oder glatt, ziemlich häufig in den Schichten 4 und 7 der Fig. 12.

Orthophragmina (Discocyclina) sp.

Grösse und Form wie *O. discus*, bis 25×2.5 mm; Pfeiler und Lateralmaschen wie *O. Archiaci*: verwandt mit der Kressenberger Art. In Schicht 3 der Fig. 12.

Orthophragmina (Asterocyclina) stellata d'ARCH.

Ein Exemplar mit 6 Radialästen, 10×3 mm; Bestimmung nicht ganz sicher.

Lamellibranchiaten.

Ostrea gigantea SOLANDER (= *O. latissima* DESH.).

Junge und ausgewachsene grosse Exemplare von über 15 cm Durchm. und bis 4 cm dicker linker Schale; häufig in den Glauconitschichten 1, 2, 7, 9, 11 der Fig. 12.

Die folgenden Arten sind in der geol. Sammlung des eidgen. Polytechnikums Zürich mit der Etiquette „Flibachtobel“ aufbewahrt. Eine absolut sichere Bestimmung des Fundortes ist nicht mehr möglich. Doch stammen sie mit grosser Wahrscheinlichkeit vom Tschingelstein, wo ich wenigstens teilweise die gleichen Versteinerungen in unbestimmbarem Zustand fand. Die Etiquetten von MAYER-EYMAR lauten:

Ostrea eversa MELLER.	Conus helveticus MAY.-EYM.
Spondylus sp. ind.	Clavilites rugosus LAM. (Fusus).
Spondylus radula LAM.	Clavilites Noae CH. (Murex).
Vulsella falcata MÜNST.	Natica patula LAM. (Ampullaria) DESH.
Lucina sp. ind.	Würmer.
Gastropoden.	Siliquaria sulcata DEFR.
Xenophora umbilicaris SOL. (Trochus).	Serpula (Rotularia) spirulacea LAM.
Turritella imbricata LAM.	Echiniden.
Rostellaria spirata A. ROU.	Physosoma Blanggianum DESOR (Cyptosoma).
Voluta elevata Sow.	DESOR, Synopsis d. Echin. foss. 1858, p. 92.
Conus lineatus SOL.	„Original“! ein schönes Ex. mit Schale.

Charakter der Fauna.

Die Foraminiferen stimmen grösstenteils mit denen des Reservoirs überein. *N. distans* ist hier häufiger, dicker und grösser. Die am Reservoir so häufigen Echiniden sind unbekannt, dafür enthalten die glauconitischen Schichten verschiedene von dort unbekannte Gastropoden.

Bisherige Darstellung.

Die einzige bisherige Darstellung des Tschingelsteins ist diejenige von A. ROTHPLETZ ¹⁾, die aber so wenig mit der Natur übereinstimmt, dass man die Lokalität nach der Abbildung kaum erkennt. Die beigegebene kurze Beschreibung lautet: „Nach Osten ziehen sich seine Bänke (des Gufler), nachdem sie auf kurze Strecke unter dem Weg und Wald verschwunden sind, weiter fort zum Flibachgehänge, wo sie hohe Felsen bilden“ (l. c. p. 198). Dass diese Aussage unrichtig ist, liegt auf der Hand und kann ohne Schwierigkeit aus folgenden Tatsachen gesehen werden: 1. stimmt das weissgraue Lithothamnienkalkgestein des Gufler nicht mit den Glauconitgesteinen des Tschingelsteins; 2. streichen die Schichten nicht vom Gufler zum Eckstein, sondern senkrecht dazu.

Flibach-Renzletenbach.

(Vergl. Spezialkarte 1:4000, Taf. XV.)

Nördlich des Tschingelsteins findet man auf der Ostseite des Flibaches zwei Fetzen von Nummulitenkalk, die wahrscheinlich die zerrissene nordöstliche Fortsetzung des Tschingelsteins bilden:

1. „Bachstein“, ein Block auf der linken Bachseite, 100 m nördlich des Tschingelsteins, etwa 5 m hoch und 10 m breit, aus etwas mergeligem Kalk bestehend, und von einem rudimentären Flyschkäppchen bedeckt, Schichtlage zirka 30° E. Fall. Nummuliten können hier frei herausgewittert in prächtiger Erhaltung gesammelt werden.
2. Weitere 50 Schritt nordöstlich tritt als etwa 20 m hohe, kleine Felswand ein Nummulitenkalk aus dem Flysch hervor, der nach Gestein und Fauna mit dem Bachstein vollkommen übereinstimmt. (Fig. 13.)

¹⁾ A. ROTHPLETZ 1898, p. 198. Atlas Fig. 8, Taf. VIII.

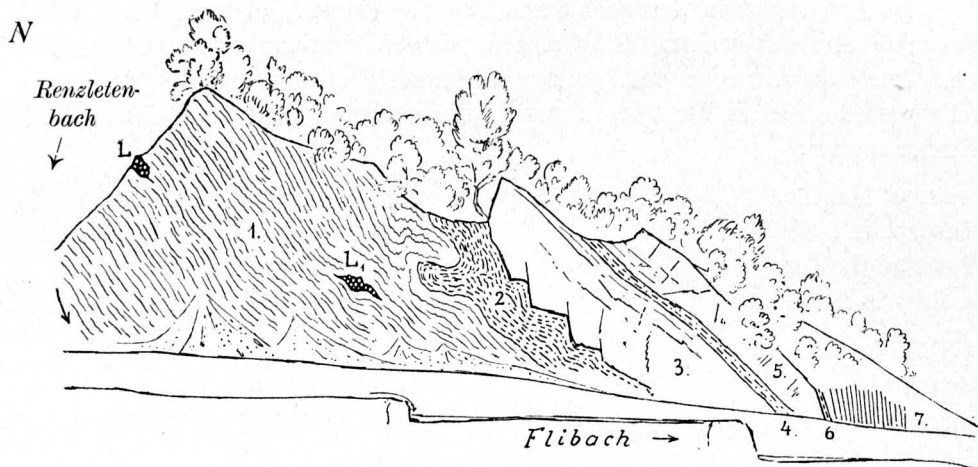


Fig. 13. Nummulitenkalk Flibach-Renzletenbach.

- 1 — graue und grünliche Flyschmergel, bröckelig-schieferig.
- 2 — 3—6 m schwarzgraue Mergel (wie auf der Nordseite des Tschingelsteins); scharfe, tektonisch verrutschte Grenze gegen
- 3 — 5—6 m glauconitischer Kalk, etwas mergelig, stellenweise rot und dann ununterscheidbar von dem beim Reservoir; erfüllt mit schön erhaltenen Nummuliten.
- 4 — 0.5 m grünlicher, mergeliger Kalk voll *Assil. granulosa*.
- 5 — 2 m massiger, grünlicher Kalk, Glauconit als Ausfüllung der Foraminiferenkammern, voll Nummuliten. Scharfe Grenze gegen
- 6 — 0.5 m grüne Glauconitmergel.
- L und L₁ = Linsen von Nummuliten-Glauconitkalk.

Fauna des Bachsteins und der Schichten 3 und 5 der Fig. 13.

Nummulina distans DESH.,

sehr häufig; grösser als am Tschingelstein: 20×5 ; 25×4.5 ; 27×5.5 ; 26×7 ; 28×6 mm; meist wellig verbogen, scharfkantig. Megasp. Generation bis 7×2.4 mm, mit scharfem Rand, symmetrisch.

Nummulina irregularis DESH.,

typische Form bis 22 mm Durchmesser und var. **formosa** DE LA HARPE, 35×3 mm! mikrosphärische und megasphärische Generation nicht sehr häufig.

Assilina granulosa d'ARCH. var. **minor**.

Form variabel und etwas verschieden von der entspr. Art des Reservoirs; besonders auffallend ist eine Form wie subvar. *laevitenuis* HEIM (Nummul. u. Flyschb., p. 249), dünn, Oberfläche mehr oder weniger glatt, mit Zentralknopf, bis 14.5 mm Durchmesser. Einzelne dieser grösseren Exemplare lassen bei Streiflicht deutlich spiralförmige Unebenheiten erkennen, die ganz an *Ass. spirale* DE ROISSY erinnern, und in der Mittelregion kräftig in unregelmässiger Anordnung tuberkuliert sind. — Beide Generationen massenhaft. (Numm. u. Flyschb., Taf. VIII, Fig. 11.)

Operculina granulosa LEYM.

Discocyclina sp.

Pecten, Spondylus, Rotularia spirulacea LAM.

Der Gufler.

Mitten im bewaldeten Bergsturz-Trümmerstrom ragt der Gufler hervor, ein blauweiss angewitterter klotziger Nummulitenkalkfels von abgerundet parallelepipedischer Form, 70—80 cm breit und lang, etwa 25 m dick und 70 m hoch. Als dicke Platte sitzt er auf einer tektonisch beschnittenen Kante, erhebt sich schräg gegen NW und ruht auf gelblich-grünlichem Flyschmergel.

(Fig. 14.) Der Nagelfluhbergsturz hat den mächtigen Felsklotz rings umflossen. (Spezialkarte Taf. XV.) Der Gufler ist tektonisch wie stratigraphisch und landschaftlich eine der merkwürdigsten Gestalten.

Schon A. ESCHER hat den für ihn rätselhaften Gufler gekannt und studiert ¹⁾.

Gesteinsfolge.

Bei einem Rundgang um den Gufler herum sieht man deutlich, dass die Basis der hellen Felsen auf der West-, Nord- und Ostseite durch eine bis 5 m mächtige Schicht von gelblichem Mergelkalk gebildet wird. Das Gestein ist dermassen erfüllt von der kleinen papierdünnen *Assilina granulosa*, dass es schieferig (z. T. als Hohlkehle) abwittert und die Assilinen zu hunderten frei-

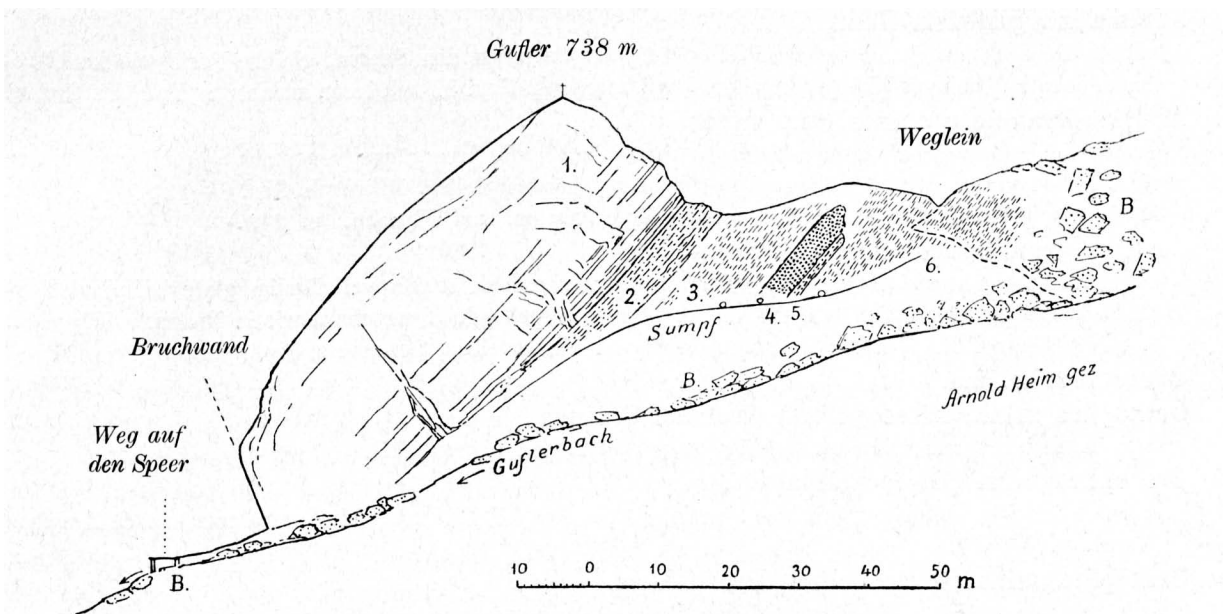


Fig. 14. Nordostseite des Gufler.

(Wald in der Zeichnung weggelassen.)

- | | |
|---|---|
| 1. Zirka 25 m grauer Nummulitenkalk mit Lithothamnien, <i>N. distans</i> , <i>Ass. granulosa</i> etc. | 4. 4—5 m glauconitischer Nummulitenkalk; <i>N. distans</i> , <i>Ass. granulosa</i> etc. |
| 2. Zirka 5 m <i>Granulosa</i> -Mergel und rötlicher, mergeliger Nummulitenkalk. | 5. 0.5 m <i>Granulosa</i> -Mergel. |
| 3. Zirka 15 m grünlicher Flyschmergel? nicht aufgeschlossen. | 6. Grünlicher Flysch-Mergel. |
| | B Molasse-Bergsturz, Nagelfluhblöcke. |
| | o Quellen. |

liegend gesammelt werden können. Es enthält knollige glauconithaltige Kalklagen mit Echiniden, und ausserdem auch schwarzgrüne Glauconitkörner zerstreut. Gegen das Hangende findet ein sehr allmählicher Übergang statt. Auf dem Grat-Rücken nordwestlich des Gufler-Gipfels findet man im unteren Teil der genannten Basisschichten auch rote mergelige Nummulitenkalke, die an diejenigen beim Reservoir erinnern. (Fig. 14.)

Die Hauptmasse bildet ein grauweisser bis bläulich angewitterter, kompakter Kalk, 20—25 m mächtig. Der untere Teil (zirka 5 m) enthält noch zu tausenden die gleichen kleinen Assilinen, auch *Pecten*, *Brachyopoden*, *Echiniden* und *Ostreen*. Der obere Hauptteil erinnert äusserlich an Schrätenkalk und gleicht dem Rifkalk von Lisighaus bei Wildhaus.

Das Gestein wechselt im einzelnen von einer Stelle zur andern. Der Kalk ist inwendig grau oder gelblich-bräunlich, spätig, enthält Glauconit in unregelmässigen, hellgrünen Körnern,

¹⁾ Über die tektonische Lage vergl. „Brandung der Alpen“. Vierteljahrchr. d. nat. G., Zürich 1906.

als gelbgrüner Steinkern der Foraminiferen oder auch in Schlieren. Auf der Westseite des Guflers fand ich im Anstehenden vereinzelte, dicke Lithothamnienknollen, sowie lose Blöcke von eigentlichem Lithothamnien-Riffgestein ¹⁾, bestehend aus fast lauter nuss- bis eigrossen, knorrigen Lithothamnienknollen. Durch die ganze Mächtigkeit hindurch gehen in ungeheurer Menge die zahlreichen Nummulitideen bis zu mikroskopisch kleinen Individuen, abgesehen von den Lithothamnien, wohl $\frac{2}{10}$ des Gesteins bildend. Besonders schön angewitterte Platten kann man auf der Gipfelplatte (von W. od. N. her zu erklettern) sammeln.

Nummulina distans DESH.,

typisch, häufig; $17-24 \times 3,5-6$ mm, oft von Parasiten durchlöchert.

Nummulina atacica LEYM. und **globulus** LEYM.?

Nummulina gallensis HEIM.,

selten, klein, 6 mm Durchmesser, Pfeiler auf und zwischen den Septen, gleiche Form wie im Lithothamnienkalk Tobbach-Wildhaus; mikro- und megasph. Gen. im mittleren u. oberen Teil des Gufler.

Assilina granulosa d'ARCH. var. **minor**.

Gesteinsbildend, besonders an der Basis massenhaft, alle Übergänge von stark granulierten bis zu glatten Exemplaren, mit oder ohne aufgeschwollenem Zentralpfeiler. Mikrosph. Gen. $6-13 \times 0,7-2$ mm, häufig papierdünn. (Vergl. subvar. *laevitenuis* in Numm. und Flyschb., p. 249.)

Assilina granulosa d'ARCH. var. **major**.

Durchm. $18-25$ mm, Dicke bis 3 mm, schwach granuliert bis vollständig glatt auf der Oberfläche und dann äusserlich wie *Numm. irregularis* aussehend. (Querschnitt wie in Numm. u. Flyschb., p. 246, Fig. 24 E.) Häufig im oberen Teil der Guflerfelsen, besonders Gipfelplatte.

Operculina sp. ind.

Orthophragmina (Discocyclina) Archiaci SCHLUMB.,

typisch, meist 8 mm Durchm., häufig im mittleren und oberen Teil.

Orthophragmina (Discocyclina) sp.,

grosse Form wie vom Reservoir und Tschingelstein, bis $25 \times 2,5$ mm, mit Lateralnetz wie *O. Archiaci*. (Vergl. p. 46, 50.)

Orthophragmina (Discocyclina) Pratti MICH.,

sehr schmale, meist schwach gepfeilte Form, häufig von unten bis oben.

Orthophragmina (Discocyclina) sella d'ARCH. [= *Orbitoides ephippium* (Sow.) GÜMBEL],

selten, mittlerer Teil der Felsen.

Orthophragmina (Actinocyclina) radians d'ARCH.,

ein kleines Exemplar von 3 mm Durchm. im Mergelkalk der Basis, neben *Ass. granulosa* gefunden.

Ostrea gigantea SOL.,

im mittleren Teil über den Basismergeln ziemlich häufig.

Pecten oder **Spondylus** sp.

Waldheimia sp.

Linthia Ibergensis DE LORIOI.

DE LORIOI: Mon. d. Echin. contenus dans les couches numm. de l'Égypte, Mém. Soc. de Phys. et d'Hist. nat. de Genève 1880, p. 112; abgebildet als *Linthia subglobosa* Lam. in

DE LORIOI: Mém. Soc. pal. Suisse, vol. III 1876, p. 103, pl. XVIII, f. 1—5. Ein vollständiger Steinkern aus den Basismergeln.

Lithothamnium nummuliticum GÜMB.

GÜMBEL: Die sog. Nulliporen. Abh. d. K. bayr. Ak. II Cl. Bd. XI, Abt. I 1871, Taf. I, f. 2 a—c; im mittleren Teil gesteinsbildend. Knollen relativ klein, bis 3 cm Durchm., häufig im Zentrum eine *Numm. distans* einschliessend.

Der Gufler ist durch das helle, kompakte, glauconitarne Gestein und besonders die *Lithothamnien* von allen übrigen Nummulitenbänken des Flibachgebietes verschieden. Er steht unvermittelt als Riesenklotz da und hat keine Fortsetzung.

¹⁾ Diese Kalk-Algen-Gesteine, wie überhaupt die Nummulitengesteine des Flibachgebietes, sind in der Arbeit von J. FRÜH. „Gesteinsbildende Algen der Schweizeralpen“ 1890 noch nicht erwähnt.

Die Fauna zeigt gegenüber den bisher besprochenen Nummulitenschichten „Reservoir und Eckstein“ keine wesentlichen Unterschiede. Neu ist für den Guffler *Numm. gallensis* als Seltenheit.

Bei meinem letzten Besuche des Gufflers entdeckte ich noch auf der Nordostseite im Gestrüpp verborgen eine im grünlichen Flyschmergel eingelagerte Nummulitenkalkbank von etwa 5 m Mächtigkeit, 50° südlich fallend. (Fig. 14.) Sie besteht im oberen Hauptteil aus grünlichem, glauconitischem Kalk mit Glauconit als Foraminiferensteinkern, vom Aussehen des Tschingelsteins und erfüllt mit *Assilina granulosa* var. *minor*, *Numm. distans*, kleine Varietät, besonders megasphärische Generation, und *Discocyclinen*. Die unterste 0,5 m mächtige Bank, die vermutlich mit dem liegenden Flyschmergel durch Übergänge verknüpft ist, wird von mergeligem Kalk gebildet, der besonders durch das massenhafte Auftreten von *Assilina granulosa* var. *minor* neben der kleinen, scharfrandigen, megasphärischen *Numm. distans* (*N. Telihatcheffi*) ausgezeichnet ist.

Linsen und Blöcke von Glauconitgestein im grünlichen Flyschmergel.

Ausser den genannten und beschriebenen grossen und kleinen Blöcken von Nummulitengestein im Flysch sind in der Spezialkarte Nr. 61, Taf. XV noch weitere 6 Linsen und Blöcke von Nummulitengestein im grünlichen Flyschmergel verzeichnet. Es sind zwei Blöcke auf der Ostseite des Flibaches, unweit oberhalb (Taf. XV) und unterhalb der Renzletenmündung (Fig. 13) und 4 Blöcke an den steilen Flyschabrisen beidseitig der Renzletenschlucht. Die grösseren erreichen je etwa 2 × 5 m, die kleineren drei bewegen sich je um etwa 1 m³. Ich betrachte den einhüllenden, grünlichen Flyschmergel und damit auch die genannten Blöcke als die wahrscheinlich jüngsten Flyschbildungen des Flibachgebietes. Leider sind die genannten 6 Blöcke zur Zeit unzugänglich. Herabgefallene Stücke lassen erkennen, dass sie aus meist tiefgrünem, kalkhaltigem Glauconitgestein mit schwarzgrünen Glauconitkörnern bestehen und Nummuliten enthalten, die mit den beschriebenen vom Tschingelstein übereinzustimmen scheinen. Die Spezialkarte, Taf. XV zeigt deutlich, dass die genannten 6 Blöcke wohl teilweise untereinander zusammengehören, das heisst aus gleichen Bänken tektonisch zerrissen sein können, nicht aber als Fortsetzung des Nummulitenkalk- zuges vom Tschingelstein-Bachstein-Flibach-Renzleten betrachtet werden können, indem sie das Liegende dieser zerrissenen Rippe bilden.

c) Austernbänke im Flysch.

Allgemeines.

Nachdem C. BURCKHARDT 1896 am Nordfuss des Flubrig Austernbänke („*Gryphaea Escheri*“) „im Flysch“ entdeckt hatte, fand A. ROTHPLETZ (1898) Austernbänke auch bei Eschen-Brand am unteren Durschlägiweg.

Ich habe solche Austernschichten ausser

1. am Weg östlich Brand, auch noch gefunden:
2. oberhalb dieses Weges, bei n des Wortes Brand der Walenseekarte, nordöstlich der Häuser, in Phot. Taf. X durch schwarze Bodenstriche hervorgehoben;
3. in weitaus schönster Entwicklung im oberen Teil des Renzletenbaches;
4. am Flibach bei Mietsack (Spezialkarte 1 : 3000, Taf. XIV) ¹⁾.

Ferner fand ich kaum unterscheidbare Austernbänke in der Säntisdecke bei Strick auf der Südseite des Häderenberges; da jedoch jene offenbar dem Senon angehören, sollen sie im Abschnitt Kreide besprochen werden. Die Austernschichten in Flyschfacies sind in den Karten durch feine, blaue Bogeulinien angegeben.

Obschon der Flysch im westlichen Teil des Walenstadterberges stellenweise ganz gleich wie derjenige mit Austernbänken bei Brand aussieht, habe ich dort vergeblich nach Austern gesucht.

¹⁾ Diese unter 4 genannten Austernbänke fand ich erst 1908, als die Walenseekarte 1 : 25,000 schon gedruckt war.

1. Weg östlich Brand.

Wir treffen bei der kleinen Brücke, die über den Brandbach führt (Fig. 15), eine wenig mächtige Lage von etwas flaserig-knorrigen, unreinen Kalken, die voll schwarzschaliger, runder Austern von meist etwa 2 cm Durchmesser sind, und konkordant in gewöhnlichen, bräunlichen Flyschmergelschiefer eingelagert sind. Da die Austern nicht gut erhalten sind, denkt man zuerst an Valangienmergel mit Exogyren, unsomehr, als das braun angewitterte, knorrige Gestein auf frischem Bruch reich an Trümmern und Schlieren von Pyrit und auf dem Querbruch feinkörnig und violettgrau wie Valangien ist.

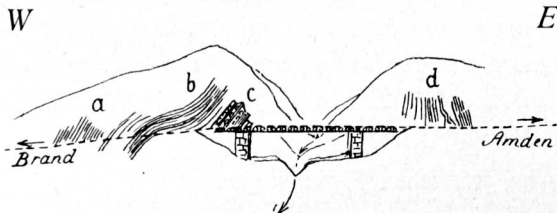


Fig. 15. Austernbänke im Flysch an der Brücke über den Brandbach östlich Brand.

1 : 400.

- a* = brauner, blätteriger Flysch mit einzelnen fein sammetig-körnigen, pyrithaltigen Kalklinsen.
- b* = Schwarze, blätterige Schiefer mit rauher Oberfläche (wie Säls und Rütliwald, Churfürsten), auch mit kalkigen Lagen. Eine etwa 5 cm dicke, kalkige Lage oben voll Austern. Allmählicher Übergang in
- c* = $\frac{1}{2}$ m Austernbänke; feinkörnig, etwas schlierig, inwendig violettgrau, braun angewittert, mit schieferigen Zwischenlagen, voll schlecht erhaltener, dünnschaliger, schwarzer, runder Austernschalen.
- d* = bräunlicher Flyschschiefer.

Klettern wir von dem Brücklein der Bachfurche entlang aufwärts, so treffen wir ungefähr in der Fortsetzung der genannten Schichten Schiefer mit 1—2 cm dicken Linsen von ganz dichtem, grauem Kalk. Auch dickere, flaserige Kalkschichten sind hie und da zu sehen. Dieser Mergel-Schiefer ist in trockenem Zustande hellgelb angewittert und enthält feine, dunkle Körnchen (Globigerinen). Austern fand ich oberhalb der Brücke keine mehr.

Gehen wir zur Brücke zurück und von dieser aus auf dem Wege weiter östlich, so finden wir zunächst etwa 120 m mächtig, steil nordfallend, hellen, blätterigen Flysch-Schiefer, indem man feinste Körnchen bemerkt, dann nach etwa 40 m Gehängeschutt zirka 10 m steil südfallenden Schiefer mit inwendig violettgrauen, flaserigen Kalkbänken, die genau aussehen wie diejenigen bei der Brücke (*c* und *b* in Fig. 15), in denen ich aber keine Austern mehr fand. Endlich, nach weitem 50 m Gehängeschutt stösst man auf den überschobenen Valangienkalk. Die Zeichnung Fig. 25, pag. 81, von Rothpletz 1898 ist im Prinzip richtig, im Detail etwas ungenau.

2. Unmittelbar nordöstlich Brand.

Auf dem genannten Weg nach Amden findet man ausser bei der Brücke schon 50 m östlich der Häuser Brand im Weg knorrige, flaserige, auch schieferige Kalke im Flysch, die erfüllt sind mit den gleichen Austern wie bei der Brücke weiter östlich. Noch besser als auf dem Weg kann man den Flysch mit Austernbänken nordöstlich oberhalb des Weges an einem kahlen Abrutsch in den Wiesen beobachten. Auch hier trifft man beidseitig alle Übergänge in den gewöhnlichen Flyschschiefer, der kleinere und grössere austernfreie Kalklinsen (bis 60 cm lang und 25 cm dick) und bis $\frac{1}{2}$ m dicke, flaserige Kalkschieferbänke einschliesst. Die Austern sind unregelmässig, schlierenartig in einzelnen, kalkigeren Bänken verteilt. Sicher handelt es sich hier nicht um die gleichen Schichten wie bei der Brücke, sondern um eine primäre Repetition der gleichen Austernfacies im Flyschschiefer.

3. Oberer Renzletenbach.

Gehen wir auf dem Weg von Brand nördlich und dann im Einschnitt des Renzletenbaches aufwärts, so stossen wir bei zirka 1000 m zur Linken auf die bisher unbekannten, weitaus am schönsten entwickelten Austernschichten, die in Fig. 16 abgebildet sind.

Wieder sind es, wie bei Brand, braun angewitterte, inwendig dunkle, feinkörnige, zähe, knorrig Kalkbänke. Die zweite Austernbank bachaufwärts ist grobkörnig-spätig und enthält ausser massenhaften Austern auch noch andere Schalentrümmer. Die Verknüpfung mit gewöhnlichem Flysch lässt sich hier sehr deutlich beobachten: Die Austernkalkbänke selbst sind an ihren Grenzflächen durch Übergänge mit Mergelschiefer verbunden, und auch als Ganzes betrachtet lassen sich die Austernschichten nicht aus dem Flysch herauslösen.

Gehen wir bachaufwärts, so begegnen wir zunächst etwa 20 m mächtigen, bräunlichen Mergeln. Diese scheinen allmählich in mehr grünlichen Flyschmergel ähnlich demjenigen des obern Flibaches überzugehen. Bei der Höhe von zirka 1100 m treffen wir auf einmal eine nur 2—3 m dicke Grün-sandeinlagerung, die nur dem Nummulitengrünsand zugeschrieben werden kann. (Fig. 16.)

Aber auch unmittelbar südlich der Austernschichten treffen wir auf der linken Bachseite Nummulitengrünsand, massig, blockartig, zerklüftet, mit Nummuliten (*N. gallensis* und *Orthophragminen*). Es ist eine zerrissene Bank, wahrscheinlich die Fortsetzung der Nummulitengrünsande nördlich Brand. Sie ist in hellen, etwas feinsandigen Körnchenschiefer eingelagert und hat auf der rechten Bachseite keine Fortsetzung. Sicher ist jedoch, dass die streichende Fortsetzung unweit bachabwärts der Austernschichten von Fig. 16 liegen müsste.

Die Austernschichten erscheinen also hier als Einlagerungen im eocänen Flysch.

Mikroskopie.

Ein Dünnschliff aus der Austernbank in Fig. 16 h, liegendes, bestätigt die makroskopische Diagnose. Er zeigt einen unreinen, dichten Kalk mit reichlicher Beimengung von feinen Quarzsandkörnern von durchschnittlich 0.05 mm Durchmesser und mit massenhaft Muschel-Schalen-

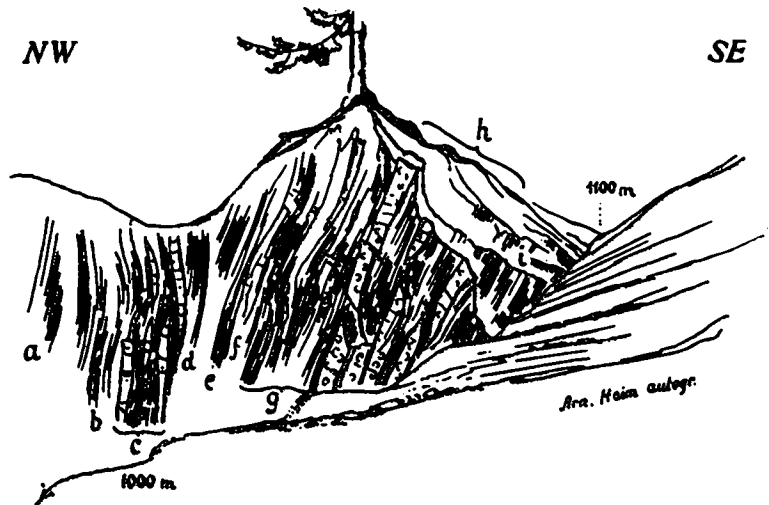


Fig. 16. Austernbänke im Flysch am oberen Renzletenbach. Profilschnitt. Streichen N 40° E.

- a = brauner, blätteriger Flysch mit dünnen, schieferigen Kalklinsen.
- b = 40 cm dunkler, feinblättriger Flysch.
- c = 1½ m hellgelblich angewitterter Flyschschiefer mit grösseren und kleineren Foraminiferenkörnern.
- d = ½ m ziemlich dicker, blätteriger Flyschschiefer, etwas feinsandig, ohne Körner.
- e = 2 m hellgelber, blätteriger Schiefer, ohne Körner.
- f = 20 cm Bank von dunkelgrauem, körnigem und feinspätigem, knorrigem Kalkschiefer, auf der Unterseite von hellem Körnchenschiefer begleitet.
- g = Wechsellagerungen von braunen, flaserigen, zähen Mergeln mit knorrig, flaserig, feinkörnigen, inwendig dunkelgrauen, etwas sandigen Kalklagen, punktierte Stellen = Fe S₂ Erz.
- h = Zirka 3 m braun angewitterte Austernschichten. Knorrig-flaserige, zerrissene, inwendig feinkörnige, etwas sandige, zähe Kalkbänke von 30—70 cm Dicke, voll schwarzschaliger Austern (Fig. 18 c).
- i = Zirka 20 m hellbräunlich angewitterter, inwendig dunkelgrauer Flyschmergel, mehr oder weniger schieferig, hie und da mit kleinen Kalkflasern. Weiter oben am Bach Übergang in grünlichen Flyschmergel (= b in Fig. 17).

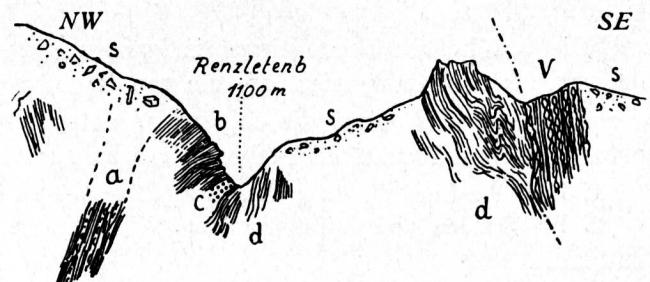


Fig. 17. Profilskizze durch den oberen Renzletenbach.

- a = Austernschichten (die gleichen wie in Fig. 16).
- b = Grünliche Flysch-Mergel.
- c = 2—3 m feinkörniger Nummulitengrünsand.
- d = Gewöhnlicher, gelbl. Flyschschiefer mit Körnern.
- V = Valangienmergel, auf Flysch überschoben.
- s = Gehängeschutt.

trümmern, die mehr als $\frac{1}{3}$ der im Schliff zu beobachtenden Gesteinsmasse ausmachen. Glauconit kommt vor in einzeln zerstreuten, unregelmässig zackig begrenzten, aber gut individualisierten, blaugrünen Körnchen von etwa 0.05 mm. Foraminiferen in spärlichen, unkenntlichen Bruchstücken.

Da die Austernbänke der übrigen Lokalitäten den gleichen Habitus haben, können diese mikroskopischen Bemerkungen auch als für jene gültig angesehen werden.

4. Flibach-Mietsack.

Auf der linken Seite des Wildbaches, nordöstlich der Hütte Mietsack, findet man wieder Austernschichten als normale und vollkommen konkordante Einlagerung im Flysch-mergel ¹⁾ (Spezialkarte 1:3000, Taf. XIV). Mit 65° Nordostfallen finden wir von oben nach unten:

mächtige, graue und schwärzliche Flysch-Mergelschiefer.

0.5 m sandig-glauconitische Kalkbank, sehr feinkörnig, beidseitige Übergänge.

10 m bräunlichgrau angewitterter, dünnblättriger Mergelschiefer. Übergang unmerklich in

2 m Mergelschiefer mit viel Austern, meist in Bruchstücken.

1.5 m Bänke von mergeligem Kalk, schieferig verwitternd, fein-sandig, mit wenig feinsten Glauconitkörnchen, bräunlich angewittert, inwendig grau.

0.5 m mergelige Bank.

0.5 m feinkörnig-sandiger Kalk mit feinen Glauconitkörnchen wie *d*, im oberen Teil mit häufigen Austernschalen (die gleichen Arten wie bei Brand), und Kriechspuren an der Oberfläche der Bank.

0.5 m bräunlichgraue Mergel.

Durch eine Mauer und grosse Blöcke ist das weitere Anstehende bachabwärts verdeckt. Dagegen sieht man oben am Abhang beim Holzritt und von hier an noch 200 m weiter südlich konkordant die liegenden, grauen Flysch-Mergelschiefer mit Globigerinen folgen.

Paläontologisches über die Austern.

A. ROTHPLETZ bestimmte 1898 die folgenden zwei Arten von Brand:

Gryphaea vesicularis LAM. und

Exogyra auricularis COQU. ²⁾.

Die Austern, die ich von den beschriebenen Lokalitäten von Brand sammelte, sind schlecht erhalten. Das gleiche betrifft die von ROTHPLETZ von dort gesammelten Exemplare, die ich 1908 in der Sammlung der alten Akademie in München zu besichtigen Gelegenheit hatte. Weit bessere und grössere Exemplare mit bis über 6 cm Durchmesser sammelte ich am Renzletenbach aus den Schichten *h* der Fig. 16, endlich auch einige ordentliche Exemplare am Flibach bei Mietsack. Da diese „senonen“ Austern im mitteleocänen Flysch ein besonderes Interesse bieten, habe ich sie in Fig. 18 abgebildet.

Die gewöhnliche Form stimmt im ganzen gut überein mit *Ostrea (Pycnodonta) vesicularis* LAMARCK aus dem Campanien, wie sie von COQUAND ³⁾ und besonders BAYLE ⁴⁾ abgebildet ist.

Es lassen sich etwa die folgenden, untergeordneten, in den genannten Abbildungen nicht hervorgehobenen Eigentümlichkeiten hervorheben:

1. Der Flügel und die dadurch gebildete Furche sind auch bei den grössten Exemplaren relativ schwach.
2. Die Schalen sind auffallend dünn.

¹⁾ Herr J. BOUSSAC aus Paris, den ich am 23. VIII. 1908 an diese Stelle führte, überzeugte sich, dass diese Austernschichten als normale Einlagerung im Flysch zu betrachten sind.

²⁾ In COQUAND, Monogr. du genre *Ostrea*, Paris 1869, p. 28, als *Ostrea auricularis* GRINITZ beschrieben, auf Taf. VIII, f. 1—12 als *Ostrea cornu-arietis* COQU. abgebildet. Diese *Exogyra*, die nach COQUAND ebenso für Campanien typisch sein soll, habe ich nicht wieder gefunden.

³⁾ COQUAND l. c., pl. XIII, f. 2—10.

⁴⁾ BAYLE, Explication carte géol. France 1874, Atlas, pl. CXXXV.

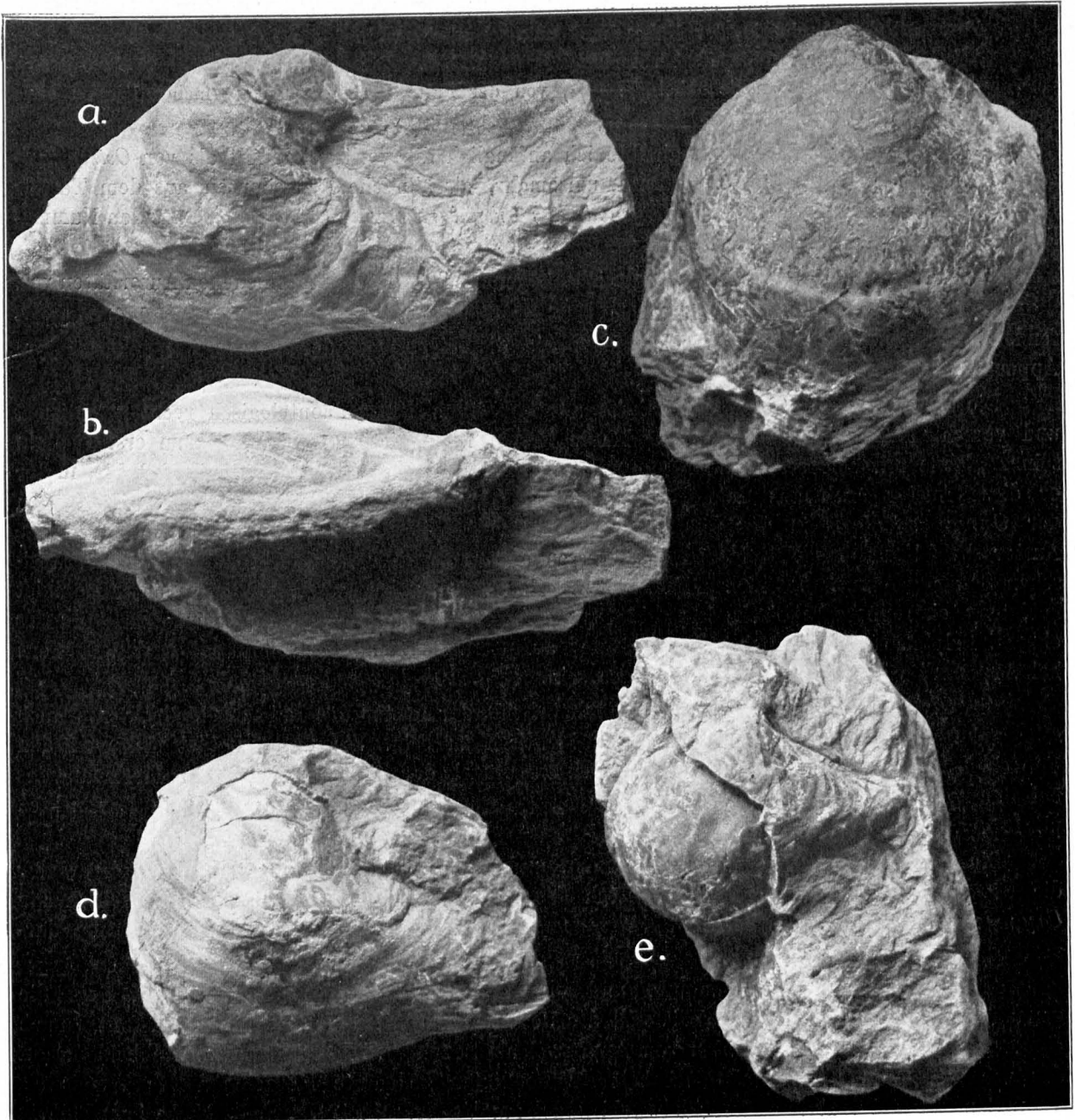


Fig. 18. Austern aus dem Flysch vom Flibach und der Wageten.

(In natürl. Grösse, phot. Arnold Heim.)

- a) *Ostrea* sp. nov.? convexe, linke Schale von der Seite.
- b) Das gleiche Exemplar, linke Schale.
- c) *Ostrea* (*Pycnodonta*) gr. *vesicularis* LAM. vom Renzletenbach, aus Schicht h in Textfigur 16, p. 57, grösstes Exemplar, linke, grosse Schale.
- d-e) *Ostrea* (*Pycnodonta*) gr. *vesicularis* LAM. aus dem Flysch (Blattengrutschichten?) der Wagetenkette; linke, convexe Schale; leg. J. OBERHOLZER.
- d) Var. *Escheri* MAY. sp.

3. Die rechte, obere Schale ist meist flach oder schwach konvex, uneben.

4. Bei allen kleineren und grösseren Exemplaren ist auf der grossen linken Klappe eine flache konzentrische Furche in der Nähe des Randes deutlich, worauf die Schale mit einer wulstigen Wölbung steil gegen die flache, rechte Klappe abfällt. Die genannte Falte liegt etwa derart, dass ihr Abstand vom Schnabel $\frac{2}{3}$ — $\frac{4}{5}$, von der Falte bis zur kleinen, flachen Klappe etwa $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{5}$ beträgt. (Fig. 18 c.)

Aus den genannten Gründen glaubte ich anfänglich die vorliegende Art als von *Ostrea vesicularis* verschieden betrachten zu müssen, umsomehr, als ähnliche Pycnodonten aus dem Tertiär beschrieben wurden, wie z. B. *Ostrea (Pycnodonta) Brogniarti* BRONN (*Gryphaea*)¹⁾ aus den Nummulitenbildungen von Vicenza und Biarritz.

Um mir Klarheit zu verschaffen, legte ich die genannten Austern verschiedenen Autoritäten vor.

Herr Prof. MAYER-EYMAR erklärte sie 1906 als *Gryphaea Escheri* MAY.-EYM., und die betreffenden Austernschichten des Flibachgebietes wie diejenigen mit der „faune miraculeuse“ von Appenzell als Londinien²⁾.

Die Frage der *Gryphaea Escheri* ist stratigraphisch wie paläontologisch recht kompliziert und verschieden beantwortet worden. MAYER-EYMAR führt diese Bezeichnung zum erstenmal in seiner „faune miraculeuse“ an und begründet in seiner Monographie der Einsiedlerfauna³⁾, in der er diese Auster auch aus dem „Parisian“ erwähnt, diese Bezeichnung auf die Abbildungen der *Ostrea vesicularis* in SCHAFHÄUTL⁴⁾. In dieser Arbeit SCHAFHÄUTL'S wird die betreffende Auster sowohl aus dem Mitteleocän des Kressenberges, als auch vornehmlich aus dem oberbayrischen Senon genannt. Da MAYER-EYMAR seine *Gryphaea Escheri* von Appenzell nicht abgebildet hat, mag eine photographische Reproduktion seiner von ihm in der geologischen Sammlung des eidgen. Polytechnikums Zürich als „Originale“ aufgestellten Exemplare vom Nordfuss der Fährn bei Appenzell vergleichsweise von Interesse sein. (Fig. 19.)

Die *Gryphaea Escheri* von Appenzell scheint mit der Auster des Flibachgebietes, wenn auch sehr nahe verwandt, doch nicht durchweg identisch zu sein. Sie unterscheidet sich von den Flibachaustern durch ihren rundlichen, rechten Flügel der linken Schale, ein Merkmal, das bei der typischen *Pycnodonta vesicularis* auch gelegentlich vorhanden ist (z. B. in BAYLE l. c., pl. 135, f. 5).

Die neueren Autoren, wie P. OPPENHEIM und O. REIS anerkennen wohl mit Recht weder die *Gryphaea Escheri* als eigene Art noch das Londinien MAYER-EYMAR's und betrachten die *Gryphaea Escheri* wieder als zu *Ostrea vesicularis* gehörend, wie bereits von SCHAFHÄUTL dargestellt wurde.

Auf Grund dieser Bestimmung, und der allgemeinen Ansicht entsprechend, dass die genannte Auster ein unfehlbares Leitfossil des Senon (Campanien) sei, bestimmte O. REIS⁵⁾ nach eigenen Begehungen das Londinien von Appenzell als Senon. A. ROTHPLITZ⁶⁾ stellte bald darauf das von BURCKHARDT 1896 mit Vorbehalt als Londinien gedeutete Mergelband des Wiggis als Valangien fest und deutete anderseits sowohl BURCKHARDT's Mergel mit *Gryphaea Escheri* am Flubrig wie die von ihm neu gefundenen Austernschichten bei Brand (Flibachgebiet) als Senon. Die Austernschichten am Flubrig können in der Tat etwa unseren senonen Austernbänken im Leistmergel am Häderenberg entsprechen, während die Bänke der *Ostrea vesicularis* des Flibachgebietes über dem Assilinengrünsand liegen.

¹⁾ BRONN's Lethaea Atlas, Tab. 36², Fig. 9 und Bd. III, 6. Teil, p. 356.

²⁾ MAYER-EYMAR: Das Londinien am Säntis, Vierteljahrshr. d. naturf. Ges. Zürich 1879. — La faune miraculeuse du Londinien d'Appenzell 1890. — Diagnoses specierum novarum ex agris Helvetiae nummuliticis. Vierteljahrshr. d. naturf. Ges. 1890.

³⁾ MAYER-EYMAR. Beiträge zur geol. Karte d. Schweiz, Liefg. XIV, 1877.

⁴⁾ SCHAFHÄUTL. Südbayern, Taf. 30, Fig. 1; Taf. 41, Fig. 5—6.

⁵⁾ O. REIS: Erklärungen geogn. Jahreshfte München 1896, p. 18—19.

⁶⁾ A. ROTHPLITZ: Das geotektonische Problem der Glarneralpen 1898.

ROTHEPLETZ äussert sich 1898 p. 82 folgendermassen über die Austernschichten von Brand:
 „BURCKHARDT 1896 hat diese Schichten auch westlich von unserem Gebiete am Fluhbrig nachgewiesen, aber die Auster als *Gryphaea Escheri* M.-E. bestimmt und den Schichtenkomplex ins untere Eocän versetzt. Indessen hat bereits O. REIS (1896, S. 131) darauf hingewiesen, dass diese *Gryphaea Escheri* nur eine Spielart der *Gryphaea vesicularis* sei und die Escheri-Schichten BURCKHARDT's wohl ein Äquivalent der Oberstdorf-Hachauer Schichten der bayrischen Alpen darstellen. Da nun auch Dr. BURCKHARDT selbst, dem ich die Funde vom Durchschlägiberg gezeigt habe, die Identität dieser Gryphaeen mit seiner *Gryphaea Escheri* bestätigt hat, so zweifle ich nicht daran, dass dieser oberste Kreidehorizont von Weesen sich westwärts bis zum Fluhbrig fortsetzt.“

Diese Verbindung ist sehr fraglich. Die Übereinstimmung der Austern vom Fluhbrig mit denen von Brand am Durchschlägiberg kann aber deswegen doch richtig sein; denn auf die gleiche verblüffende Übereinstimmung führt mich ein Vergleich der eocänen Austern des Flibaches mit den senonen des Häderenberges.

Herr Professor Dr. J. BOHM in Berlin, dem ich die Flibachaustrern zusandte, hatte die Güte, mir seine Ansicht wie folgt mitzuteilen:

Brief vom 27. IV. 1909: „Zuerst machten mir die *Gryphaeen* einen tertiären Eindruck; ich erinnerte mich, solche Formen bei SCHAFHÄUTL gesehen zu haben. Prof. BROILI antwortete mir auf Anfrage, dass Schafhäutl's Exemplare cretacisch seien. Ich kam dann auf die in

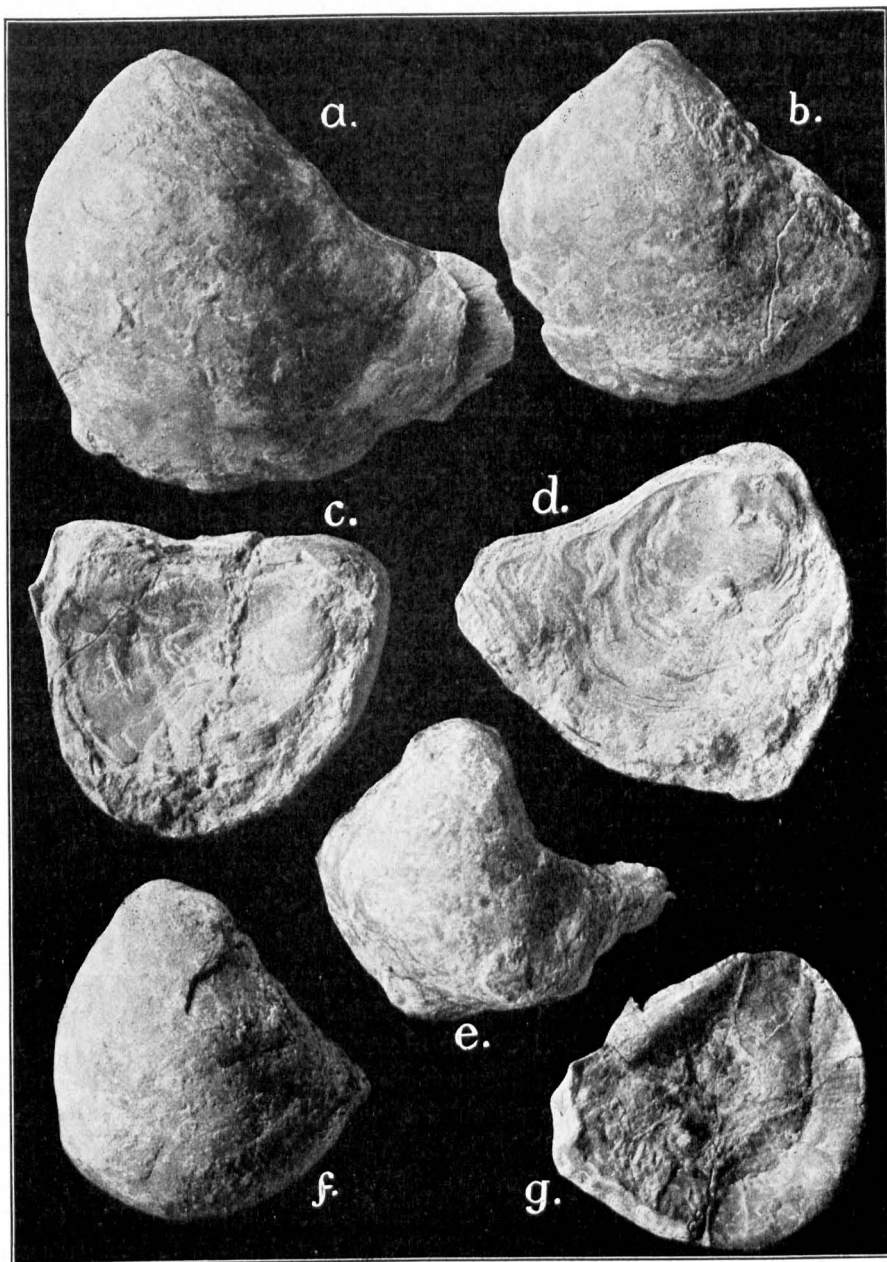


Fig. 19. *Gryphaea Escheri* MAYER-EYMAR [= *Ostrea (Pycnodonta) vesicularis* LAM. var. *Escheri* MAY. sp.].

Mayer's Originale vom Nordfuss der Fährnern bei Appenzell.

a, b, e, f linke, convexe Schale; c, d, g rechte, flache Schale (lauter verschiedene Exemplare).

Natürliche Grösse, phot. Arnold Heim.

Maestricht vorkommende *Gryphaea vesicularis*. Um doch in dieser wichtigen Frage sicher zu gehen, legte ich die Exemplare bei einem Besuche, den SCHLOSSER in Berlin machte, diesem Forscher, der das bayrische Tertiär durchgearbeitet hat, vor; er sagte mir, es sei keine tertiäre Form. Ebenso lehnte OPPENHEIM ihr tertiäres Alter ab und bestätigte die ausserordentliche Ähnlichkeit mit den Maestrichter Vorkommnissen.“

Brief vom 18. IV. 1910: „Das Gryphaeen-Material vom Flibach und Renzletenbach habe ich wiederholt mit Material, soweit ich es hier vergleichen konnte, zusammengehalten und bin immer wieder zu dem Ergebnis gekommen, dass es samt und sonders als *Gryphaea vesicularis* LAM. zu bestimmen ist. Gestalt, Umriss, Wirbellage, Wölbung, kurz alles spricht für diese Art allein. In Ihrer Ansicht, dass diese Muschel auch noch ins Eocän hinaufgehen soll, stehen Sie nicht allein, indem R. M. BAGG jr. (The occurrence of cretaceous fossils in the Eocene of Maryland. The American Geologist 22. 1898) angiebt, dass sie sich mit *Terebratula Harlami* auch im unteren Eocän des Staates Maryland findet. Er schliesst aus dem Umstande, dass beide Fossilien im Staate New Jersey stets unter, südwärts vom Delaware jedoch über dem Vincentown Limesand ihr Lager haben, dass sie infolge ungünstiger Bedingungen (Hebung der nördlicher gelegenen Küsten und kalter Strömungen gegen Ende der Kreideformation) nicht allein nach Südwesten hinab wanderten, sondern auch während des unteren Eocäns in den warmen und tieferen Wassern vor Süd-Maryland fortexistierten.“

Nach allem gesagt scheint mir für die in Frage kommende Auster des Flibachgebietes die folgende Fassung passend zu sein:

***Ostrea (Pycnodonta) gr. vesicularis* LAMARCK.**

Ausser der genannten Art, die sich in Brand und am Renzletenbach massenhaft vorfindet, fand ich am Flibach bei Mietsack (Spezialkarte 1:3000, Taf. XIV) noch das eine in Fig. 18 a-b abgebildete Exemplar, das möglicherweise eine monströse Spielart der *Ostrea vesicularis* sein könnte, wahrscheinlich aber einer anderen, vielleicht neuen Art zukommt. Die beiden ausgesprochenen Flügel oder Ohren könnten die Benennung *biaurita* rechtfertigen. Der vordere rechte Flügel der linken, konvexen Schale ist rundlich, der hintere zugespitzt und von rundem Querschnitt. Der Wirbel ist exogyrenartig nach vorn gedreht. Länge 75, Höhe 44, Dicke zirka 30 mm.

Es sei zum Schluss noch hervorgehoben, dass sonderbarerweise in den Austernschichten im Flysch noch keine eocäne Art, kein Nummulit gefunden wurde, und dass auch umgekehrt in den Nummulitenschichten die beschriebene Auster nicht bekannt ist. Die beiden Ostreen *O. gigantea* und *O. vesicularis* schliessen einander völlig aus. Es ist darum auch begreiflich, dass diese Austernschichten als Senon betrachtet wurden.

Nachtrag. Als diese Zeilen eben druckfertig geschrieben waren, erhielt ich von Herrn Prorektor J. OBERHOLZER in Glarus eine interessante Sendung von Flyschgesteinen mit Petrefakten aus dem hangenden der Bürgenschichten vom Südabhang des Köpfli westlich Rotgrotzen in der Wagetenkette. Das Gestein ist identisch mit den Austernbänken des Flibachgebietes und die Austern gehören ebenso zur Gruppe der *Pycnodonta vesicularis* LAM. Zwei Exemplare sind in Fig. 18 d-e abgebildet, wovon das erstere ganz mit MAYER-ETMAR's *Ostrea Escheri* aus dem sogenannten „Londinian“ von Appenzell übereinstimmt.

Herr OBERHOLZER schreibt mir folgendes: „Die Austern kommen westlich von den Hütten Rotgrotzen massenhaft im Gestein vor; andere Petrefakten sah ich darin nicht. Ob die Austernschichten zwischen den Nummulitenbänken“ (die völlig mit den Grünsandbänken mit *N. gallensis* von Brand übereinstimmen) „oder stratigraphisch darüber oder darunter liegen, kann ich leider nicht mit Sicherheit sagen, da dort die Aufschlüsse im Flysch nicht zusammenhängend sind“ „Ich nahm bisher an, jene Austernbänke gehören dem stratigraphisch über den Nummulitenbänken liegenden Flyschmergel an.“

Alter der Austernschichten.

Bei der Altersbestimmung sollte das Vorhandensein einer Austernart allein nicht massgebend sein. Es kommen folgende Gesichtspunkte besonders in Betracht:

- 1.. Die gesamte Flyschmasse des Flibachgebietes, welche die Austernbänke enthält, bildet die Umhüllung der mit Assilinengrünsand unmittelbar bedeckten Kreide der Flifalte. Aller

- Flysch, der zur Flifalte gehört, ist jünger, als der Assilinengrünsand. Die Austernschichten können aber von der Flyschhülle der Flifalte unmöglich abgetrennt werden.
2. Der Flyschschiefer, in dem die Austernschichten normal eingelagert sind, lässt sich nicht von demjenigen abtrennen, der unmittelbar mit den früher beschriebenen Nummulitenbildungen verbunden ist.
 3. Die Austernschichten des Renzleten- und Flibaches liegen mittelbar zwischen Nummulitenschichten.
 4. Das den Austernschichten am nächsten liegende wirkliche Senon bei Amden (Amdenerschichten), das ROTHPLITZ als Eocän kartierte, hat paläontologisch einen ganz anderen Charakter (Gastropoden-Cephalopodenfauna ohne Austern).

Die obigen Gründe sprechen für mitteleocänes Alter der Austernschichten.

Für Senon würde dagegen ausser der Austernart selbst die faunistisch scharfe Trennung der Austernschichten von den Nummulitenschichten sprechen. Als Senon könnte aber nur eine ausserordentlich kompliziert verfaltete, bisher unbekannte Facies einer höheren Decke in Frage kommen, die von der Santisdecke und Flifalte sekundär wieder überschoben worden wäre.

d) Übersicht über die eocäne Schichtfolge des Flibachgebietes.

Einfache und normale Schichtfolgen sind im Flysch des Flibachgebietes nicht festzustellen. Die folgende Darstellung kann also keinen Anspruch auf absolute Richtigkeit machen. Trotzdem aber treten nach dem Gesamtstudium der Fligegend einige Gesichtspunkte deutlich hervor, die eine Übersicht über die genannte eocäne Schichtfolge ermöglichen.

Wir haben schon früher 4 Abteilungen der Flyschmergel ausgeschieden. Aus dem Studium der Nummulitenfauna geht eine weitere Gliederung deutlich hervor:

Gruppe I. Assilinengrünsand.

Gruppe II. Die sämtlichen Nummulitenbildungen, die im Flysch in der Nähe der Kreide der Flifalte oder deren streichender Fortsetzung liegen, sind ausgezeichnet durch das dominierende Auftreten der *Nummulina gallensis* und die vom älteren Assilinengrünsand her persistierende *Assilina exponens*. Auch die grosse *Orthophragmina discus* und die seltene *Numm. complanata* sind persistierend, in Gruppe III aber verschwunden. *Numm. distans* und *irregularis* anderseits sind noch nicht vorhanden. (Fig. 20.)

Zu dieser Gruppe gehören die aus glauconitischem Kalk und Grünsand bestehenden Nummulitenlagen Ober-Fligade, Isenegg-Grat, Kohlgrub, Brand, oberer Renzletenbach. Sie verteilen sich auf mindestens drei verschiedene, normale Einlagerungen im Flysch-Globigerinenschiefer.

Gruppe III. Die dem Kreidegebiet der Flifalte am entferntesten liegenden Nummulitenkalke des Flibaches sind ausgezeichnet durch das dominierende Auftreten von *Numm. distans* und *Assilina granulosa*. Es kommt hinzu *Numm. irregularis*. Anderseits sind *Assilina exponens*, *Numm. gallensis* (letztere nicht ganz ausnahmslos) und *Orthophragmina discus* verschwunden.

Zu dieser dritten Gruppe gehören Tschingelstein, Flibach-Renzletenbach und Gufler. Nach dem Gestein kann man wiederum den Gufler als einzigen Lithothamnienkalk des Flibachgebietes von den übrigen Vorkommnissen abtrennen.

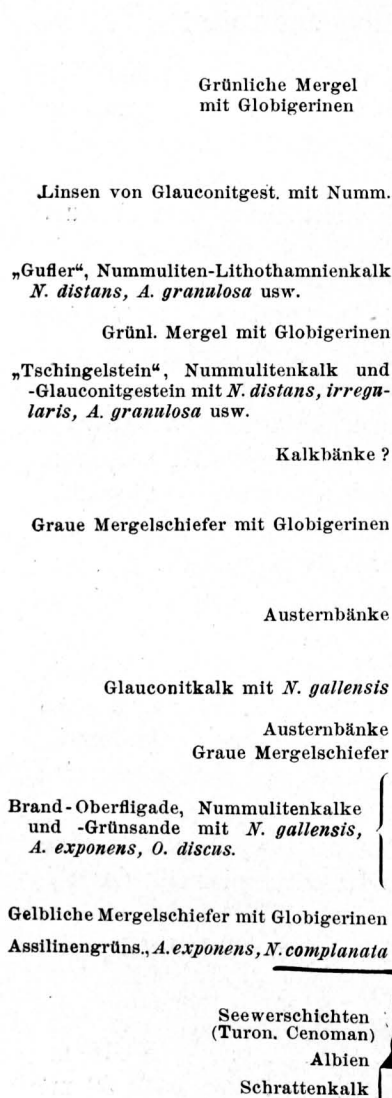
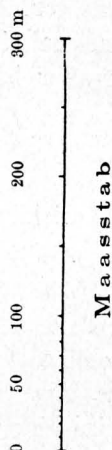
Wir können darnach die folgende in Fig. 20 links dargestellte, primäre Schichtfolge des Eocän vom Flibachgebiet vermuten, von unten:

1. Assilinengrünsand der Bürgenschichten (Paläontologische Gruppe I) Übergang in 5—10 m
2. Gelblichgrauer Flysch-Mergelschiefer mit *Globigerinen* 50 m?
3. Gleicher Flyschschiefer mit mindestens drei Lagen von glauconitischem Nummulitenkalk und Grünsand mit *N. gallensis* HEM und *Assilina exponens* Sow. (Paläontologische Gruppe II) 100—200 m

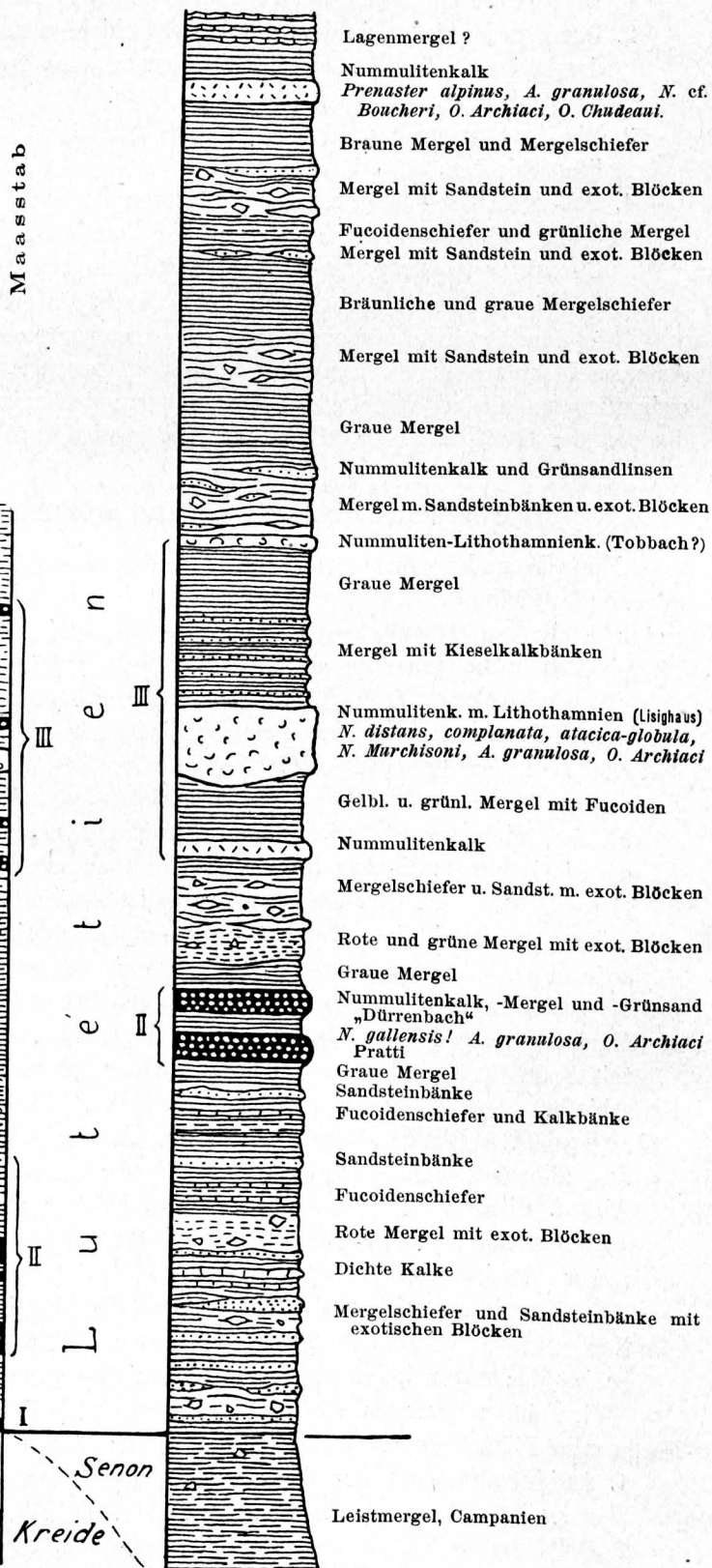
Fig. 20.

Versuch
zu einer Übersicht
der
Flysch-Lagerung
im
Churfürsten-Mattstockgebiet
entworfen 1908.

N = *Nummulina*.
A = *Assilina*.
O = *Orthophragmina*.



Gebiet des Flibaches



Säntisdecke, Amden-Wildhaus

- | | |
|--|--------|
| 4. Graue Flyschmergel und Schiefer mit <i>Globigerinen</i> ; Einlagerungen von Austernbänken mit <i>Pycnodonta vesicularis</i> im unteren Teil (und sterilen Kalkbänken im oberen Teil?). Flirain-Geissbrugg | 200 m? |
| 5. Glauconitkalk mit <i>N. distans</i> , <i>N. irregularis</i> , <i>Ass. granulosa</i> (Paläontol. Gruppe III) | 250 m? |
| 6. Vorherrschend grünliche Mergel mit <i>Globigerinen</i> , darin heller Nummuliten-Lithothamnienkalk und Nummuliten-Grünsandlinsen (Paläont. Gruppe III). | |

4. Nordrand der Säntisdecke.

Wie schon in der Übersicht erwähnt wurde, müssen wir in der Säntisdecke zwei faziell verschiedene Gebiete unterscheiden, nämlich den Nordrand des Mattstocks und des Säntisgebirges einerseits und das ganze weite Gebiet der Säntisdecke anderseits.

Mattstock-Westende. Dass der schmale, zerdrückte Flysch bei Brunnenegg als verkehrt aufgefasst werden muss und zur Säntisdecke gehört, geht aus dem Übergang in den Assilinengrünsand hervor. Der Flysch ist ein hellgelblich angewitterter, blätteriger Schiefer mit Körnchen, ununterscheidbar von demjenigen mit Globigerinen der Flifalte, der Mürtshendecke bei Laubegg oder der Glarnerdecke bei Helgenhüsli-Glarus. Er ist aber auch lithologisch oft kaum unterscheidbar von durch Pressung geblätterttem Leistmergel (Senon), wie z. B. auf der rechten Seite der Thur beim Austritt aus dem Valangienkern, und gleicht den senonen Schiefen umsomehr, als er ebenso wie jene oft dünne Kalklinsen enthält. Diese sind inwendig dunkelgrau, feinst körnig; ich habe sie in meinen Notizen früher als „Wanglinsen“ bezeichnet und glaubte anfänglich, dass wir es mit dem Vertreter der Wangschichten zu tun haben.

Matthöhe. Weiter trifft man den Flysch der Mürtshenfazies am Nordrand der Säntisdecke zwischen Walensee und Thur nur noch auf der Matthöhe, wieder als sandsteinfreien, gelblichen Körnchenschiefer.

Goggeien. Am Goggeien, wo man die gleiche Fazies erwarten könnte, sind Leistmergel und darüber Flysch mit Sandstein vorhanden, während sowohl Assilinengrünsand wie der daraus hervorgehende Globigerinenschiefer fehlen.

Säntis-Nordrand. Am Nordrand des Säntisgebirges lässt sich vom Risipass bis nördlich der Ebenalp wegen Zerquetschungen und Schuttbedeckung stratigraphisch nichts Sicheres ermitteln.

Dagegen konnte ich 1908 feststellen, dass die gelblichen, etwa 150 m mächtigen, senonartigen Mergel am Weg vom Weissbad nach dem Wildkirchli von Punkt 1076 bis zum Seewerkalk¹⁾ stratigraphisch über dem Assilinengrünsand liegen. In der Tat findet man die gleichen gelblichen, eocänen Mergelschiefer (ohne Kalkbänke) am Stuhl unterhalb Blättli²⁾ in steilstehender Schichtlage beidseitig von Assilinengrünsand begleitet und durch allmähliche Übergänge von 2—4 m aus diesem hervorgehend. Beim Ruestel, Punkt 1076, konstatierte ich häufige, eckige Quarzsandsteinbrocken und grünliche, polygene Breccie mit gelbbraunen Karbonatkörnern. Sie stammen aus dort offenbar anstehendem Wildflysch, der etwas unter den besprochenen, gelblichen Mergel einzufallen scheint. Die Fazies ist gegenüber dem Flibachgebiet bereits verändert und leitet vielleicht über zu dem grossen, im folgenden Abschnitt zu besprechenden Wildflyschgebiet.

¹⁾ Vergl. Säntiskarte 1:25,000 von ALBERT HEIM, Beiträge, Liefg. 16, 1905.

²⁾ Vergl. ALBERT HEIM: Säntisgebirge, Beiträge 1905, Figur p. 66.

5. Hauptgebiet der Säntisdecke.

a) Allgemeines.

Während in den bisher besprochenen Gebieten der Assilinengrünsand die Seewerschichten bedeckt, finden wir im Hauptgebiet der Säntisdecke unmittelbar über den senonen Leistmergeln eine ausserordentlich mächtige, lithologisch mannigfaltige, sandsteinreiche Flyschbildung. Da der Assilinengrünsand fehlt, können wir keine absolut sicheren Parallelen zu den besprochenen Flyschgebieten ziehen. Ich konnte auch nicht feststellen, ob nicht ein Teil des Flyschs im Hangenden der Säntisdecke höheren Überschiebungsdecken angehört.

Die Grenzsichten von Senon und eocänem Flysch werden im Abschnitt Senon behandelt werden.

Tektonisch lässt sich der Flysch des Hauptgebietes der Säntisdecke von Nordwest nach Südost in folgende 3 Zonen einteilen:

1. Amdenermulde; Amden-Hinterhöhe zwischen Mattstock und Stock bis zum Nordwest-
abhäng des Goggeien.
2. Zone des Dürrenbachs; zwischen Farenstockrippe und Stock und zwischen Häderenberg (Säntis-West) und Goggeien.
3. Fliegenspitzenmulde; zwischen Leistkamm und Gulmen und zwischen Churfürsten und
Säntisdecken durch das obere Thurtal hinauf bis Wildhaus.

Da ich in diesen drei Zonen im Eocän keine einfachen gesetzmässigen Faciesunterschiede aufdecken konnte, sollen sie gemeinsam besprochen werden. Ebenso kann ich keine sichere Anordnung nach dem Alter vornehmen, da die charakteristischen Gesteine in verschiedenen Höhen sich wiederholen und dazu noch in verschiedenen Gegenden ungleich entwickelt sind.

b) Flysch mit Sandstein, Wildflysch im allgemeinen.

Dieser Flysch kommt auf der Südseite des Walensees auf dem Gebiet der Karte nicht vor, ist aber eine weitverbreitete Bildung in den höheren helvetischen Decken (Säntisdecke-Drusbergdecke), neuerdings auch im oberen Teil des Glarner Flyschs in ungeheurer Mächtigkeit durch J. OBERHOLZER nachgewiesen¹⁾. Er bildet die Hauptmasse des Flyschs der Säntisdecke, in dem die in den folgenden Unterabschnitten zu besprechenden Gesteine mehr oder weniger untergeordnete Einlagerungen bilden.

Am schönsten kann man den Flysch mit Sandstein (vergl. Walenseekarte) beobachten:

1. In der Amdenermulde:
im Habergschwendbach,
im Bach nördlich Alp Rah,
im Sulzbach.
2. In der Fliegenspitzenmulde:
in den Rinderbächen nordwestlich Fliegenspitz,
in den oberen Verzweigungen des Dürrenbaches (Gegend v. Auf der Höhe),
im Seelibach (Tschelliswald *),
im Dobigenbach südlich Häderenberg *),
in der oberen Wildhausthur bei Wildhaus, südlich Lisighaus.

Ich habe den Flysch mit Sandstein und Wildflysch in meiner Säntisarbeit 1905 als „oberen oder dunkeln Flysch“ bezeichnet, weil er in der Regel viel düsterer als der liegende „Körnchenschiefer“ aussieht. Nun haben mich aber die neuen Beobachtungen im Gebiet von Amden zu dem Resultat geführt, dass der „untere Flysch oder Körnchenschiefer“ des westlichen Säntis grössten-

¹⁾ Numm.- und Flyschbildungen 1909, p. 76—81.

*) Schon im „Säntisgebirge“ 1905, p. 321—323 beschrieben.

teils dem Senon angehört. Ich vermeide daher in dieser Arbeit bei der stratigraphischen Besprechung die Bezeichnung „unterer“ und „oberer Flysch“, verwende die Bezeichnung Körnchenschiefer (Globigerinenschiefer) nur noch als Faciesbegriff und sehe auch von der allgemeinen Bezeichnung „dunkler Flysch“ ab, weil ich seither an einigen Stellen auch hellere Mergel­einlagerungen gefunden habe (Gegend des Fliegenspitz, Wildhaus).

Das Bezeichnende dieser Flyschgruppe ist das Vorhandensein von Sandstein und sandigen Kalkbänken. Auch wo vorherrschend Mergel vorhanden ist, findet man doch hie und da Sandsteinbrocken.

F. J. Kaufmann¹⁾ hat in seinen Arbeiten über die Alpen des Gebietes zwischen Pilatus und Thunersee die Bezeichnung „Wildflysch“ eingeführt für einen bunt zusammengesetzten Flysch, der vielfach sonderbar gewunden ist, Sandstein in Bänken und exotische Blöcke einschliesst. Durch einen Besuch von Habkern habe ich mich überzeugt, dass in den Gegenden von Amden bis Wildhaus usw. der ganz gleiche Flyschtypus vorliegt, dass also die Bezeichnung „Wildflysch“ auch für unser Gebiet zutreffend ist²⁾.

1. Der gewöhnliche Flysch mit Sandstein. Braungraue bis schwarze Mergel und Tonschiefer wechsellagern unregelmässig in dickeren und dünneren Bänken mit feinkörnigem Quarzsandstein, der in der Regel mehr oder weniger reich an Muscovit-Glimmerschüppchen ist. Zwischen Ton, Sandstein und Kalkstein findet man alle erdenklichen Varietäten und Zwischenformen: schwarzer, grauer, roter, grüner Ton, Mergel, Mergelkalk, Mergelsand mit und ohne Glimmer, mit oder ohne Glauconit, seltener Feldspat, feiner und grober, reiner Quarzsandstein bis Quarz-Muscovit-Glauconit-Sandstein, grüner Ölquarz, graue Quarzitbänke, feinst körniger Kiesel­schiefer, Sandkalk mit oder ohne Glimmer oder Glauconit, klingende Kieselkalkbänke, dichte, reine Kalkbänke, Fucoidenschiefer.

2. Der eigentliche Wildflysch lässt sich von dem gewöhnlichen Flysch mit Sandstein nicht überall trennen; er zeichnet sich nebst häufiger, verworrener Fältelung vor allem durch den Gehalt an Blöcken aller Art aus:

Sandstein, Grünsand, grüner Ölquarzit, Conglomerate, Breccien, Kalke, Kieselkalk, Glimmer­schiefer, Gneisse, Granite, Porphyre.

Wir werden diesen Wildflysch am besten in den Abschnitten „Blöcke im Flysch“ und später bei der Behandlung der Grenzschichten von Senon und Eocän näher erörtern. Man könnte den Wildflysch auch „Blockflysch“ nennen.

Für die Gegend südlich des Häderenberges verweise ich auf meine Beschreibung im „Säntis­gebirge“ 1905, p. 321—323, die ich vollauf gelten lassen kann.

Im Flysch mit Sandstein sind die Sandstein- und Kieselkalkbänke in der Regel nur wenig mächtig (einige Dezimeter) und mit Mergel in Wechsellagerung. Die mächtigsten Sandsteine fand ich im oberen Dürrenbach westlich Alt-Stofel. Von der Kurve 1400 m kann man sie bei 80° steilem Nordfallen bis zur Kurve 1440 m verfolgen, wo sie steil südlich einfallen, d. h. in einer Mächtigkeit von etwa 140 Metern. Wir finden hier kompakte, je um 1/2 m dicke, feinkörnige Quarz­sandsteinbänke mit Muscovitglimmerschüppchen, die mit dünnen Mergeln wechsellagern. Es sind die gleichen Gesteine, die man auch häufig als Blöcke im Flysch findet.

Hie und da ist der Flysch lokal durch ein Pigment geschwärzt. So fand ich z. B. am neuen Weg unweit östlich vom Farenstöckli in dunkel braunschwarz gefärbtem Mergel kleinere, schwarz­braune, tonige Sandsteinbrocken. Nass färben sie die Hände wie Tusch oder Tinte, so dass ich an Ort und Stelle keine Notizen machen konnte; trocken fällt beim Klopfen ein dunkelbraunes, feines Pulver ab. Auch in grobkörnigen Sandsteinbrocken und Breccienblöcken (Auf der Höhe, Egg südwestlich Fliegenspitz) im Flysch bemerkte ich in Fugen den gleichen Farbstoff (vergl. Blöcke im Flysch). Eine nähere Prüfung ergab, dass es sich um eingedrungene, organische Substanz handelt.

¹⁾ Beiträge zur geol. Karte der Schweiz, Liefg. XIV, 1887.

²⁾ Vergl. darüber Eclogae, Vol. IX, Nr. 13, 1907, p. 414—416, und Numm. u. Flyschb., 1909, p. 185.

c) Conglomerat- und Sandsteinbänke.

(Grobe, braune Punkte in der Walenseekarte.)

Soviel ich auch nach solchen in allen Bachrinnen suchte, fand ich nur an drei Stellen in der Umgebung von Unterwasser anstehende, klastische Gesteine. Aber auch unter diesen ist die anstehende Natur nur in dem folgenden ersten Falle vollständig sicher.

1. Bachbett der Sämtisthur bei Au. Zwischen Flyschschiefer, Bänken von feinkörnigem Sandstein, Kieselkalk und sandigem Kalk, die miteinander bei vertikaler Schichtlage wechselagern, befindet sich eine grobsandige bis feinconglomeratische Bank, auch grobkörnige, glauconitische Quarzsandbänke mit Glimmer, die man hier auch in Linsen und Blöcken zerissen zwischen Tonschieferlagen findet.
2. Grobsand und brecciöse Nagelfluh im Bett der Thur südlich Widen. Im Sommer 1904 konnte ich die flach Nordost fallenden Bänke im ausgetrockneten Flussbett messen; im Sommer 1906 fand ich nur noch einzelne Blöcke im Bachbett; die Bänke waren mit Kies überschüttet. Die Schichten sind als anstehend in die Karte eingetragen; da aber das Material exotisch ist, wird das merkwürdige Gestein besser im Abschnitt „Blöcke im Flysch“ näher behandelt.
3. Im Bach, der aus den Schwendiseen nördlich der Thur zufließt, bei Tobel: zirka 5 m mächtiger Fels von Grobsand mit bis haselnussgrossen Milchquarzgeröllen. Es lässt sich nicht entscheiden, ob hier eine anstehende Bank oder ein mächtiger Block im Flysch vorliegt.

Wo immer ich sonst noch Nagelfluh oder Grobsand gefunden habe, sind diese Gesteine nicht als anstehende Bänke, sondern als Blöcke im Flysch vorhanden.

d) Kieselschiefer.

Auf der Karte nicht ausgeschieden, weil nur typisch beobachtet am Weg östlich Auf der Höhe, unweit westlich der Brücke Punkt 1500, hier aber in ziemlicher Mächtigkeit. Schichthöhe unbestimmbar. Es handelt sich wohl um eine normale Einlagerung von ziemlicher Mächtigkeit im gewöhnlichen Flysch mit Sandstein. Das Gestein ist in typischer Form schieferig bis dünnplattig, ebenflächig, glatt, gelblich oder bräunlich angewittert, zerfällt plattig oder in scharfkantige, parallelepipedische Bruchstücke, ist inwendig bläulichgrau, äusserst feinkörnig, feinste Mischung von Mergel und Quarz. Auch kann man alle Übergänge in tonigen Schiefer im künstlichen Einschnitt des genannten Weges erkennen.

Das Gestein erinnert auffallend an gewisse Kieselschiefer des Culm in Westfalen (Lethmate).

Ausser bei Auf der Höhe erinnere ich mich nur noch an gleiche dünnplattige Kieselschiefer im Mittelwald, auf der linken Seite des Leisbaches, sowie am Weg nördlich Rah (Mattstock E) zwischen den Punkten 1292 und 1344, sowie nordwestlich von Punkt 1416 in gleicher Ausbildung gesehen zu haben.

e) Gebänderter Kieselkalk.

Die so häufigen Kieselkalkbänke, meist dünner als 1 m, können im Handstück kaum von Hauterivien-Kieselkalk unterschieden werden. Dagegen ist eine schichtweise heller und dunkler, dünngebänderte Varietät für Flysch allein bezeichnend. Solche Bänke fand ich z. B. etwa 30 m südlich des Brückleins bei Tobbach-Wildhaus (vergl. 6 in Fig. 23, p. 75) als normale Zwischenlagen in Schiefer neben häufigen Blöcken aller Art.

f) Rote und grüne Mergel und Tone.

Bisherige Kenntnis.

Diese Einlagerungen im Flysch mit Sandstein und Wildflysch sind erst 1905 in den nördlichen Schweizeralpen bekannt geworden. Stillschweigend kannte sie jedoch schon *Arnold Escher* vor mehr als 50 Jahren aus der Gegend von Amden. In Tagebuch IV 120 o schreibt er von „rotem Flysch, der von ganz anderem Typus ist, als der rote Molassemergel“.

Mein Vater erwähnt „grüne und rote Mergeltone“ von der Lochalp bei Gams (Säntisgebirge 1905, p. 18). Aus dem Gebiet der Fliegenspitmulde zwischen Säntisgebirge und Churfürsten habe ich im gleichen Werk rote und grüne Mergel von weiteren 7 Lokalitäten genannt, und diejenigen auf dem Gebiet des dortigen Kärtchens Taf. VI hervorgehoben und näher beschrieben (l. c., p. 321—322).

Seither habe ich diese noch von weiteren 23 Lokalitäten, und zwar besonders auffallend entwickelt in der Amdenermulde gefunden, wo sie sich allein im Habergschwendbach viermal wiederholen. Es sind sehr wohltätige, auffällige Abwechslungen im Flysch mit Sandstein. Sie sind meist intensiv fleischrot gefärbt und schlierenartig von grünen Mergeln begleitet. Niemals treten sie in den liegenden, senonen Mergeln auf und bieten dadurch oft ein willkommenes Mittel zur Unterscheidung des flyschartigen Senon von lithologisch kaum unterscheidbaren Schieferen mit Körnchen im eocänen Flysch.

Die grünen Mergel und Tone, stets mit roten vergesellschaftet, sind ganz verschieden von den mehr kalkigen, grünlichen Mergeln tieferer Decken, wie z. B. im Flibach. Rote Mergel sind aus den tieferen Decken und dem autochthonen Flysch ganz unbekannt.

In der geologischen Walenseekarte sind alle mir bekannt gewordenen roten und grünen Mergel mit rötlichem Farbton eingetragen. Wegen Verwachsung können sie jedoch nur selten auf weitere Strecken verfolgt werden.

Amdenermulde.

Von Westen her trifft man die roten und grünen Mergel an den folgenden Stellen:

1. Südlich Hinter-Altschen, im Flysch mit Sandstein eingelagert, ziemlich mächtig.
2. Auf dem Weglein südlich Gadenstadt, nicht gut aufgeschlossen.
3. Wenig mächtige, rote Mergel im unteren Teil des Habergschwendbaches, wo die Brücke bei Habergschwend über den Bach führt. Er ist von echtem Wildflysch mit Blöcken begleitet. Etwa 15 m unterhalb des roten Mergels findet man im Flyschmergel vereinzelte kleine, grüne Quarziteinschlüsse.
4. Rote Mergel Gadenstadt, 100 m nordwestlich Punkt 1251.
5. Rote Mergeltone nordöstlich davon im Habergschwendbach, Kurve 1270 m, vielleicht Fortsetzung von 4.
6. Rote Mergel östlich Strichboden, nicht gut aufgeschlossen.
7. Rote und rötliche Mergel im Habergschwendbach, Kurve 1320—1390.
8. Rote Mergelanschnitte sehr auffallend am Weg nordöstlich der Hütte 1379 m und im obersten Teil des Habergschwendbaches, zirka 25 m mächtig, vielleicht Fortsetzung von 6. Schon von weitem, wie z. B. vom Mattstock herunter fällt die rotleuchtende Erde auf.
9. Rote Mergel im Steinwald, ziemlich mächtig, ohne südwestliche Fortsetzung.
10. Mächtige, rote Mergel im Bach nordöstlich Bönisried¹⁾.
11. Rote Mergel südwestlich „Kopf“ 1443. 9, 10 und 11 sind vielleicht die gleiche Schicht.
12. Unmittelbar östlich neben der Hütte 1443, eine rötliche, dünne Mergellage in bräunlichem Flyschmergel.
13. Rote und grüne Mergel auf der West- und Nordseite vom Stock, mehr oder weniger zusammenhängend verfolgbar, im nördlichen Teil nur wenig mächtig, eingelagert in Wildflysch mit Blöcken. In der Passlücke nordwestlich des Stock-Gipfels zirka 5 m bläulich-grüne Mergel mit roten Schlieren, voll von sedimentären Blöcken verschiedener Art (vergl. Blöcke im Flysch und Profilzeichnung im Abschnitt Amdenerschichten).

¹⁾ Böni ist ein in Amden sehr häufiger Familienname.

14. Am Weg südwestlich Hagegg, zwischen den Punkten 1198 und 1298 der Karte; roter und grüner Flysch mit massenhaft grünen Ölquarzitbrocken.
15. Sulzbach bei Kurve 1130 m: roter Ton, nicht gut aufgeschlossen, zwischen Flyschmergel mit Kieselkalkbänken.

Zone zwischen Goggeien und Häderenberg.

Hier fand ich roten Flysch nur

16. im oberen Zweig des Sulzbaches, Kurve 1320, bei Elmen.

Die 5—10 m mächtigen, intensiv rot und grünen Mergelschiefer stehen vertikal und streichen Ostwest. Gegen Norden grenzen sie an schwarzen, verworrenen Wildflysch-Mergel mit Ölquarzitbrocken, gegen Süden an helle Mergel mit Fucoïdenkalkbänken, vielleicht Senon.

Fliegenspitmulde.

17. In den Rinderbüchen südlich Schwarzenegg, beim Zusammenfluss zweier Bachzweige bei Kurve 1420 m finden wir bei steil südlichem Fallen unten (auch stratigraphisch unten) 8 m rote Mergel mit grünen Schlieren und mit wie eingeknetet aussehenden, handstückgrossen, grünen Glimmersandsteinbrocken; darüber 15 m bläulichgrüner Mergel. Normale Einlagerung im Flysch mit Sandstein. Brausen mit HCl.
18. Im Bach südwestlich Punkt 1555 bei Auf der Höhe: rötliche Mergel, an der Grenze von Flysch mit Sandstein und Leistmergel (Senon).
19. Unmittelbar nordöstlich der Hütten Auf der Höhe sieht man in einer kleinen Bachrinne wenig mächtigen, roten Mergel, begleitet von zerrissenen Bänken von grünem Quarzit.
20. Am neuen, in der Walenseekarte noch nicht verzeichneten Weg östlich Farenstöckli ist schon von weitem leuchtend roter Flyschmergel, wie es scheint von ziemlicher Mächtigkeit, künstlich angeschnitten.
21. Ostende des Farenstöckli, Spuren von rotem Mergel, vielleicht Fortsetzung von 20.
22. Seelibach östlich Auf der Höhe. Es sind hier vielleicht die mächtigsten roten und grünen Mergel des Kartenblattes, sehr schön zu beobachten. Sie enthalten wenige Centimeter dicke, eingelagerte Schichtchen von grobem, grünem Sandstein mit Muscovit, mit Linsen und Brocken von grünem Ölquarzit und feinkörnigem Glimmersandstein. Oft auf Rutschflächen quer zur Schicht prächtig dunkelglänzende Harnische. Die Grenzen des roten Mergels sind nicht scharf. Man findet rote Lagen auch in Form von Schlieren in dunkelgrauem Schiefer und stellenweise fingerförmig sich verkeilend in grünes, quarzitisches Gestein.
23. Stadthalterbach bei Längenegg, Kurve 1340. Roter Mergel zwischen Flysch mit Sandstein und Kalkbänken.
24. Dobigenbach, Kurve zirka 1140 m, einige Meter rote und grüne Mergel in schwarzem Flyschschiefer eingelagert, nördlich begleitet von einer mächtigen Einlagerung von linsigem, grünem Quarzit.
25. Dobigenbach, Kurve zirka 1160, beim Brücklein; rote Mergel wenig mächtig, nördlich begleitet von schwarzen Mergeln mit Kalkbänken, dann Sandstein.

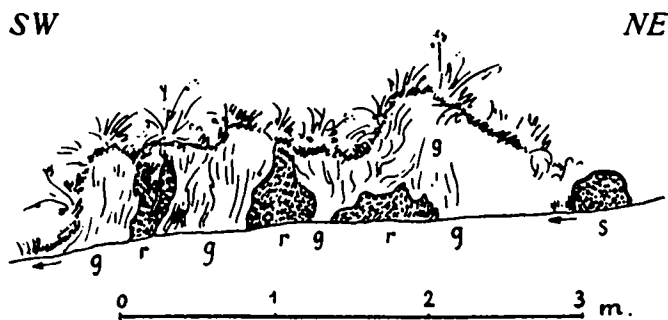


Fig. 21. Rote und grüne Flyschmergel. Bachfurche nördlich Wäldli bei Unterwasser.

Grüne Mergel (g) und rote Mergel (r).
s = Block von grobem Sandstein im Flysch.

26. Bachzweig westlich Arschwald, Kurve zirka 1260; rote und grüne Mergel zirka 20 m mächtig, südlich begleitet von schwarzen Schiefen mit Kalk und kalkigen Muscovitsandsteinbänken.
27. Zusammenfluss der Bachzweige bei Punkt 1365 südlich Arsch; rote Mergel.
28. Im Arschwald, westlich Strick, in einer Bachrinne rote und grüne Mergel. (Auf dem Säntis-West Kärtchen 1905, Taf. VI, noch nicht enthalten.)
29. Beim Wäldli in Unterwasser, in einer kleinen Bachfurche, die durch Wiesen rinnt und auf der topogr. Karte nicht eingezeichnet ist. (Fig. 21.) Die grünen

und roten, bröckeligen Mergel-Tone sind nur 2.5 m aufgeschlossen. Besonders auffallend sind die verworrene Lagerung und die messerscharfen Grenzen der roten und grünen Partien. Begleitet von Mergelschiefer mit häufigen, groben Sandsteinblöcken (Wildflysch).

30. In der Thur nördlich Tobel bei Unterwasser. 5—10 m rote und grüne Mergellage, ausnahmsweise zwischen gelblichem und grünlichem Mergelschiefer mit „Körnchen“ ohne Glimmersandstein. Weiter östlich habe ich keine roten Mergel mehr gefunden.

Allgemeines.

Die einzige Stelle, wo wir mit ziemlicher Sicherheit ein einfaches, normal- liegendes Profil finden, bieten die Einschnitte der Rinderbäche (17) südlich Auf der Höhe. Sie liegen stratigraphisch 150—200 m über den Grenzsichten von Senon und Wildflysch und sind eine normale Einlagerung im Flysch mit Sandstein. Im Bach nördlich Schwarzenegg, sowie in den südlicheren Bächen Stutzrüns und Rörrüns habe ich in den gleichen Höhen vergeblich nach roten Mergeln gesucht. Wir haben leider gar kein Mittel zu entscheiden, ob es sich in solchen Fällen um primäres oder sekundäres Fehlen durch Zerdrückung in dem leicht beweglichen und dementsprechend fast überall in unregelmässige Faltungen gepressten Flysch handelt. Jedenfalls nimmt der rote Mergel 18 südlich Auf der Höhe ein tieferes Niveau ein. Diesem entspricht dann vielleicht der rote Mergel 19 bei den Hütten Auf der Höhe und derjenige bei Elmen 16.

In der Amdenermulde können wir bei der äusserst komplizierten Tektonik nicht viel mehr sagen, als dass mindestens drei verschiedene rote Mergelzüge primär im Flysch mit Sandstein eingelagert sind. Der rote und grüne Mergel, der den Stock auf der Westseite umgibt, ist vermutlich der älteste; er ist unmittelbar und anscheinend ohne scharfe Grenze an die sichere Kreide angelehnt und entspricht vielleicht den unter 16, 18 und 19 aufgezählten, roten Lagen bei Auf der Höhe.

Schon in meiner Sántisarbeit 1905 schloss ich aus der Gegend zwischen Häderenberg und Churfürsten, „dass die roten Mergel wiederholt zur Ablagerung gekommen sind“ (l. c., p. 321). Heute kann ich diese Ansicht als Tatsache hervorheben und glaube, dass rote Mergel mindestens viermal im Hauptgebiet der Sántisdecke, jedoch nicht überall in gleicher Mächtigkeit und Häufigkeit, abgelagert wurden.

Sehr charakteristisch für die roten und grünen Mergel sind die häufigen, stellenweise sogar massenhaften, blockartigen Einschlüsse von verschiedener Grösse, besonders von grünen Ölquarziten, Sandstein und polygenen Conglomeraten und Breccien. Fast nirgends sucht man vergeblich nach grünen Ölquarziten oder grünen, groben Sandsteinbrocken in der Begleitung des roten Flyschs, aber auch umgekehrt, wenn man grüne Ölquarzite in Bänken oder Blöcken findet, so darf man oft auf die Wahrscheinlichkeit von rotem Flysch in der Nähe schliessen.

Der rote Mergel oder Ton ist meist weich, bröckelig, enthält nie Kalksteinbänke, so dass die Schichtlage nur selten bestimmt werden kann, und ist nur da schieferig, wo er stark gequetscht und bewegt wurde.

Manchmal sehen diese Schichten ähnlich aus wie Quartenschiefer.

Mikroskopisches. Ein Dünnschliff durch den roten Flysch vom Dobigenbach ist fast undurchsichtig, dicht, dunkel rotbraun, von feinen quarzsandigen Schlieren durchzogen. Ein fast isotropes Kieselkorn schliesst kleine Plagioklase ein. Glauconit ist in feinen Schlieren vorhanden; auch bemerkte ich ein Glauconitkriställchen (?) mit schwachem Pleochroismus und fast gerader Auslöschung. Foraminiferen sind unkenntlich, mit Ausnahme des in Fig. 22 abgebildeten, kieseligen, sandigen Querschnittes, den ich als *Haplophragmium glomeratum* Brady deuten möchte.



Fig. 22. *Haplophragmium glomeratum* BRADY aus dem roten Flysch vom Dobigenbach.

g) Grüne Ölquarzite.

Diese Bezeichnung halte ich für richtiger als „ölgrüner Quarzit“, weil die Färbung nicht immer ölgrün, sondern häufig statt dunkelgrün, das ölige Aussehen aber durch die fettglänzende, schalige Bruchfläche hervorgebracht wird.

Ausser massenhaft in Blöcken erinnere ich mich anstehende Bänke nur selten gesehen zu haben, und zwar in zwei ganz verschiedenen Formen:

1. Im Dobigenbach als zirka 20 m mächtige, schichtförmige Einlagerung zwischen roten Mergeln; ausgesprochen linsig. Nähere Beschreibung siehe Säntisgebirge 1905, p. 322. Seither habe ich ähnliche Schichten nirgends mehr gefunden und daher den Quarzit auch nicht mehr in der Karte ausgeschieden.
2. Als kompakte, ein bis mehrere Dezimeter dicke Bänke im Mergel. Solche fand ich mit dem roten Mergel 19 vergesellschaftet unmittelbar östlich der Hütten Auf der Höhe. Die Bänke sehen wie zerrissen aus und lassen sich je nur einige Meter weit verfolgen.

Graue Quarzite scheinen im Flysch des untersuchten Gebietes selten zu sein (z. B. Rombach-Hintergrund), und weisse Quarzite habe ich nirgends gefunden.

h) Dichte Kalkbänke.

(Blau gestrichelt in der Walenseekarte.)

Dichte Kalke fand ich an vielen Stellen im Flysch eingelagert, aber nur im Sulzbach, nordwestlich des Goggeien, mächtig und auffallend. Ich zähle sie nicht alle auf, weil sie auch in einzelnen Bänken vielfach im Mergel zu finden sind und noch weniger als die roten Mergel ein bestimmtes Niveau einnehmen. (Verbreitung siehe Karte, in der jedoch einzelne Bänke nicht verzeichnet sind.)

Die Kalkbänke im Sulzbach, südlich Hagegg, sind scharf vom zwischenliegenden, grauen bis schwarzen Mergel oder Tonschiefer getrennt, 5 bis über 50 cm dick, oft verworren gefaltet oder zerbrochen (vergl. 3 in Fig. 4, p. 28). Die Kalke sind grau oder gelblich angewittert, inwendig grau bis schwarzgrau, absolut dicht bis feinst körnig und homogen je durch die ganzen Bänke hindurch, klingend und splitterig, muschelig, brechend. Man könnte das Gestein im Handstück, namentlich in den dunkleren Varietäten, kaum von Quintnerkalk (Malm) unterscheiden. Seine gleichmässige Dichtigkeit erinnert an Lithographierstein.

Ich glaubte eine reiche Foraminiferenfauna finden zu können, war dann aber erstaunt, im Dünnschliff unter dem Mikroskop in dem vollkommen dichten, quarzfreien Kalk nichts von Mikroorganismen zu entdecken.

Weiter bachaufwärts findet man alle Übergänge von reinem, dichtem Kalk in feinkörnigen Kieselkalk, der in äusserlich gleich aussehenden, klingend harten Bänken im schwärzlichen Mergel eingelagert ist. Dann folgen auch Sandsteinbänke.

In dem Seitenbachzweig, der westlich Hinter-Ahorn vom Sulzbach gegen den Goggeien hinaufzieht, verändert sich der zwischen den dichten Kalkbänken liegende Mergel, indem er auf etwa 100 m Mächtigkeit heller, gelblich bis grünliche Farbe annimmt; in den Kalkbänken selbst bemerkt man hie und da schlecht erhaltene Fucoiden.

i) Fucoidenschiefer.

(Braun gestrichelt in der Walenseekarte.)

Auch die Fucoidenschiefer, die oft mit dichten Kalken verbunden sind, nehmen kein bestimmtes Niveau ein, sondern sind wiederholt abgelagert worden. Sie lassen sich, vielleicht mit einziger Ausnahme des Sulzbaches, keineswegs scharf aus dem Flysch herauslösen.

Sulzbach-Amdenermulde.

Die weitaus am schönsten entblössten und an Fucoiden reichsten Fucoidenschiefer trifft man im Sulzbach, unmittelbar südlich der Molasse-Nagelfluh (vergl. 2 in Fig. 4, p. 28). Bei ostwestlichem Streichen und 55° Südfallen bilden sie mit etwa 15 m Mächtigkeit einen hellgrünlich oder

gelblichgrau angewitterten Felsvorsprung. Vom Goggeien herab sieht der zwischen Wald hervorguckende Fels fast weiss aus und sticht scharf ab von der nördlich davor liegenden, braunen Nagelfluh-Wand. Der Fucoidenschiefer zerfällt grobplattig, ist aber leicht spaltbar, ein schieferiger Mergelkalk. Inwendig ist er grau, feinkörnig oder fast dicht, namentlich in den stärker kalkigen Lagen. Pyritkonkretionen von Nussgrösse sind häufig. Fucoiden gehen massenhaft durch das ganze Gestein hindurch; schöne Exemplare sind aber durch spalten nicht leicht zu bekommen. Neben dem häufigen und typischen

Chondrites (Phycopsis) Targionii BRONGN.

sind die Schichtflächen mit bis 2 cm breiten Bändern überzogen von

Halymenites flexuosus FISCHER-OOSTER.

Die Fucoiden, zwar besonders häufig in dem genannten Schiefer, kommen jedoch auch noch in dichten Kalkbänken zwischen grünlichem Mergel im Seitenbach gegen den Goggeien hinauf vor. Sie sind ebenfalls als Fucoidenschiefer (besser wäre Fucoidenschichten) in der Karte angegeben.

Auch im Siegenbach bei Amden 1190 m findet man Fucoiden in dichten Kalkbänken.

Gegend des Fliegenspitz.

Unmittelbar bei der südlichsten Hütte Loch steht wenig mächtiger, flach liegender Fucoidenschiefer an; hellgelblich angewittert. Deutliche Fucoiden fand ich jedoch nicht.

Die geologische Karte gibt noch 3 weitere Vorkommnisse um den Fliegenspitz herum an; es sind grünliche Mergel mit meist nur undeutlichen Fucoiden, von geringer Mächtigkeit und unauffälligem Aussehen. Die beiden Vorkommnisse nördlich Fliegenspitz und bei Loch sind wohl die gleichen Schichten, vielleicht gehören auch diejenigen bei Punkt 1683 dazu; dagegen nehmen die Fucoidenschiefer bei Punkt 1585 ein stratigraphisch etwas tieferes Niveau ein. Alle diese Vorkommnisse lassen sich namentlich in Bezug auf die begleitenden Gesteine nicht mit den Fucoidenschiefern im Sulzbach vergleichen.

Gegend von Wildhaus.

Im Einschnitt der Thur findet man an einigen Stellen (siehe Karte) gelblichgraue bis grünlichgraue Mergel mit schiefrigen Kalklagen. Schöne Fucoiden in grünlichem Mergelschiefer habe ich bei der Mündung des Seitenbaches gefunden, der von 1 des Wortes Tannenbühl der Walenseekarte nach Norden in die Thur fliesst. Auch bei Fabi findet man hellen Fucoidenschiefer, der ähnlich aussieht wie derjenige im Sulzbach, und dazu nördlich von bis 1 m dicken, dichten, inwendig dunkelgrauen Kalkbänken begleitet wird. Es ist wohl denkbar, dass wir uns hier in den gleichen Schichten wie im Sulzbach befinden, aber unmöglich, dies zu beweisen.

Weitere Fucoidenschichten findet man im obersten Teil der Wildhausthur nördlich Freienalp.

Über der Moräne bei 1290 m folgen bei SSE fallender Schichtlage:

- a) 2 m grünlich und rötlich angewitterter Mergelschiefer mit bis 10 cm dicken, flaserigen, gelblichen, dichten Kalklinsen und dunkeln Flecken (Algenreste?), *Globigerinen* enthalten.
- b) 5 + ? 15 m hellgelblich angewitterte, flaserige Kalkschiefer mit den gleichen Kalklinsen wie a, und massenhaft schwarzen Flecken und fucoidenartigen Figuren.
- c) Wildflysch. Grünlich bis bräunlicher, verworrener Flyschschiefer mit eingebackenen, rundem Ölquarzitblock von 50 cm Durchmesser, flach Südfallend. Im Bachbett weitere Blöcke von grünem Ölquarzit, grobem und feinem Glimmersandstein.
- d) 3 m Fucoidenschichten wie b, horizontal, darüber grünlicher Mergelschiefer mit bis 20 cm dicken, flaserigen Fucoidenkalkzwischenlagen.
- e) Von Kurve 1250 m an aufwärts Flysch mit Glimmer-Sandsteinbänken zwischen schwarzen Mergeln, nicht gut aufgeschlossen. Fallen flach S.
- f) Kurve 1280—1300 grünliche, bröckelige Mergel mit bis 50 cm dicken Linsen und Bänken von feinkörnigem, z. T. sandigen Kalk.

Endlich treffen wir am Weg zwischen Schwendisee und Freienalp grünlichen, faserig-schieferigen Fucoidenkalk in merkwürdig verdrehter, 20° ESE fallender Schichtlage.

Mikroskopisches. Ein Dünnschliff durch den Fucoidenschiefer Wildhaus-Freienalp, östlich der Schwendiseen, überrascht durch seinen Reichtum an schön erhaltenen Foraminiferen, die im Abschnitt Fauna des Flysch z. T. abgebildet folgen:

Globigerina rubra d'ORB., einige typische Schnitte.

Globigerina inflata d'ORB. (?), nicht selten.

Globigerina bulloides d'ORB. häufig, meist aber winzig klein, arctische Form.

Globigerina conglobata BRADY?

Globigerina cretacea d'ORB.

Sphaeroidina dehiscens PARKER & JONES, typische Schnitte.

Pulvinulina crassa d'ORB.

Truncatulina lobatula W. & J.? arctische Varietät.

Astrorhiza sp. gr. *granulosa* BRADY, Querschnitt.

Das Gestein erscheint noch bei starker Vergrößerung völlig dicht. Eckige Quarzkörnchen sind spärlich, meist unter 0.04 mm.

k) Graue, sandsteinfreie Mergel.

(Gelb ohne Punkte, wo in der Karte ausgeschieden.)

Im Flysch mit Sandstein findet man besonders in der Gegend des Fliegenspitzes und bei Wildhaus mehrfach repetierte bis über 100 m mächtige Einlagerungen von grauen, oft bräunlich angewitterten, sandsteinfreien Mergeln zwischen Sandstein und Nummulitenkalken. Sie konnten auf der Karte nur da ausgeschieden werden, wo die Aufschüsse gut sind; was als „Flysch mit Sandstein“ bezeichnet ist, enthält gewiss noch an manchen Stellen normale Einlagerungen von sandsteinfreien Mergeln.

Die gelbe Farbe der Karte ist in bezug auf das Gebiet südlich des Goggeien vom Schersboden, Scherenwald bis Dürrenbach eine Verlegenheitsbezeichnung, da es mir teils wegen Fehlen von Aufschlüssen, teils wegen vergeblichen Suchens nach Petrefakten im Dürrenbach nicht möglich geworden ist, sicher zu entscheiden, ob jene grauen Mergel dem Senon oder dem Eocän angehören. Von der Kurve 1220—1300 m findet man auf der rechten Dürrenbachseite anstehend dunkle Mergel mit mergeligen, unregelmässigen Kalklagen, braungrau bis grünlichbraun angewittert, inwendig blaugrau. Von Kurve 1240—1280 fand ich auch zerrissene, mergelige Kieselkalkbänke und schwach glimmersandige Mergelbrocken, so dass ich 1905 diese Schichten als „oberen Flysch“ kartierte. Ich ziehe heute diese Auffassung in Zweifel und betrachte die genannten Mergel eher als unteren Teil des Flysch; möglich wäre auch, dass sie noch dem Senon angehörten.

Besonders gut sind die Aufschlüsse der Wildhausthur. Wir finden zwischen Lisighaus und Hopsgeren im Bachbett 4—5 mal wiederholt grünlichgraue bis bläulichgraue, sehr homogene, wenig schieferige, weiche Mergel, stets mit vertikaler oder steil südlichfallender Schichtlage (g_1 , g_2 , g_3 , g_4 , g_5 in Fig. 23). Ich hielt diese Mergel, namentlich g_3 und g_4 , anfänglich für Leistmergel, da sie makroskopisch nicht von Obersenon unterscheidbar sind. Lange suchte ich nach den für Senon bezeichnenden Gastropoden und Ammoniten, fand aber nichts als leere Pyritknöllchen. Schliesslich neigte ich eher zu der Ansicht, dass diese Mergel normale, sich primär wiederholende Einlagerungen im eocänen Flysch sind, sowie sie auch kartiert worden sind.

Ein Dünnschliff durch g_3 enthält keine Mikroorganismen; eckige Quarzkörnchen von weniger als 0.04 mm sind sehr spärlich.

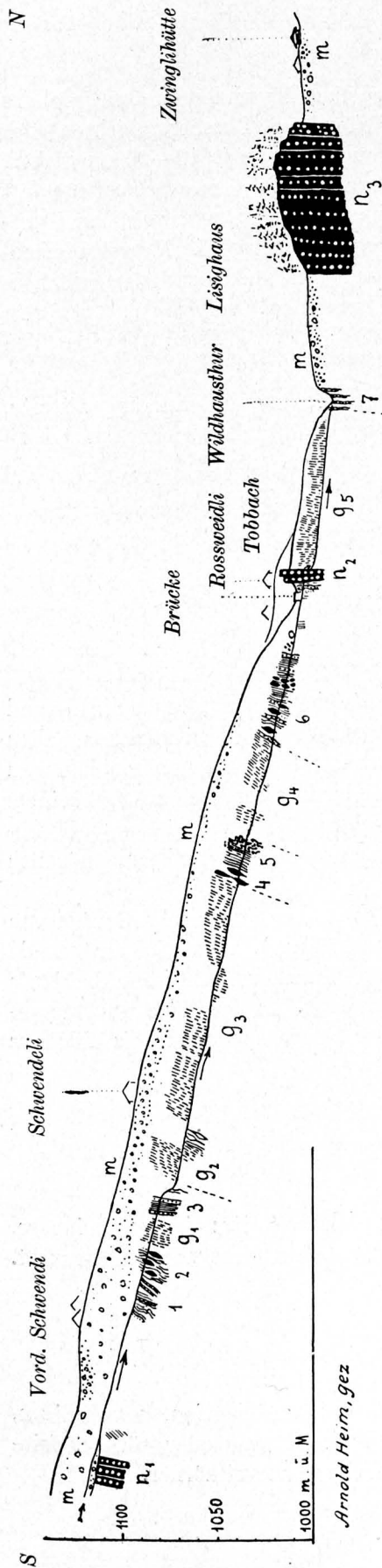


Fig. 23. Das Flyschprofil der Wildhausthür bei Wildhaus 1:3500.

n_1 = Nummulitenkalk Hopsgeren.

n_2 = Nummuliten-Lithothamnienriff Tobbach, siehe spezielle Beschreibung p. 81, Fig. 24 und 25.

n_3 = Nummulitenkalkriff Lisighaus, beschrieben p. 80.

g_1 — g_5 = blaugraue bis grünlichgraue, weiche Mergel ohne Sandsteinbänke, mit Pyritknöllchen.

1—7 = Flysch mit Sandstein, Wildflysch.

1 = schwarzer und heller Mergel mit 10 cm dicken, dichten Kalkbänken, ähnlich Fucoidenschichten, z. T. stark zerknittert, mit bis 30 cm langen und 4 cm dünnen Linsen von grünem Ölquarzit und bis kopfgrossen Kieselkalkknollen. Liegender Teil: 2 je 20—30 cm dicke Bänke von feinkörnigem, dunkelgrauem Kieselkalk, getrennt durch 1.5 m grauen Mergel und südlich begleitet von grünlichen Mergeln.

2 = schwarzer Mergel mit grünen Ölquarzitlinsen.

3 = Mergel mit Sandsteinbänken.

(Zwischen g_2 und g_3 = schwarze Mergellagen von 5—20 cm und hellbraune Mergel mit Kalklinsen.)

4 = von oben nach unten:

1.2 m bräunlichgraue Mergel mit 10 cm dicker Quarzitlinse, einem (4 cm)³ grossen, eckigen Quarziteinschluss und mergeligen Kalkflasern, darunter

15 cm knollige Kieselkalkbank,

grünlichgrauer Mergel mit einer randlich marmorisierten Linse von feinkörnigem Kieselkalk, 50 cm dick und 1 m lang,

8 m graue Mergel mit Bänken und Linsen von mergeligem Kalk.

5 = 9 m schwarze und hellgrünliche, zum Teil zerknitterte Mergelschiefer mit bis 20 cm dicken Bänken von Kieselkalk und feinkörnigem, schwach glimmerhaltigem Sandstein.

6 = Wildflysch. Schwärzliche Mergel mit feinkörnigen Sandsteinbänken und eingebackenen Blöcken von grünem Ölquarzit bis (40 cm)³, eckig. Mittlerer Teil voll von bis faustgrossen, meist scharfeckigen, grünen Ölquarzitbrocken. Wildflysch mit Blöcken reicht in unterbrochenen Aufschlüssen bis an das Lithothamnienriff bei Rossweidli heran (Figuren p. 81). Exotische Blöcke im Bach siehe p. 92.

7 = grauer Mergel mit dünnen, sandigen Kalkbänken, streichen E 10° N.

m = Grundmoräne von Lokalglatschern (Churfirstenseite).

1) Lagenmergel.

Unter dieser Bezeichnung ist in der Walenseekarte ein mergeliges Flyschgestein am Gipfel des Fliegenspitz ausgeschieden, das in manchen Beziehungen auffallend an Drusbergsschichten oder Valangienmergel erinnert. Es sind zirka 12 mächtige, braungraue Mergel mit 10—20 cm dicken, oft knolligen Kalklagen in ziemlich regelmässigen Abständen von meist $\frac{1}{2}$ m. Schichtlage fast horizontal. Die Kalkbänke sind inwendig grau, feinkörnig bis fast dicht, und reich an Pyritkonkretionen. In den obersten Schichten am Gipfel des Fliegenspitzes treten die Mergelzwischenlagen gegenüber den Kalkbänken stark zurück. Die Mergel und Kalkbänke sind namentlich in mittlerer Höhe erfüllt von meist 0,5—2 mm grossen hellgrünen, weichen, tonigen Körnern von genau gleicher Art wie diejenigen, die ich 1905 (Säntis W, p. 316) aus den Nummulitenschichten des Dürrenbaches beschrieben habe.

Nach unten findet innerhalb weniger Meter ein allmählicher Übergang in braun angewitterte, bröckelige Mergel und Schiefer statt, die nicht mehr regelmässige Kalkbänke, sondern nur noch vereinzelte gelblich angewitterte Kalkplatten (bis 10 cm dick) enthalten. Sie sind auf der Nordwestseite des Fliegenspitzes etwa 100 m mächtig und ruhen auf Wildflysch.

m) Nummulitenschichten.

Allgemeines.

In der Walenseekarte sind „Nummulinengrünsand“ (rot gestrichelt) und „Nummulinen- und Lithothamnienkalke“ (blau punktiert) unterschieden. Diese Unterscheidung ist in manchen Fällen etwas willkürlich, indem es sowohl im Flibachgebiet wie in der Säntisdecke Nummulitenbildungen gibt, die als Kalk oder als Grünsand bezeichnet werden können oder in einem Teil aus fast reinem Kalk oder Mergelkalk, im anderen aus grünem, glauconitreichem Gestein bestehen (Flibach-Tschingelstein, Flibach-Renzletenbach, Brand, Kohlgrub; Säntisdecke-Dürrenbach, nördlich Fliegenspitz usw.).

Obwohl ich fast in allen grösseren Bachläufen im Flyschgebiet der Säntisdecke Gerölle von Nummulitengestein fand (Rombach, Sulzbach, Dürrenbach, Leistbach, Thur), konnte ich anstehende Nummulitenbildungen nur vereinzelt auffinden. So fand ich trotz Absuchens sämtlicher Bachläufe der Amdermulde im Gebiet von Amden keine einzige Nummulitenbank. In der Zone des Dürrenbaches kenne ich eine mächtige Nummulitenbildung, im Gebiet der Fliegenspitzmulde bis Wildhaus deren zahlreiche, die nun im einzelnen zu besprechen sind.

Goggeien-NW, östlich Stelli.

Auf der rechten Seite des Sulzbaches, südlich Punkt 992 der Walenseekarte: eine unscheinbare, nur 15 m lange Rippe von etwas knolligem Nummulitenkalk; Nummuliten nicht näher untersucht.

Goggeien-N, Stocken.

Unmittelbar oberhalb der Hütte 967 trifft man Nummulitenkalk in anstehenden, unauffälligen, wenig mächtigen Felsen. Struktur ähnlich Schrattenkalk. Der Kalk ist grau oder rötlich, feinkörnig, spätig bis grobspätig und enthält einzelne schwach grünliche Glauconitkörner.

Assilina granulosa d'ARCH. var. *minor*.,

massenhaft, bis $11 \times 1,5$ mm, gleich wie am Flibach-Reservoir.

Nummulina cf. *Boucheri* DE LA HARPE,

gleiche Form wie Lochalp, mit stark rückgebogenen und sehr dünnen Scheidewänden, Spirallamelle ebenso sehr fein. 2×4 mm oder kleiner; ohne deutlichen Zentralpfeiler, sonst an *N. Boucheri* var. *tenuispira* DE LA HARPE erinnernd.

Orthophragmina Archiaci SCHLUMB., häufig.

Orthophragmina Pratti MICH.?

Goggeien-NE, Höhe.

Dem Bergsturzsrand entlang, westlich Punkt 1071, zieht sich etwa 100 m weit in nördlicher Richtung ein unscheinbarer Hügelrücken. In meiner Karte des Säntis-Westendes ist dieser Nummulitenzug noch nicht eingetragen, da ich mich erst im Sommer 1905 überzeugen konnte, dass er anstehend sei. In der Tat können auf der ganzen Länge verwitterte Brocken von zum Teil rot- und grünfleckigem Glauconitkalk aus dem Rasen hervorgegraben werden. Es sind offenbar die gleichen Schichten mit den gleichen Nummuliten wie die noch zu besprechenden des Dürrenbaches. Auch die weichen, hellgrünen Körner des Nummulitengesteines, sowie die den Nummulitenrücken begleitenden grünlichen Flyschmergel entsprechen denen des Dürrenbaches.

Dürrenbach, westlich Luchli.

Ich verweise auf die eingehende Beschreibung dieser Nummulitenschichten in Säntis-West 1905, p. 316—319, und die dortige Abbildung Fig. 2. Es sind zwei je etwa 20 m mächtige Hauptmassen von rot und grün geflecktem, glauconitischem Nummulitenkalk und Mergelkalk vorhanden, konkordant eingelagert und getrennt von Flysch-Mergelschiefer, mit dem die Nummulitenbänke durch Übergänge verknüpft sind.

Die Bestimmung der Nummulitideen bedarf einer Berichtigung. Ich habe das 1904 gesammelte Material im Laboratorium der Sorbonne untersucht, die wichtigste und häufigste Art als *Nummulina gallensis* bezeichnet und von der Lokalität Dürrenbach zahlreiche Exemplare dieser Art abgebildet und beschrieben¹⁾. (Numm. und Flyschbildungen 1909, p. 233—238, Taf. III, Fig. 12—20, 23; Taf. IV, Fig. 1—5; Taf. V, Fig. 1—11, 13—31.)

Die beste Bezugsquelle für frei herauschälbare Exemplare der *N. gallensis* war 1904 die mergelige Schicht 1 der cit. Fig. 2 in „Säntisgebirge“; im Sommer 1906 aber fand ich diese Stelle durch die grosse Dürrenbach-Verbauung zugemauert.

Mikrosph. Generation $5-11 \times 2-5$ mm, megasphärische (etwa 10mal häufiger) $3-6 \times 1-2.5$ mm.

Assilina cf. *granulosa* d'ARCH. var. *minor*.

Orthophragmina (Discocyclina) Pratti MICH. (= *O. Fortisii* d'ARCH.)

Orthophragmina (Discocyclina) Archiaci SCHLUMB. (?).

Sowohl die Schichtfolge, wie das dominierende Auftreten der *N. gallensis* erinnern auffallend an die untere Nummulitenbildung II im Flysch des Flibachgebietes (Brand-Kohlgrub-Oberfli).

Loch, Fliegenspitz.

Unmittelbar hinter den Hütten der Alp Loch finden wir „aus dunkeln Mergeln aufragend ein mächtiges, wunderliche Türme und Zacken bildendes Lager von dichtem, grauem Nummulitenkalkstein“²⁾. Die Schichtlage ist verstellt, bei den Hütten ungefähr 50° E Fall, passt also nicht zum normalen Streichen. Gegen den Fliegenspitz hinauf ist der Nummulitenkalk in einen Trümmer-

¹⁾ Die Bestimmungen *N. Biarritzensis*, *Ramondi*, *striata* sind zu streichen.

²⁾ Arnold Escher v. d. L., Tagebücher IV, 120 q., 1845.

haufen aufgelöst. Den gleichen Nummulitenkalk findet man in einzelnen, manchmal anstehend, manchmal verrutscht ausschenden Blöcken an den steilen Abhängen rings um den Fliegenspitz herum (Walenseekarte).

Die anfänglich rätselhafte Lagerung lässt sich aber nicht durch Annahme rezenter Rutschung eines zusammenhängenden Lagers erklären. Wohl aber wird sie einigermaßen verständlich, wenn man eine submarine Rutschung des Nummulitenkalkes auf dem Flysch-Schlammgrund annimmt, was ich a. a. O. 1908 begründet habe¹⁾.

Das bräunlich angewitterte Gestein ist ein fast reiner, zoogener, spätiger Kalk, stellenweise mit massenhaft feinen Echinodermmentrümmern. Es enthält vereinzelte hellgrüne, bis 1 mm grosse Glauconitkörner und ist inwendig grau. Auf der dunkeln, polierten Fläche erkennt man auch kleine Bruchstücke von *Lithothamnien*. Die Grenze gegen den liegenden, grauen Flyschmergel scheint scharf zu sein; an einigen Stellen, besonders östlich der Hütten, trifft man aber im Mergel eingebackene eckige Blöcke vom gleichen Nummulitenkalk.

Der Nummulitenkalk von Loch scheint schon primär riffartig abgelagert worden zu sein. Es handelt sich offenbar um eine Einlagerung im flachliegenden, grauen Mergel der Fliegenspitz-Pyramide, also vermutlich um ein stratigraphisch tieferes Niveau als die Lagenmergel (vergl. p. 76). Auf der Ostseite des Fliegenspitzes findet man Nummulitenkalkblöcke am äusserst steilen Gehänge selbst auf durch Petrefakten nachgewiesenen senonem Leistmergel aufsitzend. Ob diese Erscheinung auch genügend erklärt ist durch Annahme subaquatischer Rutschungen ist mir nicht klar geworden. Überhaupt bietet die Fliegenspitzgegend stratigraphisch und tektonisch noch manche unbegreifliche Erscheinung.

Bei Punkt 1683 steht ein glauconitischer Kalkschiefer an, in dem ich keine bestimmbar Petrefakten fand; ist es vielleicht ein steriles Nummulitengestein.

Der Nummulitenkalk Loch enthält nur kleine, schwer bestimmbar Nummulitideen:

***Assilina granulosa* d'ARCH. var. *minor* H.,**

sehr klein, mikr. Gen. meist nur 5 mm Durchm. bis 7×1.5 , besonders megasph. Gen. massenhaft, gesteinsbildend.

***Nummulina Murchisoni* BRUNN. var. *minor* DE LA HARPE,**

sehr klein, mikr. u. meg. Gener.

***Nummulina* sp.,**

äussere Form wie *N. globulus* oder *N. Boucheri*, mikrosph. Gen. bis 7×3 mm, meist aber sehr klein, Scheidewände stärker rückwärts gebogen und feiner als bei *N. globulus*, Spirallamelle sehr fein; beide Generationen sehr häufig, vielleicht *N. Boucheri* var. *tenuispira* DE LA HARPE.

***Orthophragmina Archiaci* SCHLUMB.**

***Orthophragmina Chudeau* SCHLUMB. (?),**

sehr häufige Querschnitte von bis 4.5×1.5 mm.

***Orthophragmina* cf. *Bartholomei* SCHL. (?). Querschnitte.**

***Operculina ammonica* LEYM.?**

***Serpula* (*Rotularia*) *spirulacea* LAM.**

***Prenaster alpinus* DESOR.**

Drei vollständige Steinkerne in der geol. Samml. Polytechnikum Zürich, von A. ESCHER gesammelt²⁾.

Bryozoön, *Lithothamnium*.

Mikroskopisch erkennt man in dem Nummulitenkalk Loch ein rein organogenes Gestein, ohne Quarz, mit spärlichen, meist oxydierten Glauconitkörnern. (Fig. 1 der Tafel im später folgenden Abschnitt Facies.)

Die Grundsubstanz, zirka $\frac{1}{10}$, besteht z. T. aus dichtem, z. T. aus glasklarem, feinkörnigem Kalk wie die Foraminiferensteinkerne.

Von Organismen, zirka $\frac{9}{10}$, herrschen bei weitem auffallend kleine, megasphärische *Nummulinen*, *Assilinen* und *Discocyclinen* vor. Andere mikroskopische Foraminiferen sind spärlich und schlecht erhalten. Kleine gerollte Bruchstücke von *Lithothamnien* häufig.

¹⁾ Subaquatische Rutschungen; Neues Jahrb. f. M., G. P. 1908, p. 147—148.

²⁾ A. N. ESCHER erwähnt ferner in seinem Tagebuch X b 3175, Juli 1861, *Terebratula subalpina*.

Kopfwald nördlich Fliegenspitz.

Bei Punkt 1614 liegt mit steilem Südfallen ein etwa 12 m mächtiger Nummulitenkalkfels, der auf seiner liegenden Nordseite von etwa 4 m mächtigem, linsig zerrissenem Grünsand mit weissen Punkten begleitet wird. Diese Nummulitenschichten sind normal eingelagert zwischen braunem Flysch mit glimmerigen Sandsteinbänken im N. und bräunlichem Flyschschiefer im S.

Der Kalk ist feinkörnig, im unteren Teil erfüllt mit kleinen Discocyclinen; Lithothamnien sind darin massenhaft vorhanden. Der obere Teil ist etwas schieferig, mergelig.

Der liegende Grünsand ist durch eine Rutschfläche scharf vom Kalk getrennt oder liegt als Linse davon ganz losgetrennt im Flysch.

Der Bernetstein bei Unterwasser.

Im Gebiet des Kartenblattes bei Unterwasser und Wildhaus habe ich keine Grünsande, nur helle Nummulitenkalke gefunden.

Der Bernetstein ist ein kleiner, vorragender, bewaldeter Nummulitenkalkfels. Eine kleine Felstreppe führt zu den von Kurgästen beliebten, schattigen Ruhebänken auf seiner Höhe. Er ist etwa 15 m mächtig; Schichtung fast vertikal, 80° Südfall. In der Hauptsache ist es ein grauer, körniger, zoogener Kalk mit viel Echinodermensplittern und zerstreuten, groben Glauconitkörnern; auch Glauconit als Steinkern der Foraminiferen. Die Nummuliten sind auffallend klein und erst auf polierter Fläche deutlich:

Aesilina sp.,

wahrscheinlich winzige Varietät von *A. granulosa*; bloss 3 mm Durchmesser, massenhaft.

Nummulina sp.,

wahrscheinlich die gleiche, an *N. Boucheri* erinnernde wie bei Loch, 3 mm Durchmesser.

Orthophragmina (*Discocyclina*) sp.,

ähnlich *O. Archiaci*, doch unter 3 mm Durchmesser.

Serpula sp.,

massenhaft im Querschnitt kreisrunde Röhren von bis 2 mm Durchmesser.

Das pygmäenhafte Auftreten der Nummulitideen, das wir schon wiederholt beobachtet haben (z. B. Loch), ist hier am auffallendsten¹⁾.

Auf der Nordseite ist der Kalk weniger spätig und etwas schieferig angewittert. Daran schmiegen sich mit raschen Übergängen nördlich am Fuss des Felsens glauconitische Mergelschiefer mit viel groben Glauconitkörnern. Diese bilden wahrscheinlich den Übergang zum hangenden Flysch.

Tobel, Unterwasser.

In der streichenden Fortsetzung des Bernetsteins und in gleicher steil nordfallender Schichtlage finden wir wieder einen zirka 15 m mächtigen, schrattenkalkartigen Nummulitenkalk mit vielen kleinen, hellgrünen Glauconitkörnern. Er ist wohl als direkte Fortsetzung des Bernetsteins aufzufassen. Nördlich wird er konkordant begleitet von etwa 40 m gelblichen, eocänen Schiefern mit „Körnchen“ und kalkigen Bänken; darauf folgen rote und grüne Mergel (Walenseekarte).

Wäldli, Unterwasser.

Unmittelbar südlich der Strasse liegt wieder in gleicher Schichtlage, aber in anderem stratigraphischem Niveau, Nummulitenkalk: 5 m mächtig, grobkörnig, mit einzelnen Glauconitkörnern, blaugrau angewittert. Er ist südlich von Flysch mit Sandstein begleitet; auf dessen Nordseite an der Strasse trifft man hingegen gelblichen Schiefer mit „Körnchen“.

¹⁾ Vergl. Abschnitt Pygmaeen-Siedelungen in Nummul. u. Flyschb. 1909, p. 280.

Lisighaus, Wildhaus.

(NE-Ecke der Walenseekarte, bei der Zwinglihütte.)

Dieser mächtigste Nummulitenkalk des ganzen Kartenblattes, zirka 80 m, ist schon von FRÜH (1890, p. 24) kurz beschrieben worden. (Vergl. n_3 in Fig. 23, p. 75.) Die Schichten streichen E 10° N, stehen senkrecht oder fallen 80° steil nach S¹⁾. Das Riff trägt ein Tannenwäldchen und ragt aus den sumpfigen Wiesen der Umgebung auffällig hervor (Fig. 23).

Der Kalk ist rein organogen, im Handstück oft kaum unterscheidbar von Schrattenkalk. Eine Gliederung ist nicht leicht aufzudecken. Immerhin konnte ich einige Abweichungen erkennen, von Süd nach Nord:

- a) 15 m? grauer Nummulitenkalk, nicht gut aufgeschlossen.
- b) Zirka 5 m rötlicher Kalk, stellenweise mit roten Eisenoxydschlieren oder rot imprägniert, mit viel Echinodermensplittern, mit Pecten, Echinidenstacheln und voll grosser Nummuliten:
Nummulina complanata LAM. var. **minor** HEIM,
typisch, nicht selten, bis 35×3.5 mm.
Nummulina sp., kleine Form, wahrscheinlich diejenige von Loch.
Assilina granulosa d'ARCH.,
massenhaft, mikrosph. Gen. bis 16 mm, megasph. bis 5 mm Durchm.
Discocyclina, kleine Formen bis 15 mm.
Pecten oder **Spondylus**; **Bryozoön**?
- c) Zirka 15 m hell angewitterter, inwendig grünlichgrauer, grobkörnig kristalliner Kalk, aus fast nichts anderem als calcitisierten Nummulitideen und deren Schalentrümmern zusammengesetzt, mit häufigen, unregelmässigen, hellgrünen Glauconitkörnern. Besonders schön herausgewitterte, grosse Nummuliten:
Nummulina complanata LAM. var. **minor**, häufig.
Nummulina distans DESH. (*N. Kaufmanni* MAY.-EYM.),
kleine Form, bis 16×5.5 mm, nicht häufig.
Nummulina atactea u. **globulus** LEYM.?
Assilina granulosa var. **minor** u. **major**,
massenhaft, mikr. Gen. bis 17×1.5 mm.
Orthophragmina (**Discocyclina**) **discus** RÜTIM.? var. **granulato-crassa** HEIM,
nicht selten; Lateralmaschen wie KAUFMANN abbildet.
Orthophragmina (**Discocyclina**) **Archiaci** SCHL.
Orthophragmina (**Discocyclina**) **Pratti** MICH.,
papierdünn, sehr schwach gepfeilert, z. B. 17×0.5 mm.
- d) Zirka 50 m Hauptmasse, mittlerer und nördlicher Teil, grau, körnig-spätig, schrattenähnlich, mit Lithothamnien in Knollen und Zweig-Bruchstücken, und einzelnen grossen, hellen Glauconitkörnern, Politur schwarzgrau; enthält kleine Nummuliten:
Nummulina Murchisoni Brunn. var. **minor** DE LA HARPE,
häufig, typisch, 3—4 Spiralen, klein; mikr. Gen. meist unter 7×1.5 mm, selten bis 14 mm Durchm., megasph. bis 3.5×0.7 mm beobachtet.
Nummulina sp., klein, Form von Loch?
Assilina granulosa, kleinste Varietät.
Orthophragmina Pratti MICH.?
Orthophragmina Chudeani SCHLUMB.?
Terebratula sp.
Lithothamnium nummuliticum GÖMBEL²⁾.

¹⁾ Die Angabe der Schichtlage von FRÜH 1890, p. 24, wird auf Druckfehler beruhen.

²⁾ Von J. FRÜH (l. c.) untersucht.

Die einzelnen Abteilungen wurden mit getrennten Faunenangaben notiert, um damit wieder mit einem weiteren, schönen Beispiel zu zeigen, dass selbst innerhalb des gleichen Nummulitenkalkes unter Umständen eine Scheidung in einen Kalk mit grossen Nummuliten und einen Kalk mit kleinen Nummuliten vorkommen kann, ja wie z. T. die gleichen Arten (*A. granulosa*) auf der einen Seite stattlich ausgewachsen, auf der anderen zwerghaft sein können.

In sehr auffallender Weise endigt dieses mächtigste Nummulitenkalkriff nach Ost und West fast plötzlich, eine Länge von kaum 400 m erreichend (vergl. Sämtiskarte 1:25,000 von ALBERT HEIM).

Tobbach, Wildhaus.

Südlich Lisighaus führt der Weg beim Haus Tobbach (Sämtiskarte 1:25,000) an einer kleinen, aber sehr auffallenden, vertikal aus dem Flysch herausragenden Kalkrippe vorbei, welche den Bach überschreitet. (Nebst Walenseekarte 1:25,000 NE-Rand zu vergleichen das Übersichtsprofil Textfigur 23, p. 75, die Spezialkartenskizze Fig. 24 und Profilsansicht Fig. 25.)

FRÜH erwähnt (1890, p. 24) „abgebrochene Zweige“ von Lithothamnien.

Eine nähere Prüfung ergibt, dass die Rippe aus zwei Gesteinen besteht, die scharf aneinander grenzen oder sich ablösen: Ein spätiger Nummulitenkalk und ein Lithothamnien-Riff.

a) Der Nummulitenkalk kann am Weg auf der rechten Bachseite besonders gut studiert werden (n in Fig. 25). Er ist zoogen, grobkörnig, spätig, grau, massig, enthält viel grosse

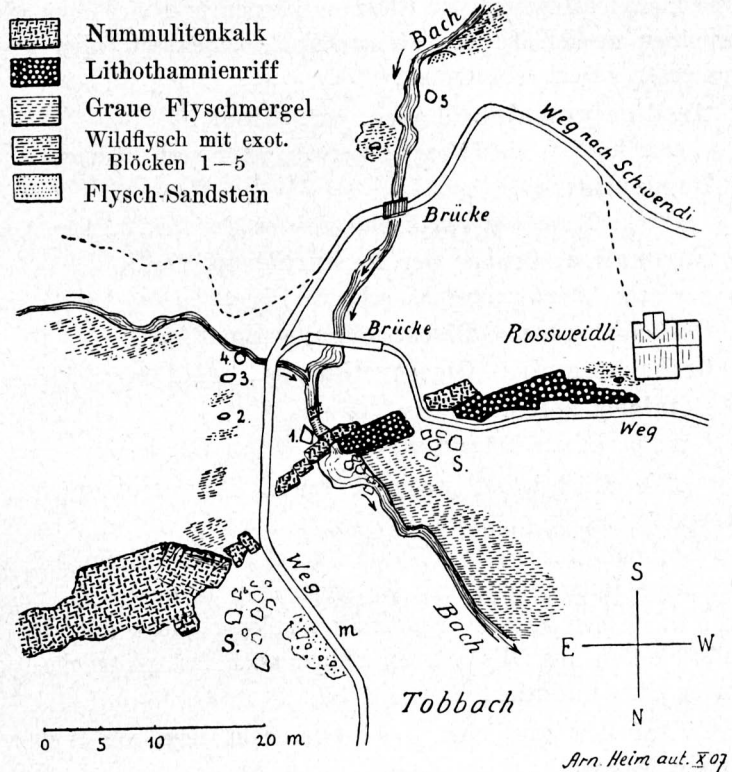


Fig. 24. Grundriss-Skizze der Nummuliten-Lithothamnien-Kalkrippe bei Tobbach-Wildhaus 1:700.

- 1 = 2 m³ grosser Kieselkalkblock, freiliegend.
- 2 = kopfgrosser, scharfeckiger Block von brecciösem, grobem Quarzsandstein mit kleinen Kalkbrocken, im Flysch.
- 3 = körniger Ölquarzitblock, 1/2 m lang, im Flysch.
- 4 = Kieselkalkblock, freiliegend, 1/2 m³.
- 5 = feinkörnige, quarzreiche, polygene Breccie mit kleinen gelben Dolomitbrocken, wenig Glimmer. Block zirka 1 m³, exotisch.
- 8 = heruntergefallene Blöcke von Nummuliten- und Lithothamnienkalk.
- m = Lokalgletscher-Moräne mit geschrammten Geschieben.

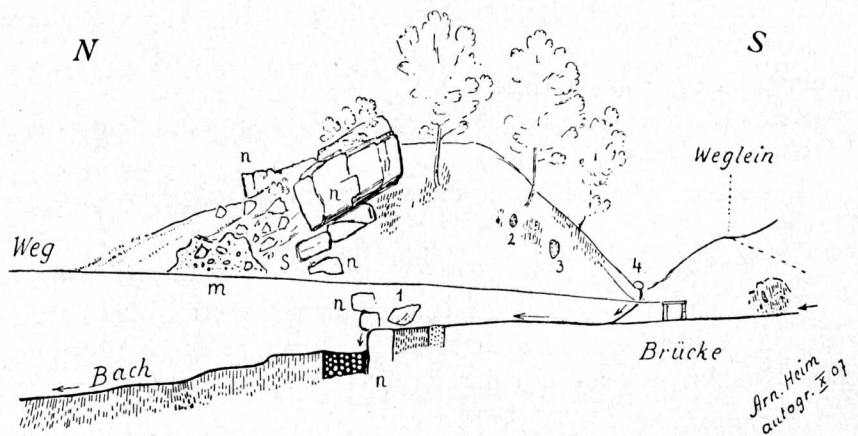


Fig. 25. Profilsansicht der Nummulitenkalkrippe Tobbach, von SW.

n = Nummulitenkalk; übrige Bezeichnungen gleich wie in Fig. 24.

und kleine unregelmässige Glauconitkörner und viel Echinodermenbruchstücke. Grosse Nummuliten scheinen zu fehlen; die kleinen sind massenhaft, aber meist nicht deutlich herausgewittert; auf polierter Fläche erkennbar:

Assilina granulosa d'ARCH. var. **minor**,

sehr häufig, wie Flibach-Reservoir, aber noch kleiner.

Nummulina sp.,

gleiche Form wie von Loch, grösster Durchm. d. meg. Gen. 2.5 mm, Leisten radial.

Nummulina, Gruppe der **N. Murchisoni** BR.,

winzig kleine megasph., schlanke Querschnitte, bis 2.5 mm Durchm., mit bloss 2—3 Windungen.

Orthophragmina (Discocyclina) sella d'ARCH.

Orthophragmina (Discocyclina) sp., sehr häufige, kleine Formen.

Rotularia spirulaea LAM., ferner

rot punktierte Kugelchen von 1—2 mm Durchmesser = ?

Die Mächtigkeit wechselt rasch. Auf der östlichen Bachseite schwillt der beschriebene Nummulitenkalk plötzlich auf 10 m Mächtigkeit an (vergl. die Figuren 24 und 25), während er im Bachbett nur $\frac{1}{2}$ m mächtig ist. An dem kleinen Felskopf über dem Weg in Fig. 25 ist eine deutliche Rutschfläche, mit Rutschstreifen in deren Fallrichtung zu erkennen; aber doch kommt man auch bei diesem Nummulitenkalkzug nicht mit der tektonischen Erklärung der Unregelmässigkeiten aus. Es müssen zudem noch fast plötzliche, primäre Veränderungen der Ablagerung angenommen werden.

Auf der westlichen Bachseite sieht man am Weg von der Brücke zum Haus Rossweidli diesen Nummulitenkalk wieder; doch ist er hier bräunlich und etwas schiefzig angewittert, 2 m mächtig und von dem nördlich anliegenden Lithothamnien-Riff durch eine etwa 10 cm dicke, knorrig Mergelschieferlage scharf abgegrenzt.

b) Das Lithothamnien-Riff. Es ist das schönste und reinste Lithothamniengestein, das ich aus dem Flysch der Schweizeralpen kenne. Die polierte Fläche ist prachtvoll.

Das Lithothamnienriff erreicht eine Mächtigkeit von 2.5 bis 3 m und besteht grösstenteils aus dichten, grauen Lithothamnienknollen von Haselnuss- bis Eigrösse. Die grösste Lithothamnienknolle, die ich sah, hat 8 cm Durchmesser. In einzelnen Partien sind die Lithothamnienknollen dicht aneinander gedrängt. Das Gestein ist massig, wittert hellblaugrau an, enthält häufige, intensiv grüne, grobe Glauconitkörner, viel weisse Calcitadern und -nester als chemischer Niederschlag zwischen den Lücken der Lithothamnien. Das zoogene Material, Echinodermensplitter und Nummulitideen, tritt als Gesteinsbestandteil gegenüber den Kalkalgen weit zurück. Dazwischen findet man auch einzelne, grosse, schwarze, dickschalige Austern.

Neben zahlreichen, kleinen Discocyclinen ist hier von besonderem Interesse das unerwartete Auftreten von

Nummulina gallensis HEIM,

mikrosph. Gen. vereinzelt, bis 10×4 mm beobachtet; Pfeiler auf und zwischen den Leisten; meg. Gen. häufig.

Das sporadische Auftreten dieser Art im Lithothamniengestein erinnert an den Gufler im Flibachgebiet.

Auf der östlichen Bachseite suchte ich das Lithothamnienriffgestein vergeblich¹⁾.

Die Nummuliten-Lithothamnienrippe kommt westlich des Hauses Rossweidli nicht mehr zum Vorschein; östlich setzt der Nummulitenkalk als deutliche Felsrippe zwischen Wiesen gegen das Munzenried fort, scheint sich dort in zwei Teile zu gabeln und damit zu enden. (Vergl. Sântiskarte 1:25,000 von ALBERT HEIM.)

¹⁾ Das beschriebene, auffallende Lithothamniengestein scheint FAUCH 1890 noch nicht bekannt gewesen zu sein.

Auch diese Rippe liegt wie alle anderen beidseitig zwischen Flysch eingeschaltet. Sehr schön aufgeschlossen ist das Profil im Bachbett bei Tobbach. Wir finden hier von Süd nach Nord in vertikaler Schichtlage (vergl. Fig. 25):

1. 80 cm Bank von grauem, feinkörnigem Quarzsandstein mit wenig Glimmer.
 2. 2 m grünlichgrauer Flyschmergel.
 3. 1.5 m Nummulitenkalk, körnig, etwas sandig; scharfe, schieferige Grenze gegen
 4. 2.5 m Lithothamnien-Riffkalk. Scharfe Grenze ohne Übergang gegen
 5. 80—100 m grünlichgrauer Flyschmergelschiefer, weich, gleichmässig, ähnlich Leistmergel (= g_s in Fig. 23, p. 75).
- } = n_1 in Fig. 23. p. 75.

Auch am Weg auf der östlichen Bachseite folgt südlich an den Nummulitenkalk zunächst etwas gelblich-grünlicher Mergel ohne Sandstein, dann gelblicher Mergelschiefer mit glimmer-sandigen Lagen und exotischen Sedimentblöcken, Wildflysch.

Beim Haus Rossweidli sind die Verhältnisse schon wieder anders, indem hier an der Haus-ecke, direkt an den Lithothamnienkalk, Flysch mit einem eingeklemmten, kopfgrossen Block von feinkörnigem, brecciösem Quarzglaconitsandstein grenzt (Fig. 24 und 25).

Im grossen Ganzen steht also die Nummuliten-Lithothamnienrippe Tobbach auf der Grenze von Wildflysch und grauen Flyschmergeln (Walenseekarte).

Hopsgeren.

(n_1 in Fig. 23, p. 75.)

Nummulitenkalk, steil südfallend, zirka 15 m mächtig, bildet eine kleine Felswand, hellbraungrau angewittert, feinkörnig, stellenweise echinodermen-spätig, mit vereinzelt, grossen, unregelmässigen, hellgrünen Glauconitkörnern, lokal ganz erfüllt mit kleinen Nummuliten; nicht näher untersucht. FRÜH fand darin Lithothamnien, Serpula und Echinusschalen.

Das Riff von Hopsgeren setzt nach Osten, wie schon FRÜH erwähnt, in gleicher Schichtlage südlich Fusselen fort. Dort bildet es helle Felswände, sieht lithologisch genau gleich aus, ist jedoch bedeutend mächtiger und wird 40 m weiter südlich von einem zweiten 15 m mächtigen, gleichen Gestein begleitet.

Wildburg, Wildhaus.

(Vergl. Santskarte 1 : 25,000 von ALBERT HEIM und Beschreibung von J. FRÜH 1890, p. 23—24.)

Die Ruine Wildburg steht auf einem der auffallendsten Felsen, die aus dem hügeligen Flyschland hervortreten. Die Schichten streichen annähernd Ost und fallen 55 Grad steil nördlich, sind jedoch teilweise so massig und so sehr von queren Klüften durchsetzt, dass man leicht diese mit der Schichtung verwechseln könnte (Fig. 26). Das Gestein sieht von weitem ganz wie Schrattenkalk aus. Mächtigkeit des Kalkes 25 bis 30 m. Steigt man von der Südseite her auf die Burg, so kann man etwa die folgenden Gesteine unterscheiden:

1. 5 m ? grobkörnig, spätiger Nummulitenkalk. Übergang in
2. Zirka 6 m Lithothamnienkalk, dicht, wenig spätig, fast ausschliesslich aus Lithothamnienknollen zusammengesetzt. Übergang in
3. 5 m ? glauconitreicher Nummulitenkalk mit hellgrünen, z. T. grossen, unregelmässigen Glauconitkörnern, mit Lithothamnien und massenhaft kleinen Nummuliten. Übergang in
4. 10 m ? körnige, blaugraue Lithothamnienbreccie, erfüllt mit kleinen, meist undeutlich angewitterten Nummuliten. Hellgrüner Glauconit in einzelnen Körnern und als Foraminiferensteinkern. Auf der polierten Fläche lassen sich massenhaft kleine, weisse, zackige Bruchstücke von Lithothamnienzweigen erkennen, so dass das Gestein davon weisslich gesprenkelt aussieht.

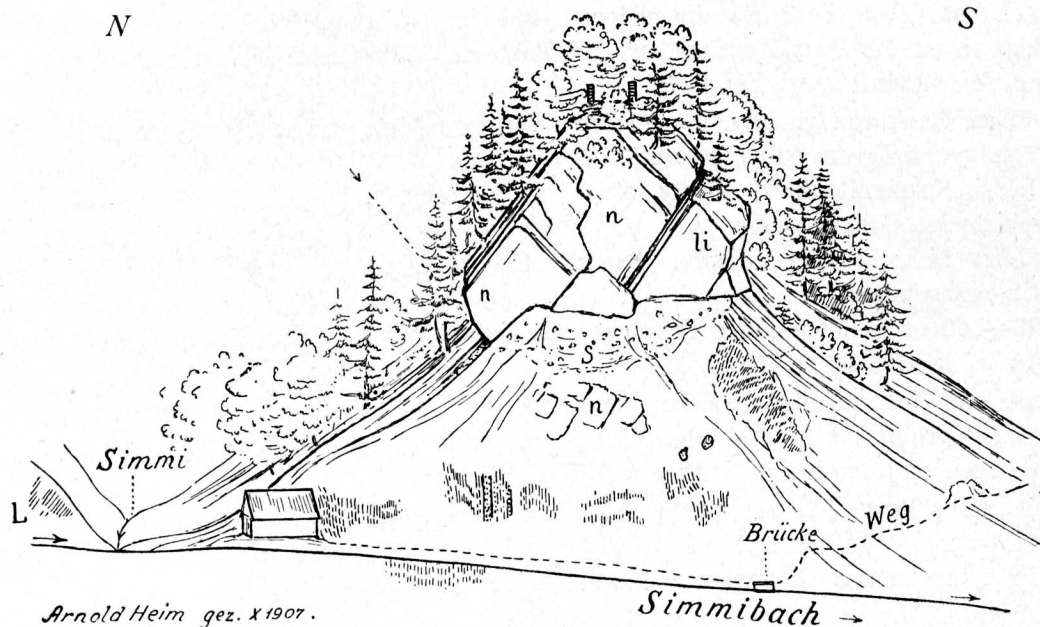


Fig. 26. Profilansicht der Wildburg, von W. gesehen.

li = Lithothamnienkalk.

L = Leistmergel?

Übrige Bezeichnungen wie in Fig. 24 und 25.

Das mikroskopische Bild dieser Lithothamnienbreccie ist sehr lehrreich. Das Gestein besteht fast ausschliesslich aus Nummulitideen und Lithothamnienbruchstücken; es ist der Typus eines rein organogenen Gesteins. Quarz fehlt.

Glauconit tritt in zweierlei Formen auf:

- a) als abgerundete, kompakte, intensiv grüne, scharf individualisierte Körner von bis 0.25 mm;
- b) als partieller Steinkern von Foraminiferen, hell schmutziggrün, zum Teil mit dichter Kalksubstanz in homogener Mischung.

Eine Grundsubstanz zwischen den Organismen ist kaum erkennbar und macht weniger als 10 % des Gesteins aus. Sie besteht ebenso wie in der Regel die Füllmasse der Foraminiferen, aus chemisch niedergeschlagenem, dichtem Kalk.

Die Lithothamnienbruchstücke bilden etwa 20 % des Gesteins. Sie erscheinen vermöge ihrer grossen Dichte im durchfallenden Licht dunkel. Unter den Nummulitideen herrschen bei weitem winzig kleine megasphärische Individuen von *Nummulina*, *Assilina* und *Discocyclina* vor. Neben diesen tritt aber auch eine unerwartete Mikro-Foraminiferenfauna auf, die ganz an diejenige von Flyschmergel anklingt¹⁾ (vergl. die später folgenden Abbildungen im Abschnitt Fauna des Flysch).

Globigerina cretacea d'ORB.

Globigerina bulloides d'ORB.

Globigerina conglobata BRADY?

Sphaeroidina dehiscens P. & J.

Pulvinulina patagonica d'ORB.

Pulvinulina crassa d'ORB.

Nonionina umbilicatulula MONT.?

Discorbina Gr. d. *D. globularis* d'ORB. sp.?, häufig.

Truncatulina sp.?

Amphistegina sp. [*A. rotula* KAUFMANN (*Hemistegina*)?].

Bruchstücke von Echinodermen und Bryozoën.

Die Makro-Fauna scheint sich durch den ganzen Felskoloss hindurch nicht wesentlich zu ändern und besteht aus:

***Nummulina Murchisoni* Brunn. var. minor,**

massenhaft, schmale Form, mit meist nur 3—4 Spiralen; klein, grösster beob. Durchm. der mikr. Gen. 9 mm.

¹⁾ Dr. GORDON PRABCEY, Bristol, hatte die Güte, meine Dünnschliffe durchzusehen und die hier aufgeführten Arten zu verifizieren.

Nummulina sp., klein, = Form von Loch?

Orthophragmina (*Discocyclina*),

massenhaft, kleine, unbestimmbare Formen wie *O. Pratti*, *Chudeawi* *Bartholomei*.

Orthophragmina (*Nodosocyclina*) sp.,

vergl. *Nummul.* & *Flyschb.*, p. 272, Fig. 26.

Obwohl das Gestein des Wildburgriffes im ganzen mit demjenigen von Lisighaus übereinstimmt und *N. Murchisoni* an beiden Orten zahlreich auftritt, sind hier die Nummuliten sehr klein und wir vermissen noch *Assilina granulosa*, die sonst fast überall äusserst zahlreich ist.

J. FRÜH erwähnt ausser Lithothamnien auch

Ostrea gigantea SOL., *Ostrea eversa* DESH., *Echinolampas offinis* GOLDF., *Rotularia spirulacea* LAM., *Spondylus* sp. ind. und *Pycnodus*zähnen.

Noch auffallender als beim Lisighausriff ist die kurze Längserstreckung des Wildburgriffes. Unmittelbar östlich der Ruine schwindet der Kalk plötzlich auf $\frac{1}{4}$ seiner Mächtigkeit zusammen und scheint alsbald ganz aufzuhören, indem der Hügelsrücken rasch gegen den Schönenbodensee hin verflacht. Gegen Westen bricht der Fels in steilen, hellblaugrauen Wänden ab (Fig. 26). Am Fuss des Hügels findet man da und dort anstehende Flyschschiefer aus dem Rasen hervortreten und gegenüber der Stelle, wo am Wildburghügel keine Aufschlüsse sind, da findet man auf der westlichen Bachseite wiederum anstehende Mergelschiefer. Es ist eine Tatsache, dass das Riff der Wildburg auf dessen Westseite nicht in die Tiefe fortsetzt, sondern auf Flysch schwimmt! Auf der Nordseite ist der Kalk offenbar durch einen Längsbruch vertikal zu seiner Schichtung abgeschnitten (Fig. 26). Ist vielleicht die Wildburg ein Eocän-Klotz einer höheren Decke?

Der Flysch ist ein grünlicher Mergel der Wildflyschgruppe, der kleinere Kieselkalkblöcke enthält (links über der Brücke in Fig. 26) und auch an einer Stelle sandige Mergel und blaugraue Glimmersandsteinbänke in bräunlichem Flyschschiefer einschliesst. Es sind wohl diejenigen (rechts des Hauses in Fig. 26), in denen J. FRÜH Fischzähnen und Foraminiferen fand¹⁾ (l. c., p. 24).

Weiteres über Nummulitenschichten der Gegend von Wildhaus in ALBERT HEIM, Säntisgebirge 1905, p. 17–20 und Karte.

In den riesigen Petrefaktenlisten der Nummulitenschichten von MÖSCH 1878 und 1881 sind alle erdenklichen Schichten zusammengeworfen und keine Fundortsangaben der Petrefakten gemacht.

B. Die Blöcke im Flysch (und Leistmergel).

1. Genetisch verschiedene Arten.

Allgemeines.

In meiner Notiz „Zur Frage der exotischen Blöcke im Flysch“ habe ich 1907 zu zeigen gesucht, dass die Blöcke im Flysch eine äusserst mannigfaltige und komplexe Erscheinung sind, und unterschied dort die folgenden Arten:

1. Einheimische Blöcke im Flysch.
2. „Klippenblöcke“.
3. Exotische Blöcke s. str.

Ich musste dabei die Frage offen lassen, ob die weitaus häufigsten, sedimentären Blöcke im helvetischen Wildflysch, welche die echten, exotischen Blöcke begleiten, alle exotisch seien oder nicht, und bin heute noch nicht im Stande, diese Frage zu beantworten.

¹⁾ FRÜH spricht von hangendem und liegendem Flysch. Diese Unterscheidung scheint mir unmöglich zu sein.

Wie ich 1909¹⁾ gezeigt habe, bilden die eigentlichen exotischen Blöcke einen integrierenden Bestandteil der Wildflyschfacies. Die Behandlung der exotischen Blöcke kann also hier nicht von der Stratigraphie abgetrennt werden.

Genetisch einfacher als die oben gegebene Einteilung und zweckmässiger für unsere Behandlung scheint die folgende Einteilung zu sein:

- I. Durch Dislokation rein mechanisch entstandene Blöcke.
- II. Primär im Meer abgelagerte Blöcke.
- III. Primär auf dem Flysch-Festland abgelagerte und sekundär tektonisch eingewickelte Blöcke.

Die erste dieser Gruppen sollte prinzipiell von der Stratigraphie ferngehalten werden. Sie muss aber doch hier gestreift werden, da im Flysch manchmal beide Arten von Blöcken nebeneinander vorkommen oder Blöcke der zweiten Gruppe auch noch weiter durch Dislokation verändert (z. B. mit Rutschstreifen versehen) sind, so dass beide Erscheinungen oft schwer scharf getrennt werden können. Auch ist bis 1907 die tektonische Erklärung der „Klippen“ mit Unrecht auch auf die gewöhnlichen exotischen Blöcke angewandt worden.

Diese drei Gruppen sollen der Reihe nach kurz betrachtet werden.

Durch Dislokation rein mechanisch entstandene Blöcke.

Im Gebiet des nordschweizerischen Alpenrandes sind mir folgende Beispiele tektonischer Blöcke im Flysch bekannt:

- a) In den Flysch eingeknetete Blöcke der Molasseunterlage ²⁾.
- b) Von höheren Überschiebungsmassen in den helvetischen Flysch eingeknetete Blöcke und Fetzen (Gips der Gegend Iberg-Aubrig?); „Klippenblöcke“.
- c) Von tieferen Decken durch höhere abgeschürfte und verschleppte Massen. (Die Flibalte als ganzes kann z. B. als ein solcher riesiger Block betrachtet werden; vielleicht gibt es auch noch kleinere solche Blöcke; Sandloch-Starkenbach??)
- d) Helvetisch-mesozoische Blöcke innerhalb einer Decke durch Zerbrechen und Zerreißen entstanden und im Flysch schwimmend. Beispiele aus der Churfürsten-Mattstockgruppe: Gewölbekopf, Farenstöckli und Fetzen zwischen beiden (vergl. Tektonik)
- e) Blöcke von einheimischem Flyschgestein, aus zusammenhängenden Bänken durch Zerbrechen und Zerreißen losgelöst und im Flyschschiefer eingehüllt. Diese Art der Blöcke ist im Flysch des helvetischen Alpen-Nordrandes sehr zahlreich vertreten. Im Abschnitt „Die anstehenden Flyschgesteine“ sind bereits zahlreiche typische, durch tektonisches Zerreißen und Zerbrechen entstandene Nummulitenkalk- und Grünsandblöcke im Flysch eingehend beschrieben worden. Grössere solche sind: Flibach-Tschingelstein mit Nebenblöcken, Bachstein, Gußer, Wildhaus-Wildburg u. a.; kleinere diejenigen im grünlichen Flyschmergel bei der Mündung des Renzletenbaches in den Flibach (Spezialkarte, Taf. XV und Text, p. 55). Sehr häufig sind auch von anderen, härteren Flyschbänken durch die Dislokation einzelne Blöcke entstanden, die als scheinbar fremd im Flyschschiefer schwimmen. Besonders häufig findet man solche Blöcke in den stark dislozierten Gegenden, z. B. zwischen Mattstock und Goggeien. So sind im Sulzbach, nahe am Molassekontakt, die bis meterdicken, dichten Kalkbänke vielfach in scharfkantige Blöcke zerbrochen, die in unregelmässigem Haufwerk in Mergel eingebettet sind ³⁾.

¹⁾ Nummuliten- und Flyschb., besonders p. 185—188.

²⁾ Nach A. Buxtorp: Zur Tektonik der zentralschweiz. Kalkalpen. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. 1907.

³⁾ Hierbei ist noch auf eine Art von Flyschblöcken zu achten, die weder auf tektonischem noch stratigraphischem Wege in den Flysch eingebettet wurden, sondern (tektonisch bedingten Rissen, wenn vorhanden, folgend) erst durch Verwitterung und Rutschung entstanden sind. Es ist dies eine sehr allgemein verbreitete Erscheinung in Flyschgegenden, die durch das Vorhandensein von härteren Bänken in weichem Mergel und Ton ausgezeichnet sind. Am Blockschutt kann man auch bei schlechten Aufschlüssen an den Gehängen zuerst die Flyschnatur erkennen. In Bewegung stehende Flyschmassen enthalten ihre eigenen Gesteine als Blöcke. Man kann bei der Blockfrage nicht genug auf die zerbrechende Rolle achten, welche einerseits die tektonischen Flyschbewegungen, andererseits die recenten Oberflächen-Bewegungen zur Folge haben.

Primär im Meer abgelagerte Blöcke.

In dieser Gruppe lassen sich unterscheiden:

a) Einheimische, primäre Blöcke im Flysch, als Blöcke und Linsen im Flyschmeer entstanden.

Die recenten Lithothamnienriffe wachsen wie kleine Korallenriffe in geringer Meertiefe. Von den eocänen Nummuliten-Lithothamnienkalken der Schweizeralpen sagt J. FRÜH (1890, p. 21): „Ihre Mächtigkeit erreicht in vertikaler und horizontaler Beziehung kaum die den recenten neapolitanischen Riffen entsprechenden Dimensionen.“ Betrachten wir nun die Nummuliten- und Lithothamnienkalke des Kartenblattes, so fällt uns ihr plötzliches Auftreten und wieder Verschwinden auf, auch da, wo die Annahme einer tektonischen Zerreißung oder Verquetschung allein zur Erklärung der Zerstückelung vielleicht nicht genügt (Wildhaus). Der Gußer am Flibach, das Lisighaus-Riff bei Wildhaus und die Wildburg könnte man als mächtige im Flyschmeer gewachsene, einheimische Blöcke auffassen, die allerdings nachträglich auch noch tektonisch umgearbeitet worden sind.

Wenn konkretionsartige Kalkknollen oder Linsen im Flyschmergel grössere Dimensionen erreichen, so können sie gelegentlich auch den Eindruck von Blöcken im Flysch machen, wie z. B. im Oberlauf der Wildhausthur.

Ferner kommen lokale, grobe Sandstein-Nester vor (z. B. im Seelibach), die sich aus dem umgebenden Mergel ähnlich Blöcken herauschälen.

b) Exotische Blöcke und ihre Begleiter¹⁾.

Als echte exotische Blöcke betrachte ich:

„Blöcke im Flysch von Gesteinen, die nicht der helvetischen Facies angehören und nicht durch tektonische Vorgänge erzeugt sind“ oder

„Blöcke von fremden Gesteinen, die auf noch unbekannte Weise und von unbekannter Herkunft in Flysch oder Kreidemergel hineingelangt sind.“

Wir kommen damit auf die wichtigste Gruppe von Blöcken zu sprechen. Sie sind zu Hunderten im Wildflysch der Säntisdecke eingestreut und besonders in den Bachläufen oft zu ganzen Blockgruppen frei herauspräpariert. Die echten exotischen Blöcke, wie z. B. die aus kristallinen Silicatgesteinen, sind aber relativ spärlich. Wie schon eingangs erwähnt, besteht die weitaus überwiegende Zahl aus sedimentären Gesteinen, deren exotische Natur nur teilweise einwandfrei festgestellt werden kann — es sind die „Begleiter“.

In bezug auf das Gestein können wir folgende Arten von Blöcken dieser Gruppe unterscheiden, die jedoch infolge von Übergangsformen nicht scharf zu trennen sind:

1. Reine Sedimentblöcke. Ölquarzite, Sandsteine, Kalke usw., die z. T. nicht anstehend bekannt sind.
2. Zwischenbildungen zwischen Sedimenten und kristallinen Blöcken, wie Conglomerate, Breccien, Arkosen.
3. Kristalline Silicatgesteine, wie Granite, Porphyre, Gneiss, Glimmerschiefer.

* * *

Die folgenden Abschnitte sollen sich nur noch mit der zuletzt genannten Gruppe der „exotischen Blöcke und ihrer Begleiter“ befassen. Mit Ausnahme der beiden früher genannten Vorkommnisse von Wildflysch unsicherer Deckenzugehörigkeit bei Säls und am Walenstadterberg kommen exotische Blöcke in den speziell untersuchten Gebieten nördlich des Walensees nur auf der Säntisdecke²⁾ vor. Die ganze folgende Behandlung bezieht sich also auf das grosse Wildflyschgebiet der Säntisdecke. Innerhalb dieses Gebietes fand ich aber auch exotische Blöcke schon im senonen Leistmergel, weshalb diese zugleich mit den im Eocän eingelagerten berücksichtigt werden sollen.

¹⁾ Ob die echten exotischen Blöcke primär im Meer abgelagert sind, ist nur eine vielleicht unrichtige Hypothese.

²⁾ BACHMANN erwähnt zwar 1863 p. 25 ein kopfgrosses Geschiebe von Habkern-Granit vom Flibach, „wohl ebenfalls aus Flysch“. Doch stammt dieses Gerölle wohl eher aus der Nagelfluh der Speersseite.

Wir fassen im speziellen Teil zweckmässig die „Zwischenbildungen“ mit den Sedimentblöcken zusammen.

Primär auf dem Flysch-Festland abgelagerte und sekundär tektonisch eingewinkelte Blöcke¹⁾.

Diese dritte Gruppe stellt gewissermassen eine Verbindung zwischen I und II dar, indem die hypothetischen Blöcke dieser Art weder rein tektonisch, noch rein stratigraphisch bedingt wären.

Wir werden die Frage später noch berühren, ob unter den zahlreichen exotischen Blöcken und ihren Begleitern auch solche dieser dritten Gruppe vorkommen. Vorerst sollen die hypothetischen Erwägungen ganz beiseite gelassen und nur die Tatsachen besprochen werden.

Die rein mechanisch entstandenen Blöcke (Gruppe I) werden nicht mehr weiter berücksichtigt.

2. Die exotischen Sedimentblöcke der Säntisdecke und ihre Begleiter.

Beschreibung einzelner Lokalitäten.

Amdenermulde.

Von Westen her kommend, trifft man die ersten Anzeichen exotischer Blöcke im Flysch bei den Hütten:

Untere Furggle. Wildflysch mit Glimmersandstein- und Kieselkalkblöcken im Schiefer. ARNOLD ESCHER schreibt in seinem Tagebuch X b 3163 von der unteren Furggle: „es liegen auch da Blöcke verwitterter niesenartiger Breccie mit bis zollgrossen, glimmerschieferartigen Brocken“.

Rombach, Amden. Im Bachbett liegen bis Kubikmeter grosse Blöcke von Glimmersandstein (von anstehenden Bänken?) und tief grünem, klingendem Ölquarzit mit bis nussgrossen Pyritknollen und Nestern, wie er nirgends in anstehenden Bänken zu finden war. (Mikroskopische Beschreibung auf p. 95.)

Bei Kurve 1120 m, linke Bachseite: grosser Muscovitsandsteinblock in hellgelblichem Schiefer eingebacken. ESCHER (Tagebuch X b 3155, 23. VIII. 1861) erwähnt auch „Blöcke von Niesen-Breccie“.

Bach südlich Gadenstatt, Amden. Bei Kurve 1150 und höher trifft man grauen Flyschmergel, der ausser dünnen Kieselkalkschichten auch ganz eckige, scharfkantige, bis klaviertgrosse Kieselkalkblöcke einschliesst. Sie sind sehr feinkörnig und ausgesprochen gebändert, wie ich sie sonst weder als Blöcke, noch anstehend getroffen habe.

Habergschwendbach. Südlich der Brücke bei Habergschwend lagen 1905 neben erratischen Blöcken in Menge exotische Blöcke am Rand des Weges, die offenbar beim Bau der Brücke aus dem Bachbett herausgehoben wurden. Es waren darunter namentlich grobe, z. T. grüne Sandsteine und polygene Breccien wie grosse Bausteine.

Unweit unterhalb der neuen Brücke findet man im Mergel kleinere Einsprenglinge von grünem Quarzit. Etwa 100 m südlich der Brücke trifft man im Flysch grobkörnigen Sandstein in grossen länglichen Blöcken und Schlieren.

Südwestlich Rah. Bei einer speziellen Bearbeitung der Blöcke im Flysch würde die Gegend südwestlich Rah, namentlich westlich und nördlich Punkt 1379 der Karte, eine besonders reichhaltige Ausbeute liefern. Hier findet man frei herausgewittert alles überstreut mit Blöcken von Grobsand, feinkörniger Nagelfluh, Quarziten, Arkosen und Breccien. ARNOLD ESCHER²⁾ erwähnt ausser häufigen „ölgrünen Quarzstücken, auf der Alp Rah nahe bei den Hütten: quarzreichen, grobkörnigen Sandstein mit Glimmer, mit Mangan auf den Ablosungen, erinnernd an Habkern-Breccie“.

¹⁾ Vielleicht findet man noch andere Möglichkeiten zur Erklärung der exotischen Blöcke.

²⁾ ARNOLD ESCHER: Tagebücher IV, 123 d, 20. VII. 1846.

Bach nördlich Rah. Bei Kurve 1390 fand ich den grössten, mir bekannt gewordenen Block im Flysch, ein zirka 30 m³ grosser grauer Sandstein. Von Kurve 1320 an abwärts ist das ganze Bachbett überfüllt von herauspräparierten Flyschblöcken, so dass man den Eindruck gewinnt, dass hier der Flysch zum grossen Teil aus einem Blockwerk besteht. Infolge der Molasse-nähe lässt sich aber nicht entscheiden, wie viel von den Blöcken durch Zerbrechen anstehender Bänke bedingt ist. Das gleiche gilt für den Zwislenwald, wo man an der Molassegrenze fast nichts als Blöcke von dichtem Kalk, Sandstein, grünem Ölquarzit, Grobsand und grünen Breccien findet. Bei Teufenrohr sieht man grosse Ölquarzite in dünnplattigen Kiesel-schiefern steckend.

Nordfuss des Stock. Vom Sattel östlich Kopf 1443 an ist eine nordöstlich verlaufende Bachrinne in den roten Flysch unmittelbar neben der Kreide-Flyschgrenze eingeschnitten. Die Bachrinne ist auf der ganzen Länge „Unter dem Stock“ voll von exotischen Blöcken aller Art. Hier ist es vollständig sicher, dass sie an Ort und Stelle ohne weiteren Transport und ohne tektonisches Zerbrechen, durch Auswaschen des umgebenden Flyschmergels freigelegt worden sind. Nicht nur sind es meist Gesteine, die mir anstehend in der Gegend unbekannt sind, sondern man sieht auch noch eine Menge von grossen und kleinen Linsen und Blöcken im grünen Mergel mit roten Schlieren eingebacken.

1. Grauer, feinkörniger muscovithaltiger Quarzsandstein, Blöcke eckig, bis $\frac{1}{2}$ m³ gross;
2. ein 1 m³ grosser eingebackener Block von grobem, grünem Quarzsandstein und bis 1 cm grossen Milchquarz-Geröllen;
3. schwarze Mergelkalke in Linsen;
4. grüne, granitisch aussehende, grobkörnige Muscovit-Quarzsandsteine mit glauconitischem Bindemittel;
5. Linsen von inwendig grauem, dichtem Kalk, mit Muscovitglimmer auf den Ablösungsflächen, schwarzbraun angewittert;
6. grüner Ölquarzit, in bis 20 cm dicken Schlieren und ein Block von $\frac{1}{2}$ m³ Grösse im grünen Mergel eingebacken, wechsellagernd mit blutroten Mergeln.

Im roten und grünen Flysch sind auch grobe, grüne Quarzsandsteine in 10 cm dicken, linsigen Bänken eingelagert. Ein Teil der kleineren, freiliegenden Blöcke stammt gewiss von solchen tektonisch zerstückelten Bänken. Das merkwürdige ist, dass hier wie anderwärts eine scharfe Grenze zwischen „anstehenden“ Bänken und freiliegenden, nicht von solchen Bänken abzuleitenden Blöcken nicht zu ziehen ist.

Weiter unten in der Bachfurche notierte ich noch von losen Blöcken:

Eine 3 m lange, 2 m breite Linse von feinkörnigem, plattigem Glimmersandstein, wie Hauterivien-Kieselkalk angewittert.

Bei Kurve 1300 „Unter dem Stock“ liegen zwei je zirka 1 m³ grosse Flysch-Nagelfluhblöcke mit eigrossen Geröllen.

An dieser Lokalität könnte man vielleicht auch noch kristalline Silicatgesteine finden.

Zone zwischen Häderenberg und Goggeien.

Im Bachbett des Dürrenbaches, sowie vom Graustein (Gewölbekopf) an abwärts, findet man lose herumliegend wieder die gleichen Gesteine in Blöcken, namentlich grobe, grüne, glimmerhaltige Sandsteine, auch feinkörnige Nagelfluh.

Beim Stigenrain am Nordfuss des Goggeien habe ich 1905 Moräne kartiert (Säntis-W. Karte). 1906 haben mich erneuerte Beobachtungen überzeugt, dass der moränenartige Schutt mit Sandstein, Ölquarzit und andern Brocken grösstenteils als Verwitterungsrückstand von Wildflysch aufzufassen ist.

Im Bett des Baches von Schwandbuchenweid fand ich ferner südlich Luchli bei Kurve 950 m zwischen Fucoidenschiefer und Tonschiefer mit feinen Muscovitschüppchen einen eckigen, $\frac{1}{2}$ m³ grossen Quarzsandsteinblock eingeklemmt.

Fliegenspitmulde.

Rinderbäche südwestlich Schwarzenegg ¹⁾.

Geht man östlich bachaufwärts, so findet man in normalem Profil (vergl. Figur im Abschnitt Amdenerschichten) zunächst mächtige Leistmergel. Diese gehen allmählich in Wildflysch über; mit anderen Worten: in ihrem oberen Teil beginnen die für den Wildflysch oder Blockflysch bezeichnenden linsen- oder blockförmigen Einlagerungen im Mergel: bis 30 cm dicke Einschlüsse von sandigem Kalkstein, glimmerigem Sandstein und körnigem, grünem Quarzit. Die meisten solchen Einschlüsse sind linsig oder scharfeckig, vielleicht zum Teil aus anstehenden Bänken zerrissen. Daneben fand ich aber auch ein nussgrosses grünes Ölquarzitgerölle im Mergel eingeschlossen.

Weiter bachaufwärts sind die Aufschlüsse nicht mehr gut. Ausser den genannten Gesteinen finden wir auch Gneissbreccien, dann im grünen und roten Mergel eingeknetete handstückgrosse, grüne, unregelmässige Glimmersandsteinbrocken.

Bach nördlich Schwarzenegg. Über den Leistmergeln treffen wir bei Kurve 1470 im Schiefer Kieselkalkblöcke, bei 1500 m im Flyschschiefer zwischen anstehenden Quarzitblöcken sichtbar eingebettet kleine bis mehrere m³ grosse rostige, grüne Quarzitblöcke; feinkörnige Ölquarzite und grobkörnige, grüne Sandsteine mit glauconitischem Bindemittel, auch gewöhnlichen grauen Sandstein. Viele sind mit Rutschstreifen begrenzt, aber meistens scharfeckig. Diese Blöcke sind nicht etwa durch Rutschung entstanden.

Auf der Höhe (Vorderhöhe). Bei 3 der Zahl 1543 der Walenseekarte, 10 m östlich des dortigen Brunnens, liegen die verschiedenartigsten Blöcke aus dem Wildflysch lose obenauf. Sie sind meist kopfgross, eckig, kantengerundet oder vollkommen rund und an Ort und Stelle ohne Transport herausgewittert. Ich notierte:

1. Grüner Ölquarzit, darunter scheinen auch Linsen von zerissenen Bänken zu sein;
2. Grober glauconitischer Quarzsandstein mit Muscovit;
3. grüne, polygene Breccie. Höchst merkwürdiges Gestein in mehreren kopfgrossen Blöcken. Äusserlich verwittert, inwendig frisch, sehr zäh, bestehend aus eckigen Brocken von grünem und grauem dichtem Quarzit mit feinsten schwarzgrünen Glauconitkörnchen, farblosem und grünem Quarz, massenhaft bis $\frac{1}{2}$ cm grossen, inwendig vollkommen frischen automorphen(!) weissen Feldspäten mit glänzenden Spaltflächen, kleinen unregelmässigen gelbbraunen Carbonatkörnern (brausen auf mit verd. HCl.), Muscovit-Glimmer; alles porphyrtartig eingebettet in eine körnige, dunkelgrüne Bindemasse von Quarz und Glauconit;
4. verwittertes Granit-Porphyrgerölle (siehe kristalline exotische Blöcke).

Sowohl bei mehreren Breccieblöcken (3) als auch beim Granitporphyr (4) ist die folgende Erscheinung auffällig: Die mehr oder weniger verwitterten Blöcke zerfallen unter dem Hammer nach schon vorhandenen, unregelmässig nahtartig rauhen Kluftflächen, die mit einer tief schwarzbraunen Farbe imprägniert sind. In trockenem Zustand fällt beim Klopfen ein schwarzes Pulver heraus. Ich habe auch an verschiedenen anderen Orten diese Imprägnation exotischer Blöcke angetroffen. Schon A. Escher v. d. Linth ist die schwarze Farbe (Tagebuch IV, 123 d) aufgefallen, die er als „Mangan auf den Ablosungen“ bezeichnete. Eine chemische Prüfung des schwarzen Pulvers der oben genannten Blöcke 3 ergab jedoch das Fehlen von Mangan, dagegen Kohle und Eisen. Ob aber die Imprägnation während der recenten Verwitterung entstanden ist, muss ich bezweifeln.

Egg bis Loch, SW. Fliegenspitz. Im Bett der Zwingenruns liegen viele Blöcke aus dem Flysch, die zum Teil durch den Bach gerollt sind.

Auf der Höhe des Rückens, der von Egg nach Loch zieht, liegen sie dagegen noch an Ort und Stelle. Bei 1480—1500 m auf dem Weg notierte ich:

1. ein halbkopfgrosses Gerölle von Glimmerquarzit;
2. grobkörnige Arkose mit Quarzkörnern, hellen bis mehrere mm grossen Feldspäten und Muscovit, häufige bis kopfgrosse Blöcke;

¹⁾ Den Zusammenfluss der Rinderbäche nenne ich fortan kurzweg den „Rinderbach“.

3. grobkörniger, grüner Quarzsandstein mit Glauconitgrundmasse;
4. ein halbkopfgrosses Gerölle von ähnlich grobkörnigem, stark grünem Glauconitsandstein mit feinkörnigen Quarzlagen, auch bis 2 cm grossen Milchquarzgeröllern und der oben beschriebenen schwarzen Imprägnation;
5. scharfeckige Blöcke von grauem Glimmersandstein.

Die Arkosen sind oft kaum von verwitterten kristallinen Silicatgesteinen zu unterscheiden; es scheinen alle Zwischenformen vorzukommen.

Unweit südlich der Hütten Loch fand ich im Flysch bis $\frac{1}{2}$ m³ grosse Sandstein- und Ölquarzitblöcke, und am Weg 200—300 m nördlich der Hütten, frei an der Oberfläche liegend, bis nahezu 1 m³ grosse Blöcke von Quarzsandstein und Arkose.

Westlich Fliegenspitze. An der westlichen Pyramidenkante bei 1600 m trifft man wieder ganze Sammlungen von Blöcken. Im braunen bröckeligen Mergel sah ich eingebacken:

1. ein doppelt faustgrosser, grobkörniger Arkose-Sandstein;
2. ein kopfgrosser, wie angefressen aussehender Nummulitenkalk; verrutscht? (vergl. Nummulitenkalk Loch, pag. 77—78);
3. Glauconitkalk, mit kleineren dunkelgrünen und grösseren intensiv hellgrünen Körnern und Glimmerschüppchen.

Ich erinnere mich, freiliegend auch feinkörnige Breccien vom Typus Habkern gesehen zu haben.

Alpli, Ostseite des Fliegenspitze. Der langsam rutschende Abhang östlich des Fliegenspitzes besteht grösstenteils aus senonem Leistmergel. Umsomehr muss es uns überraschen, bei Alpli unzählige bis viele Kubikmeter grosse Blöcke von Gesteinen zu finden, die in anstehenden Bänken unbekannt sind. Vor allem sind hier auffallend Blöcke von Flysch-Nagelfluh und Grobsand mit bis wallnussgrossen Milchquarzgeröllern; grobe Breccien, ganz wie diejenigen des Niesen aussehend, mit runden und eckigen gelben Dolomitbrocken, unregelmässigem Quarz, Calcitnestern, grünen Ölquarzitstücken, Glauconitkörnern, Biotit und Muscovit; grosse Blöcke von Kieselkalk, oft schwarz angewittert und kaum unterscheidbar von Hauterivien-Kieselkalk; auch findet man wieder die bekannten grünen Sandsteine. Dass es sich nicht um erratische Blöcke handeln kann, habe ich schon 1905, Säntis W. pag. 322—323 abgeleitet, ohne zu wissen, dass auch echt exotische kristalline Granite und Porphyre darunter zu finden sind.

Bei Punkt 1683 beobachtet man über der Hauptmasse der Leistmergel die in Fig. 27 dargestellten Schichten, von unten nach oben:

Hauptmasse der Leistmergel (Senon), darüber:

- a = 10—20 m hellgelblicher Foraminiferenschiefer mit Pyritkörnern
= oberster Leistmergel? Allmählicher Übergang in
- b = zirka 20 m bräunlich angewitterter, knorrigter Schiefer mit kleineren Blöcken und linsigen Schlieren von Kalkstein, Kieselkalk, grünem Ölquarzit, braunem, feinkörnigem Quarzsandstein, Grobsand mit Muscovit und Milchquarzgeröllchen; Wildflyschfacies.
- c = zirka 4 m heller, schieferiger Mergelkalk mit fucoidenartigen Schlieren.

Ganz gleiche Schichten finden wir am oberen Rand der Leistmergel-Pleiggen nördlich Alpli, z. B. westlich Hinter-Leist mit folgenden Einschlüssen in hellem, knorrig gefaltetem Schiefer im Leistmergel:

1. ein 2 m³ grosser, grober Quarzsandstein mit Glauconit und Glimmer;
2. zahlreiche faust- bis kopfgrosse, eckige, grüne Ölquarzitbrocken und grüne Quarz-Glimmersandsteine bis $\frac{1}{2}$ m³ gross.

Leistbach-Sammelgebiet. Die sehr häufigen Blöcke des Dobigenbaches und Seelibaches sind kurz 1905 in Säntis-W., pag. 322, beschrieben worden.

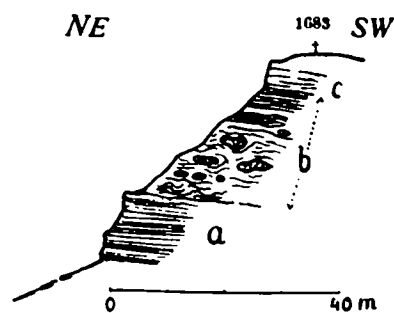


Fig. 27.

Wildflyschfacies auf Leistmergel
am Fliegenspitze-Grat.

Besonders auffallend ist eine grünliche, polygene Breccie mit glauconitischer Grundmasse, mit grossen Brocken von dichtem, grauem Kalk, kleineren Brocken von Quarz und frischem Feldspat, wenig Biotit und Muscovit. Vollkommen frisches Gestein. Häufig ist auch tiefgrüner, feinkörniger Glauconitsandstein mit eingesprengten grösseren Quarz-, Biotit- und Feldspatkörnern.

Klostobel-Unterwasser. Im Bett der Thur: Exotische, polygene, konglomeratische Breccie und Grobsand; Schichtung 30° NNE Fall, anstehend? Wahrscheinlich ein riesiger exotischer Block (vergl. pag. 68).

Beschreibung: Grobkörniger Quarzsandstein mit Milchquarzgeröllchen, Muscovit in grossen Brocken, grosse, dunkelgrüne Glauconitkörner, verknüpft mit bunter, brecciöser Nagelfluh. Grundmasse grober Quarzsandstein (Korngrösse 1–5 mm), mit Kalk und Glauconitgehalt, enthält die folgenden grösseren, runden und eckigen „Einsprenglinge“:

1. gelbe, eckige Carbonatbrocken, auch solche in Geröllen bis Nussgrösse;
2. eckige Brocken von grünlichgrauem, vollkommen dichtem Kalk und Quarzgestein;
3. grüner Quarzsandstein;
4. neben Milchquarzgeröllchen häufige bis $\frac{1}{2}$ cm grosse, unregelmässige, grüne (Glauconit-?) Brocken;
5. kupferfarbiger, frischer Glimmerschiefer und Psammitgneiss, ähnlich demjenigen nördlich Fliegenspitz (vergl. pag. 98), mit reichlich gebleichtem Biotit, ziemlich häufige Gerölle bis 5 cm Durchmesser;
6. Muscovit-Glimmerschiefer;
7. Muscovit-Biotitgneiss.

Ausser diesen Einschlüssen sind noch andere, mir unbekannte Gesteinsarten vertreten. Im Sommer 1904, als das exotische Gestein noch in zusammenhängender Rippe über dem ausgetrockneten Bett der Thur sichtbar war, sah ich auch grünliche Gerölle, die an Verrucano erinnerten.

Unterwasser-Wäldli. Beim Wäldli (vergl. Fig. 21, p. 70), in Begleitung der roten Mergel im Flyschschiefer steckend oder an Ort und Stelle herausgewittert, zahlreiche 1 dm³ bis 1 m³ grosse, z. T. runde Blöcke von grobem Sandstein, nicht direkt von anstehenden Bänken stammend.

Wildhausthur südlich Lisighaus. (Vergl. Fig. 23, p. 75, und den dazugehörigen Text.)

Hier trifft man im Flyschmergel eingelagert massenhaft Blöcke, namentlich aber auch längere, dünnere Linsen von grünem Ölquarzit, die wie im Flysch gewachsen aussehen (2, 4, 6 in Fig. 23). Grauer Quarzit und Kieselkalk kommen auch in eckigen Blöcken vor (4 in Fig. 23).

Bei Kurve 1005–1010, etwa 50 m südlich des Brückleins (6 in Fig. 23), sah ich im schwarzen Ton, zwischen feinkörnigen Sandsteinbänken, an einer Stelle massenhaft bis faustgrosse, eckige Ölquarzitbrocken, daneben in knorrigem, grauem Schiefer eingebacken, eine grössere halbrunde Linse und einen eckigen, kubischen Block (30 cm³) von grünem Ölquarzit. 10 m näher dem Brücklein ist ferner ein eckiger Block (40 cm³), von sehr zäher Kieselkalkbreccie mit groben, schwarzen Quarzkörnern von bräunlichem Mergel mit glimmerigen Lagen eingehüllt, und wiederum von häufigen, kleineren Ölquarzit- und Grünsandbrocken begleitet. Auch eckige, längliche Stücke von dichtem Kalk (30 cm) findet man eingeklemmt. Daneben liegen im Bachbett frei herauspräpariert grössere exotische Blöcke:

Ein 1 m³ grosser, kantengerundeter Block von ausserordentlich zähem, körnigem, glauconitischem Quarzsandstein mit Echinodermensplittern.

Ein (70 cm)³ grosser Block von grober Quarzitbreccie, mit scharfeckigen, bis 6 cm groben Bruchstücken von dichtem, grünlichgrauem Quarzit, die mit kalkigem Zement verkittet sind.

Ein 1 m³ grosser Block von grobkörnigem Glimmersandstein.

Weitere Blöcke in der Umgebung des Brückleins sind in der Kartenskizze Fig. 24, p. 81, und dem dazugehörenden Text notiert.

Weiter oben im Bachbett trifft man nördlich Freienalp, von Kurve 1230 an aufwärts, häufig Ölquarzit und Sandsteinblöcke. Unmittelbar unter der Bachverzweigung bei 1245 m fiel mir be-

sonders ein vollkommen runder, ellipsoidischer Block von grünem Ölquarzit mit 50 cm Durchmesser auf, der in sandsteinfreiem, grünlichem (nicht verrutschtem) Mergelschiefer eingehüllt ist.

Auch westlich der Freienalp sind Sandstein und Quarzitblöcke im anstehenden Flysch eingeklemmt, der dort sonderbarerweise direkt auf Leibodenmergeln zu liegen scheint.

Mikroskopie polygener Breccien, Sandsteine und Quarzite.

Spezielles.

- 1. Grüne Linse aus schwarzem Flysch im Seelibach ¹⁾ (Schliff 119) ²⁾.** Kaum metamorpher, glauconitischer Sandstein mit pseudoporphyrischer Struktur.

Grundsubstanz: feinkörniger Quarz-Glauconitsandstein, Quarzkörner zirka 75 %, eckig, 0.1—0.2 mm gross. Glauconit, in unregelmässigen Körnern.

Einstreulinge ³⁾:

1. Quarzkörner bis 2 mm, unregelmässig eckig begrenzt, z. T. aus Feldspäten umgewandelt und mit Calcit verwachsen;
2. Plagioklas, grosse Körner, z. T. frisch, z. T. zu einem Gewebe von Quarz und Calcit verwittert;
3. Orthoklas (?);
4. Biotit, kleine Blättchen;
5. Muscovit, spärliche Blättchen;
6. Calcit, nur sekundär, aus Feldspäten und in Form von Adern;
7. Rutil, in feinsten Nadelchen im Biotit.

- 2. Glauconitischer Sandstein, Seelibach (Schliff 12).** Ähnlich dem obigen, jedoch ausser den genannten Gemengteilen noch gekennzeichnet durch Vorhandensein von:

Turmalin, kleine Körnchen in der Grünsand-Grundsubstanz;

Apatit, grössere Kristalle;

Zirkon, in kleinsten Kriställchen.

Die Plagioklase sind alle saurer als basischer Oligoklas, Orthoklas sericitisiert.

Glauconithaltiger granitischer Grus, nicht dynamometamorph.

- 3. Grünliche, exotische Breccie, Gerölle im Leistbach (Schliff 120).**

Grundsubstanz: Zum Unterschied von 1 tritt hier die Grundsubstanz ganz zurück und bildet nur noch das lokale Bindemittel zwischen den groben Einstreulungen. Sie besteht aus Nestern und Schlieren von umgewandeltem Feldspatmaterial (?) und schwachgrünem Glauconit; z. T. scheint auch noch dichte Kalksubstanz damit gemengt zu sein.

Einstreulinge:

1. kleine Körner von Granit;
2. einzelne Körner von dichtem Kalk mit feinsten Glauconitkörnchen;
3. Quarz, stets eckige, meist zackige Umrisse, grobe Körner;
4. Plagioklase, massenhaft, noch fast häufiger als Quarz, mehr oder weniger angewittert. Körner mit Quarz- oder Muscoviträndern, aus Granit;
5. Oligoklas, stark sericitisiert;
6. Orthoklas (?), ganz umgewandelt;
7. Biotit, z. T. frisch, z. T. chloritisiert;
8. Chlorit;
9. Muscovit, spärlich;
10. Calcit, nur sekundär.

¹⁾ Vergl. Sántis-West 1905, pag. 322.

²⁾ Schliffsammlung ARNOLD HEIM, im geol. Institut des eidg. Polytechnikums Zürich.

³⁾ Diese Bezeichnung dürfte die Eruptiv-Petrographen weniger stören als „Einsprenglinge“.

Der Gesamteindruck deutet auf eine nicht stark (oder gar nicht) kristalloblastisch umgewandelte, polygene, glauconitische Sandsteinbreccie mit granitischem Material.

4. Grünliche, polygene, exotische Breccie im Flysch, Amdenerhöhe (Schliff 118). Gesellschaften siehe pag. 90.

Grundsubstanz: Feinkörniger Quarzsandstein mit Korngrösse 0.05 — 0.1 mm, mit pigmentärem Glauconit verkittet. Glauconit in verschiedenen Varietäten: 1. Kryptokristallin, intensivgrün mit stärkerer Doppelbrechung; 2. Kryptokristallin, schwachgrün mit schwächerer Doppelbrechung; 3. ein isotropes Korn; 4. ein Glauconitkryställchen! ¹⁾ Quarzkörnchen vielfach nahtartig untereinander und mit Feldspatkörnchen und Glauconit verwachsen.

Einstreuungen:

1. grosse Quarzkörner, z. T. runde Sandkörner, vielfach aber in Aggregate von optisch verschiedener Orientierung zerlegt, die nahtartig verwachsen sind;
2. Plagioklase, vorherrschend, grosse Körner;
3. Mikroklin;
4. Orthoklas, leicht angewittert;
5. Biotit, einige Blätter z. T. chloritisiert;
6. Muscovit, in Umwandlung;
7. Kalkbröcklein, dicht, fein Quarz-Glauconit-sandig;
8. Chlorit, aus Biotit;
9. Calcit, xenomorph, sekundär, aus Feldspäten;
10. Zirkon, als Einschluss in Biotit.

Gesamteindruck: Struktur eines Massengesteins, pseudoporphyrisch; an einer Stelle des Schliffes glaubt man einen Protogyn, an einer anderen einen glauconitischen Sandstein vor sich zu sehen. Es ist eine metamorphe, polygene, glauconitische Sandsteinbreccie mit granitischen Einstreuungen.

5. Exotische, polygene, grüne Breccie, Mattstock-Ostende (Schliff 116).

Grundsubstanz: Schmutzig-mikrokristallines Aggregat von Calcit und Quarz, wahrscheinlich aus verwitterten Feldspäten, mit pigmentärem Glauconit (?) gemengt und verwachsen.

Einstreuungen:

1. Quarz vorherrschend, in bis 8 mm grossen, z. T. rundlich umrissenen, z. T. angefressenen Körnern; grosse Körner kataklastisch in optisch verschieden orientierte Aggregate aufgelöst;
2. grosse, saure Plagioklase, häufig, stets angefressene Oberfläche; auch als Einsprengling in Quarzkorn;
3. Orthoklas, deutlich, angewittert;
4. Chlorit (z. T. Glauconit?), mikrokristallin, meist in feinen Aggregaten mit sekundärem Calcit vermengt;
5. Muscovit, häufige Schüppchen;
6. Pyrit in unregelmässigen Nähten;
7. Calcit, sekundär, spärlich;
8. Ankerit, in unregelmässigen Nestern, sekundär.

Gesamteindruck: Mikroskopisches Bild wie Gneissquarzit. Ursprünglich grober, brecciöser, polymikter Sandstein mit hochgradiger kristalloblastischer Umwandlung; dann nach Metamorphose wieder Verwitterung.

¹⁾ L. W. COLLET et G. W. LEE (Recherches sur la Glauconie. Proceedings of the Royal Soc. of Edinburgh Vol. XXVI, 1906) erwähnen Glauconitkristalle als grosse Seltenheit.

6. Ölquarzitblock aus dem Flysch vom Rombach, Amden.

Glasig springend, dunkelgrün, kantendurchscheinend. Dünnschliff farblos bis leicht grünlich; bei schwacher Vergrösserung wie gewöhnlicher Sandstein aussehend.

Einstreulinge zirka 80 %:

Quarzkörner zirka 70 %, 0.1—0.3 mm Korngrösse. Vielfach zackig miteinander verzahnt;

Glaucanit grün, mikrokristallin, sowohl als feinste Mischung in der Grundsubstanz wie als grössere, rundliche Körner;

Calcit, einzelne Körnchen, meist unrein; auch solche, die mit Quarzkörnern verknüpft sind oder calcitisch imprägnierte Quarzkörner;

Biotit, einzelne feine Blättchen;

Zirkon? kleines Korn;

Erzkörnchen spärlich; Feldspäte fehlen.

Grundsubstanz zirka 20 %, vorherrschend aus feinkörniger Quarzsubstanz, bei gekreuzten Nikols fast dunkel bleibend.

Zusammenfassung und Resultate.

Bevor das Resultat erkannt war, dass die exotischen Blöcke nicht zu den Klippenblöcken gehören, glaubte ich vielfach auf den ersten Blick in den sonderbaren grünen Feldspatgesteinen manchmal Vertreter der basischen (ophiolitischen) Eruptiva zu sehen, wie sie so charakteristisch für die „rätische Decke“ sind. Dann fand ich aber alle erdenklichen Übergangsformen zu gewöhnlichem Sandstein, oft innerhalb des gleichen Blockes.

Die mikroskopische Untersuchung lehrt nun, dass diese grünen Gesteine mehr oder weniger umgewandelte polymikte, glauconitische Sandsteine und Breccien, also ursprünglich sedimentäre, z. T. marine Ablagerungen sind. Die schwierige Frage aber, unter welchen engeren Bedingungen diese Ablagerungen einmal entstanden sind, muss noch ganz offen gelassen werden. Einzelne Gesteine machen den Eindruck eines gewöhnlichen Glauconitsandsteines, dann aber findet man wieder grössere eckige Kalk- und Dolomitbrocken, auch solche von granitischer Zusammensetzung, so dass man an ruhig vor sich gehende marine Ablagerung nicht denken kann.

Ein besonders wichtiges Ergebnis liefert die Untersuchung des Mineralbestandes:

Ausser dem rein sedimentären Bestandteil sind ausschliesslich Gemengteile saurer kristalliner Gesteine, im besonderen von granitischem Material vorhanden.

Wir haben die folgenden, aus sauren Silikatgesteinen stammenden Mineralien festgestellt:

Quarz, Orthoklas, Mikroklin, saure Plagioklase bis und mit Oligoklas, Biotit, Muscovit, Chlorit, Sericit, Apatit, Turmalin, Zirkon, Rutil, Pyrit.

Calcit und Ankerit treten nur sekundär auf. Das ursprüngliche Bindemittel zu diesem Eruptivmaterial liefern Kalk, Ton, Quarz, Glaucanit in verschiedenen Modifikationen. Mikroorganismen wurden keine gefunden.

Die meisten dieser grünen Gesteine sind allein durch Glaucanit gefärbt und zeigen keine oder nur schwache Anzeichen einer Druckmetamorphose. Dagegen lassen sich diagenetische Umwandlungen deutlich erkennen.

In einem Falle (Schliff 116), weniger deutlich in einem zweiten (Schliff 118) hat dagegen das ursprüngliche Sediment eine Druckmetamorphose durchgemacht.

Die erwähnten Tatsachen der Mikroskopie bestätigen vollauf die makroskopischen Feststellungen. Wir finden Übergangsgesteine von Sediment und kristallinen Silikaten, und zwar zweierlei Arten:

1. solche, bei denen ursprünglich saure, kristalline Silikatgesteine zu Sedimenten verwittert sind oder ihr Material dazu geliefert haben (Arkosen, polymikte Sandsteine und Breccien); es ist die primär absteigende Entwicklung;

2. solche, die umgekehrt von ursprünglich klastischem Sediment eine Metamorphose bis zur Protogynstruktur durchgemacht haben und sich nun zum zweitenmal im Stadium des beginnenden Zerfalls befinden (Schliff 116); es ist die aufsteigende und sekundär absteigende Entwicklung.

3. Die kristallinen exotischen Blöcke der Säntisdecke.

Beschreibung der einzelnen Funde.

Da diese Blöcke nicht sehr häufig und doch von besonderem Interesse sind, sollen sie einzeln, nach den Fundorten geordnet besprochen werden. Bei längerem Suchen könnte gewiss die Zahl der Funde noch wesentlich vermehrt werden.

Amdenermulde.

Mattstock — Ostende. Das tektonisch und stratigraphisch gleich prächtige Ostende des Mattstocks ist 1906 von der schweizerischen geologischen Gesellschaft besucht worden¹⁾. Zu vergleichen den tektonischen Teil, ferner roter Stern in der Walenseckarte, Chromophotographie Taf. XII und Fig. 28.

Wir finden an der oben bezeichneten Stelle einen Hauptblock aus Glimmerschiefer in einem Schwarm von Begleitern.

1. Eine gegen 3 m lange und 40 cm dicke Platte von gneissartigem **Zweiglimmerschiefer**, die vollständig konkordant im Flysch eingelagert ist (1 in Fig. 28).

Diagnose: sehr quarzreich, ebenschieferig. Schieferungsebenen ganz mit Glimmern bedeckt; mittlere Korngrösse; sedimentogen. Feldspäte?²⁾ Biotit vielfach randlich ausgebleicht und verrostet, sonst frisches Gestein.

Herkunft: Nach Mitteilungen meines Vaters, sowie der Herren SCHARDT, SCHMIDT, SARASIN, v. SEIDLITZ, ist es kein Zentralmassivgestein. Dagegen kommen nach SCHARDT gleiche Blöcke im Flysch des Niesen vor.

Sedimentäre Begleiter: Zwei linsige Blöcke von feinkörnigem Kieselkalk (2 in Fig. 28).

Wenige Schritte weiter oben finden wir in den gleichen Flyschschichten, unmittelbar neben den zusammengedrückten Leistmergeln, noch weitere Kieselkalk- und Glimmer-Sandsteinblöcke, z. B. Block 5 in Fig. 28 = $\frac{1}{2}$ m langer, feinkörniger Kieselkalk mit auf einer Seite angewachsenem grobem, grünem Muscovit-Sandstein.

Gehen wir wenige Schritte weiter nordöstlich den Abhang hinab, so finden wir wieder in den gleichen braunen Flyschmergeln eingebacken weitere kristalline Blöcke des gleichen Schwarmes:

2. Ein kopfgrosser Block von reinem, aplitischem **Muscovit-Granit**, nicht gequetscht (4 in Fig. 28).

Herkunft: Nicht aus Zentralmassiven. Nach Mitteilung von Herrn Prof. SCHARDT finden sich ähnliche Blöcke in den Ormonts (Préalpes).

3. Eine ganze Anzahl von kleineren, im Flysch eingekleinmten Blöcken:

a) Granit;

b) Biotit-Granitgneiss; weiss, schwach geschiefert, glimmerarm, Biotit z. T. epidotisiert; ein scharfkantiges, halbfauftgrosses Stück mit Flyschmergelüberzug;

¹⁾ Kurze Beschreibungen darüber in

CH. SARASIN: Rapport sur les excursions, etc. mit Kartenskizze, 1907. Eclogae geol. helv. Vol. IX. Nr. 3, pag. 378, und
ARNOLD HEIM: Zur Frage der exotischen Blöcke etc. Eclogae geol. helv. Vol. IX. Nr. 3, pag. 414—415.

²⁾ Auf der geol. Exc. d. schw. geol. G., S. VIII. 1906, wurde diese exotische Platte von den Herren Prof. SCHMIDT und Prof. SCHARDT, als Zweiglimmergneiss bezeichnet. In den zwei von mir mitgenommenen Handstücken finde ich jedoch makroskopisch keine unzweifelhaften Feldspäte, doch ist es wahrscheinlich, dass solche, wenn auch nur sehr spärlich, vorhanden sind. In Eclogae geol. helv. 1907, pag. 414, habe ich den betr. exot. Block kurzweg als Gneiss bezeichnet.

- c) Biotitgneiss, stark schieferig, sehr glimmerreich, sedimentogen; eckige Brocken;
 d) Zweiglimmergneiss mit deutlichen Feldspäten, sehr glimmerreich, Biotit z. T. ausgebleicht; eckige Brocken. Die Auswahl könnte noch leicht vermehrt werden.
 Begleitende Sedimentblöcke: Ein nicht ganz faustgrosses, vollkommen gerundetes Gerölle von dichtem, bräunlichgrauem Kalk. Kein helvetisches Gestein; Herr Prof. SCHARDT hält es für Neocom in präalpinen Facies.

Zone zwischen Häderenberg und Goggeien.

Scherenwald.

4. Am Weg bei 1390 m freiliegender (wahrscheinlich nicht transportierter) kopfgrosser Block von verwittertem Gneiss.

Stigenrain.

5. Kopfgrosser, verwitterter **Granitblock**. An Ort und Stelle ausgewittert, nebst massenhaften, kleineren Sedimentblöcken von Grobsand, Quarzit etc.

In meiner Sämtsarbeit (1905, pag. 513, und Karte Taf. VI), hielt ich diesen Block für erratisch und den mit Sedimentblöcken aller Art überstreuten Boden für Moräne. Ich bin nach seither mehrfach wiederholten Begehungen zu der Überzeugung gelangt, dass es sich um an Ort und Stelle aus dem Flysch herausgewitterte Blöcke handelt. Den kristallinen Block bei Stigenrain konnte ich nicht mehr finden.

Der Granitblock südlich davon im Dürrenbach ist offenbar bei der Wildbachverbauung weggeräumt worden und daher nicht wieder in der Karte aufgenommen.

Schwandbuchenweid.

6. Beim ersten ch dieses Wortes, nördlich Häderenberg, Kurve 1100, kopfgrosser, halbrunder, heller, grobkörniger **Granitblock**. Bis 1 cm grobe, weisse Orthoklase, grober, glasklarer Quarz, Biotit und wenig Muscovit; nicht gequetscht.

An Ort und Stelle aus dem Flysch herausgewittert, nebst kleineren Sandsteinblöcken¹⁾.

Fliegenspitz-Mulde.

Rör-Loch.

7. Am Weg nach Lochalp, südöstlich Rör, bei Kurve 1480: Ein halb kopfgrosses, vollkommen rundes ellipsoidisches Gerölle von **Glimmerquarzit**, 15 cm lang, 8 cm dick. Quarz in verschieden grossen, wenig individualisierten Körnern. Glimmer in Häuten, violettgrau und weiss. (Übergänge von Biotit in Muscovit und Chlorit.) Textur schieferig (Druckschieferung).

An Ort und Stelle aus dem Flysch herausgewittert. Massenhaft begleitende Sedimentblöcke siehe pag. 90.

Rinderbach, südwestlich Schwarzenegg (vergl. Textfigur im Abschnitt Amdenerschichten).

8. Bei Kurve 1390, unmittelbar unterhalb der Bachverzweigung, 1 m³ grosser, halbrunder Block von grober, quarzitischer **Glimmerschieferbreccie**.

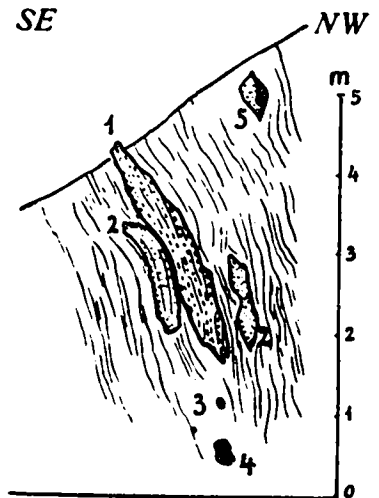


Fig. 28.

Exotische Blöcke im Flysch am Mattstock-Ostende.
 (Vergl. Taf. XII.)

- 1 = Platte von Zweiglimmerschiefer.
 2 = feinkörniger Kieselkalk.
 3 = dichte Kalkgerölle (Klippen-Neocom?)
 4 = aplitischer Muscovitgranit.
 5 = Kiesel-Kalk mit grobem, grünem Sandstein verwachsen.

¹⁾ Etwa 100 m südöstlich dieser Stelle fand ich ferner ein doppelt faustgrosses Stück stark verwitterten **Glimmerquarzit**.

Scharfeckige, bis 15 cm grosse verwitterte Glimmerschiefer-Bruchstücke mit Muscovit und viel Biotit, der jedoch grösstenteils ausgebleicht und verrostet ist, schwach schieferig, grobkörnig; auch viel Brocken von grauem Quarzit. Alles mit quarzitischem Sandstein hart verkittet. Block aus Flysch, wahrscheinlich an Ort und Stelle aus dem Flysch neben Quarzitbänken ohne weiten Transport herausgespült, liegt im Bachbett (gefunden 1905, lag 1906 noch an gleicher Stelle).

9. Unmittelbar daneben ein kleinerer Block von ähnlicher **Breccie**, aber mit kleineren (unter 1 cm) Bruchstücken.

War 1905 sichtbar im anstehenden Flysch eingeklemmt.

10. Ebenso unmittelbar neben 8 ein vollkommen rundes Gerölle von grauem **Biotit-Granit**, kugelig, 40 cm Durchmesser.

Mittleres Korn; grauweisse, frische Feldspäte, grauer Quarz und schokoladebrauner Biotit. Liegt frei im Bach, aber wohl nicht weither vom Bach verschleppt. Beobachtet 1906. Kein diluvialer Block. Ferner:

11. Grünlichweisser, kataklastischer **Granit** (Granitporphyr?). Eckiger Block. $35 \times 20 \times 20$ cm, liegt frei im Bach. Weisse, zu Brocken gedrückte Feldspäte, grauer z. T. zertrümmerter Quarz; Reste von Biotit; Chlorithäufchen aus Biotit hervorgegangen; wenig Muscovit. Chlorit- und Muscovitränder an Biotitschüppchen. Struktur porphyroklastisch, Textur massig; frisches Gestein. Beobachtet 1906.

12. Weiter unten im Bach, Kurve zirka 1360:

Ein 1 m³ grosses, vollkommen gerundetes, kugeliges Gerölle von hellgrauem **Granit**, etwas porphyrisch, mit bis 3 cm grossen Orthoklas-Einsprenglingen, relativ frisch! Nicht gequetscht. Liegt frei im Bachbett, auf anstehendem, unterem Leistmergel, ist wohl vom Bach wenig weit gerollt worden. Die vollkommene Rundung muss jedoch schon im Flysch eingeklemmt vorhanden gewesen sein, da der kurze Transport von höchstens wenigen hundert Metern den frischen Block auf weichen Mergeln nicht hätte vollkommen runden können. Kein diluvialer Block!

13. Auf der Höhe. 10 m östlich des Brunnens:

Ein verwittertes, ganz gerundetes, ovales, kopfgrosses Gerölle von **Granitporphyr**, feinkörnig, mit schönen, regelmässig eingesprengten, 2—6 mm grossen Orthoklasen; nicht gequetscht. Rauhe Kluftflächen, schwarz imprägniert.

An Ort und Stelle, nebst massenhaften Sedimentblöcken und Arkosen aus dem Flysch ohne Transport herausgewittert (vergl. pag 90).

Farenstöckli-Südwestseite.

14. Am Weg südwestlich Punkt 1598, wenige Meter vom Leistmergel entfernt:

Ein kopfgrosser, nicht gerundeter Block **Zweiglimmerschiefer**.

Biotit nur noch in kleinen Resten in der Mitte der ausgebleichten Schüppchen; mittelkörnig, flaserig, stark verwittert.

An Ort und Stelle aus dem Flysch mit Sandsteinbrocken ohne Transport frei herausgewittert.

Nördlich Fliegenspitz, westlich Punkt 1626¹⁾.

Exotisches Konglomeratnest (bei Kurve zirka 1590, siehe Walenseekarte), von zirka 1,5 m Durchmesser in steil Süd fallenden Flysch mit Sandstein oberflächlich eingebettet, teilweise an Ort und Stelle ohne Transport herausgewittert. Darin enthalten:

15. Schlecht gerundete, nuss- bis faustgrosse Gerölle von weissem, flaserigem **Muscovit-Öneiss**.

16. Schlecht gerundete, nuss- bis faustgrosse Gerölle von **Glimmerschiefer**.

17. Ein kopfgrosses, kantengerundetes Gerölle von **Psammitgneiss**²⁾.

Makroskopisch: Feinkörniges, vollkommen frisches Gestein, etwas schieferig, grau violett schimmernd; Quarz und violettbräunlicher Glimmer.

¹⁾ Möglicherweise habe ich bei der Einzeichnung in die Karte Punkt 1626 mit 1630 verwechselt.

²⁾ Nach freundlicher Mitteilung von Herrn Prof. GRUBENMANN findet sich die Analyse eines genau gleich aussehenden Gesteins unter dem Titel „Meso-Biotit-Orthoklasgneiss“ in U. GRUBENMANN: Die kristallinen Schiefer, 1907, II. Teil, pag. 40—43, Analyse Nr. 7.

Mikroskopisch: Korngrösse 0.1—0.2 mm, gleichmässig. Haupt-Gemengteile sind:

1. Quarz, Körner zackig, oft undulös auslöschend;
2. Biotit, frisch parallel angeordnet = Neubildung;
3. Plagioklas, häufige frische Körner;
4. Orthoklas, spärlich;
5. Muscovit, spärliche Schüppchen. Akzessorische Gemengteile:
6. Apatit, ziemlich viel sehr kleine Kriställchen;
7. Zirkon;
8. Rutil als Nadelchen im Quarz.

18. Ein verwitterter, halbkopfgrosser **Granitgneiss**, mittelkörnig, stark verwittert.

Ferner von begleitenden, nicht rein kristallinen Blöcken:

Ein kopfgrosses, sowie häufige kleinere bis bloss haselnussgrosse Gerölle von sehr grobkörnigem Arkose-Sandstein;

nussgrosse Gerölle von reinem, inwendig grauweissem Quarzit, vollkommen gerundet.

Ostabhag des Fliegenspitz.

19. Auf dem Weglein, 20 m südlich der Hütte Alpi liegt ein $\frac{1}{2}$ m³ grosser, eckiger Block von hellem, porphyrartigem **Pegmatit-Granit**. Die scheinbaren Einsprenglinge sind grosse, bis 2 cm lange, weisse Orthoklase mit Karlsbader-Zwillingen. Die kleineren Feldspäte sind etwas kaolinisiert und teilweise epidotisiert. Grauer Quarz, grobkörnig, reichlich vorhanden, der spärliche Biotit z. T. chloritisiert, z. T. zu Muscovit ausgebleicht. Textur massig, ohne Druckschieferung; ziemlich frisches Gestein.

Dieser Block liegt auf verutschtem Leistmergel, ist vom östlichen Gehänge wenig weither abgestürzt oder abgerutscht, stammt wahrscheinlich aus dem senonen Leistmergel.

20. Unmittelbar neben dem gleichen Weglein, 200 m weiter südöstlich, liegt in einer Runse: Ein $\frac{1}{2}$ m³ grosser, eckiger Block von **Quarzporphyr**.

Einsprenglinge von weissen, bis $\frac{1}{2}$ cm grossen, frischen Feldspäten, darunter deutliche Orthoklase; dunkelgraue, glasige, rundliche Quarzkörner bis 2 mm; dichte, grünlich-graue Grundmasse, bräunlichfleckig angewittert.

Liegt am Rande des anstehenden Leistmergels, ist als Block vom Abhang gegen Punkt 1673 abgestürzt, kann also wohl nur aus dem senonen Leistmergel stammen! Kein diluvial-erratischer Block!

Daneben¹⁾ liegen, ebenso abgestürzt, als sedimentäre Begleiter: Zwei grosse Blöcke von grauem Quarzit, ein über 1 m³ grosser, grüner Ölquarzit und Blöcke von Grobsandstein.

Strick südlich Mittagberg.

21. Zirka 100 m östlich Punkt 1831:

Ein kopfgrosser, runder, verwitterter **Granit**, mit weiss angewitterten bis $\frac{1}{2}$ cm grossen Feldspäten.

Lose, kein diluvial erratischer Block; an Ort und Stelle aus dem Leistmergel herausgewittert? oder durch Gletscher östlich verschleppt?

Wildhaus.

22. Im Bachbett der Wildhausthur südlich Tobelbord (Unterwasser), als loses Geschiebe, exotisch (oder erratisch?):

Weisser, grobkörniger, pegmatischer **Hornblendegranit**. Deutliche Orthoklase makroskopisch nicht wahrzunehmen (scheint lauter saurer Plagioklas). Quarz sehr zurücktretend; dunkelgrüne, kurz prismatische Hornblende, z. T. etwas chloritisiert; wenig Muscovit. Deutliche Pegmatitstruktur. Auffallend frisches Gestein. Textur massig, ohne Druckschieferung.

* * *

¹⁾ Unmittelbar südlich des genannten Quarzporphyrblockes ist in der Karte ein zweiter, kristalliner, exotischer Block angegeben. Leider finde ich keine Notizen über die Art dieses Blockes.

Ausser diesen, von mir neu gefundenen und in die Karte eingetragenen exotischen Blöcken haben **ARNOLD ESCHER** und **BACHMANN** gefunden:

23. „**Granit** von einem etwas stark verwitterten, mindestens 5 □ Fuss Oberfläche haltenden Block am Wege von Ammon (Amden) zu den Strichbodenhütten, ungefähr 40 Fuss unter der Alpgrenze (1300 m ü. M.). Dieser Block schien Herrn **ESCHER** eher aus Flysch zu stammen, als ein alpiner Findling zu sein“ (**BACHMANN** 1863, pag. 25).
24. „**Gneisartiges Gestein**, welches als eckige Stücke im Gesteinsschutt schwarzen Mergelschiefers, zwischen zwei Nummulitenkalklagen am Fusse der Churfirsten, gegenüber von Wildhaus vorkommt“ (**BACHMANN** 1863, pag. 25). Wahrscheinlich aus den Schichten zwischen n_1 und n_2 unserer Textfigur 23, pag. 75.
25. „**Granit**, sehr quarzreich, mit weissem Feldspat, von einem kugeligen Stück in dunkelgrauem (coenen) Mergelschiefer, gegenüber dem Schulhaus Wildhaus, nahe am Ausfluss des Fiderli Tobels“ (**BACHMANN** 1863, pag. 25).
„Die drei letzten Vorkommnisse stammen alle aus dem Flysch derselben Mulde, in welchem der Berglittenfels liegt.“ Diese Aussage ist nun allerdings ungenau, da der erste dieser drei Blöcke (22) der Amdenermulde, der zweite (23) und dritte (24) der Fliegenspitzenmulde, der „Berglittenfels“ hingegen der Voralptalmulde angehört, welche Churfirsten und Alviergruppe voneinander trennt. Zudem gehört der Berglittenfels nicht zu den exotischen Blöcken, sondern ist nun als eine „Klippe“ erkannt¹⁾.
26. **Granitblock**, am NW-Abhang des Leiskamm, Bachrinne östlich Farenegg, von **A. ESCHER** in seiner Originalkarte 1:25000 eingetragen und in die neue Walenseekarte übersetzt; wurde auch von meinem Vater nach seiner Mitteilung auf einer Exkursion mit **ESCHER** besichtigt. Kann wohl nur aus Senon stammen.

Allgemeine Erscheinungen der kristallinen Blöcke im Gebiete der Walenseekarte.

1. Alle bis jetzt gefundenen, kristallinen exotischen Blöcke des Kartengebietes sind saure (sogar hochsaure) Silicatgesteine. Ich kenne kein einziges Vorkommen eines basischen Eruptivgesteins, wie sie ja bekanntlich so häufig und bezeichnend für die rätische Decke (Iberg, Rätikon, Davos, Parpan etc.) sind.
2. Alle kristallinen Gesteine der exotischen Blöcke unserer Gegend sind anstehend in den benachbarten „Klippen“ (Grabserklippe, Jbergerklippen, Vierwaldstättersee) unbekannt.
3. Von den 26 genannten Blöcken oder Blockscharen sind folgende nach der relativen Häufigkeit angeordnete Gesteine vorhanden:

Granit und Pegmatit-Granit in 11 Blöcken, nämlich die Nummern 2, 3a, 5, 6, 10, 11, 12, 19, 21, 22, 23, 25, 26, nebst kleineren;

Gneiss in 7 Blöcken, nämlich die Nummern 3a, b, c, 4, 15, 18, 24;

Glimmerschiefer und Glimmerquarzit in 4 Blöcken, nämlich die Nummern 1, 7, 14, 16;

Glimmerschieferbreccie in 2 Blöcken, nämlich die Nummern 8, 9;

Psammitgneiss 1 Block, nämlich die Nummer 17; kommt auch noch als Brocken in exotischen Breccien und Konglomeraten vor (z. B. Unterwasser);

Granitporphyr 1 Block, nämlich die Nummer 13;

Quarzporphyr 1 Block, nämlich die Nummer 20.

Die häufigsten Blöcke sind also in der Säntisdecke des Kartengebietes, ebenso wie bei Habkern, die Granite; jedoch habe ich die für Habkern charakteristischen roten Granite mit ölgrünen Quarzen nicht gefunden.

¹⁾ Vergl. **ARNOLD HEIM**: Über den Berglittenstein u. d. Grabserklippe, *Eclogæ geol.* 1907.

4. Grösse der kristallinen Blöcke.

Der grösste Block ist die Glimmerschieferplatte 1 am Mattstock-Ostende, mit zirka 3 m Länge und 40 cm Dicke.

Zwei Blöcke haben die Grösse von zirka 1 m³, nämlich die Breccie 8 und das Granitgerölle 12.

Zwei weitere erreichen den Inhalt von 1/2 m³, nämlich der Granitblock 19 und der Quarzporphyrblock 20, vielleicht auch der Granit 22. Die meisten Blöcke sind kopfgross oder kleiner (3). Nussgrosse und kleinere Brocken sind wohl auch im Flyschmergel häufig zerstreut eingebacken, jedoch schwer zu finden und nur auf frischem Bruch zu erkennen, da sie meist mit einer schmutzigen Flyschrinde überzogen sind.

5. Form.

Sehr auffallend ist die gesetzlose Form; wir finden sowohl vollkommen gerundete, z. T. gewaltige (12) Gerölle, wie halbrunde und besonders ganz eckige Blöcke¹⁾. Von den stark verwitterten Blöcken lässt sich nichts über die Form sagen.

Vollkommene Gerölle fand ich in 6 Fällen: 7, 10, 12, 13, 21, 25;

halbrunde, kantengerundete Geschiebe in 6 Fällen: 2, 6, 8, 15, 17;

eckige oder plattige Blöcke in 10 Fällen: 1, 3 a, b, c, 11, 14, 19, 20, 23, 24.

6. Textur.

Die Granite, Granitporphyr und Quarzporphyr zeigen im allgemeinen (ausgen. 11) keine Quetschungserscheinungen, wie die analogen Gesteine der Zentralmassive.

7. Verwitterungszustand.

Es kommen sowohl vollkommen frische, wie halb und total zu Grus verwitterte Blöcke vor. Frische notierte ich in etwa 6 Fällen, stark verwitterte in 9 Fällen. Dabei lässt sich kein wesentlicher Einfluss der Gesteinsart auf den Grad der Verwitterung erkennen. Die grossen Blöcke sind frischer, die kleineren meist verwittert. Wichtiger als die Grösse scheint mir für den Grad der Verwitterung von Einfluss zu sein die

8. Art der Freilegung.

Alle stark verwitterten Blöcke, 4, 5, 6, 13, 14, 18, 21, 23, sind langsam oberflächlich herausgewittert, auf Hochflächen oder auf langsam, ohne Bachfurchen denudierten Gehängen. Die frischen Blöcke wie z. B. 10, 11, 17, 19, 20, 21, liegen in von frischer Erosion angegriffenen Bacheinschnitten (Rinderbäche) oder an frischen, kahlen Abrissgebieten.

Auch in Habkern bei Thun ist man überrascht über die massenhaften, z. T. riesigen, vollkommen frischen Gerölle in den Wildbacheinschnitten. Wir dürfen wohl daraus schliessen, dass die Blöcke meist in frischem Zustand in den Flysch hineingelangt sind, und die Verwitterung eine Folge der jetzt noch fortschreitenden, nachträglichen Flysch-Denudation ist.

9. Verteilung.

Wir finden die exotischen Blöcke sowohl vereinzelt, als auch in Schwärmen oder Nestern beisammen, wie am Ostende des Mattstocks und nördlich Fliegenspitz.

10. Vergesellschaftung.

Stets von häufigen Sedimentblöcken aller Art begleitet. Nirgends findet man einen kristallinen Block allein in sonst blockfreiem Flysch. Ölquarzite, Kalk, Kieselkalk, Grobsand, Breccien und Arkosen, sind die häufigsten Begleiter. Umgekehrt ist es stets möglich, kristalline Blöcke im Flysch zu finden, der Sedimentblöcke enthält.

¹⁾ Dabei fällt mir auf, dass ich unter den Sedimentblöcken kein einziges vollkommenes Gerölle einer Breccie gesehen habe.

11. Ein- und Auflagerung.

- a) In mehreren Fällen konnte die seit Schluss der tektonischen Vorgänge unveränderte Einlagerung im anstehenden Flyschschiefer beobachtet werden: am aller-schönsten und leichtesten zugänglich am Ostende des Mattstocks (1, 2, 3, Textfigur 28), ferner in den „Rinderbächen“ südwestlich Schwarzenegg (9) und nach J. BACHMANN bei Wildhaus (22)¹⁾;
- b) bei einer Reihe von Vorkommnissen kann man mit Sicherheit feststellen, dass die Blöcke ohne Transport an Ort und Stelle aus dem Flysch herausgewittert sind, wie besonders auf der Höhe, bei Rör, nördlich Fliegenspitze (4, 5, 6, 7, 13, 14, 15, 16, 17, 18);
- c) die Blöcke am Ostabhang des Fliegenspitze (19, 20) sind abgestürzt;
- d) derjenige bei Strick (21), ist möglicherweise durch Gletscher verschleppt. Diluvial-erratische, kristalline, exotische Blöcke, d. h. Blöcke aus dem Flysch, von Gletschern verschleppt, fand ich sonst nicht, wohl aber diluvial-erratische Sedimentblöcke aus dem Flysch bei Amden;
- e) Blöcke von Bächen verschleppt sind im Rinderbach vorhanden (10, 12);
- f) durch langsame Flyschrutschung verschleppt. Solche nicht sicher beobachtet (möglicherweise 4, 5, 6).

12. Horizontale Verbreitung auf dem Gebiet der Walenseekarte.

Nur in oder auf der Säntisdecke sicher, hier aber fast überall, wenn auch meist selten, vorhanden: in der Amdenmulde, zwischen Häderenberg und Goggeien und besonders in der mächtigen Fliegenspitzenmulde.

4. Vertikale Verbreitung der exotischen Blöcke im Churfirstengebiet.

Nach den vorangehenden Daten sind die exotischen Blöcke nicht auf ein bestimmtes Niveau im Flysch beschränkt, sondern gehen durch den mächtigen Flysch hindurch²⁾.

- a) Blöcke in höherem Niveau sind z. B. diejenigen südwestlich Rör, nordwestlich und nördlich des Fliegenspitze. Alle diese liegen vermutlich noch stratigraphisch tiefer als der Nummulitenkalk von Loch, im Mitteleocän eingebettet. Namentlich einleuchtend ist das eocäne Alter des exotischen Konglomeratnest-Lagers bei Punkt 1626 nördl. Fliegenspitze, das stratigraphisch zwischen dem Nummulitenkalk Punkt 1614 im liegenden und demjenigen von Loch im hangenden eingeschaltet ist. Die meisten Blöcke der oberen Wildhausthür stammen ebenso aus Flysch, der zwischen Nummulitenkalken liegt (vergl. Textfigur 23, pag. 75). Schon A. ESCHER hat im Juni 1857 in seinem Tagebuch IV, 120 m, 10, das Resultat notiert, dass nordwestlich des Leistkamm Ölkvarzite „unter den Nummuliten liegen“. Im Flysch des Fliegenspitzen Gipfels habe ich keine exotischen Blöcke gefunden.
- b) Blöcke in tieferem Niveau sind z. B. diejenigen am Ostende des Mattstock 1, 2, 3, am Nordfuss des Stock (pag. 89), am Farenstöckli 14, im Bach südwestlich Schwarzenegg.
- c) Es ist nun noch die wichtige Frage zu entscheiden, ob in unserem Gebiete exotische Blöcke und Begleiter auch schon im senonen, flyschartigen Mergel vorhanden sind.

Die schönen Aufschlüsse im Bach südwestlich Schwarzenegg lassen zwischen sicher kretazischem Leistmergel und Wildflysch mit Sedimentblöcken gar keine Grenze ziehen. Eine knorrig zerknitterte, ähnlich Wildflysch aussehende Partie befindet sich schon 60 m tiefer als die obersten Senon-

¹⁾ Diesen Block konnte ich nicht finden.

²⁾ Die folgenden Annahmen setzen voraus, dass der in Frage kommende Blockflysch der Säntisdecke angehört, was nicht bewiesen ist.

Petrefakten und enthält eine sandige, 30 cm dicke Kalklinse. Über der Fundstelle ändert sich der Mergel selbst zunächst kaum, ist jedoch voll von Sandsteinblöcken und Linsen. Kristalline, exotische Blöcke fand ich freilich erst höher oben im echten Flysch.

Noch wichtiger, aber wegen fast unzugänglichen felsigen Abrissen schwierig zu studieren, ist der Ostabhang des Fliegenspitzrückens bei Alpli. Es gelang mir, an ein schon von weitem mit dem Feldstecher beobachtetes bräunliches Band in den wilden, grauen Abrissen ostnordöstlich Punkt 1683 zu klettern, das mit etwa 5 m Mächtigkeit dem an dieser Stelle fast horizontal liegenden, grauen Leistmergel eingelagert ist. Es sieht genau aus wie der eocäne Wildflysch und enthält im bräunlichen Schiefer eingelagerte Linsen und kopfgrosse, runde Gerölle von grünem, grobkörnigem Quarzsandstein mit Glimmer und solche von braunem Sandstein.

Durch diese Beobachtung bin ich zu der Ansicht gelangt, dass bei Alpli Blöcke normal im senonen Leistmergel eingelagert sind. Den kristallinen Granit- und Quarzporphyr-Blöcken (17, 18) kann man ebenso wie den diese begleitenden Sedimentblöcken keinen anderen Ursprungsort zuschreiben, als den Leistmergeln, aus deren wilden Pleiggen sie erst vor kurzer Zeit niedergestürzt sein müssen.

Auch für den von ESCHER gefundenen Granitblock östlich Forenegg gibt es kaum eine Möglichkeit, ihn anderswo als aus dem anstehenden Senonmergel herzuleiten.

Mit dieser Auffassung rücken wir auch dem Verständnis der häufigen Blöcke aller Art näher, mit denen das ganze, grösstenteils langsam rutschende Schuttgebiet von Alpli überstreut ist. Wir fassen sie auf als Verwitterungsrückstand der gewaltigen Leistmergelmasse, die im Laufe der Jahrtausende an Stelle des heutigen Abrisszirkus ausgebrochen und geschlämmt wurde, so dass die Blöcke immer mehr angereichert wurden.

Wir gelangen also zu dem Resultat, dass kristalline, exotische Blöcke und ihre sedimentären Begleiter nicht nur im eocänen Flysch, sondern auch schon in der senonen Kreide auftreten.

Die exotischen Blöcke des Kartengebietes sind also in folgenden Schichthöhen verbreitet:

1. im senonen Leistmergel (in Wildflyschfazies) bei Alpli;
2. in den wie Wildflysch aussehenden oberen Grenzsichten der Leistmergel (Rinderbach, Alpli-Fliegenspitz, Fig. 27, pag. 91);
3. im unteren Teil des Flysch (Mattstock-Ostende, Nordfuss des Stock, Farenstöckli SW, Rinderbach, Nordrand der Zwingenruns?);
4. im mittleren und oberen eocänen Flysch (Blöcke westlich bis nördlich des Fliegenspitz, der Wildhausthur Fig. 23, pag. 75 ? u. a.).

Ausserhalb unseres speziellen Untersuchungsgebiets ist aber auch ein Fund von exotischem Habkerngranit in den Bürgenschichten gemacht worden, und zwar in der gleichen Sântisdecke bei Seewen¹⁾.

5. Horizontale Verbreitung der exotischen Blöcke.

Nachdem 1907 erkannt worden war, dass die exotischen Blöcke nicht an die tektonische Erscheinung der „Klippen“ gebunden sind, gab ich 1909 (Nummuliten und Flyschb. pag. 187—188) eine kurze Übersicht über die Verbreitung der exotischen Blöcke. Man hat sie jetzt in der Tat überall gefunden, wo überhaupt auf der Nordseite der kristallinen Alpen mächtiger Flysch vorhanden ist: Im Wildflysch der Glarneralpen massenhaft (J. OBERHOLZER), in den unteren helvetischen Decken noch fraglich (Churfürsten S), in den oberen helvetischen Decken (Sântis-

¹⁾ ARNOLD HEM: Über das Profil von Seewen-Schwyz und dem Fund von Habkerngranit im Nummulitengrünsand. Vierteljahrchr. d. nat. Ges. Zürich 1908.

decke, Rädertendecke, Drusbergdecke)¹⁾ im Senon und Mitteleocän, in der Satteldecke massenhaft (Bonvin-Plaine-morte, Zone des cols, Habkern), der Zone externe des Préalpes (Pléyades, Gurnigel), der grossen Decke der Préalpes médianes (Klippendecke) im Senon²⁾ und Wildflysch³⁾, und in der Brecciendecke⁴⁾.

Es soll hier noch im besonderen der Verbreitung der exotischen Blöcke der Säntisdecke in den östlichen Schweizeralpen gedacht werden.

Innerhalb des Kartengebietes haben wir exotische Blöcke ohne gesetzmässige Anordnung in allen drei Flyschzonen der Säntisdecke (Amdenermulde, Zone zwischen Häderenberg und Goggeien und Fliegenspitzmulde) gefunden. Die Fliegenspitzmulde setzt sich fort über Wildhaus und ins Vorarlberg. Vom Sommerikopf östlich Wildhaus hat A. ESCHER einen Granitblock und Breccien gefunden (geol. Samml. Polytechnikum Zürich). Im Säntiswerk „Beiträge“ 1905 ist leider über den mittleren und östlichen Teil des Säntisgebirges nichts über exotische Blöcke mitgeteilt. Zwar schreibt ERNST BLUMER pag 571 von der weiten Flyschgegend der Fähnern: „Das ganze Eocängebiet unserer Karte ist stellenweise enorm stark überstreut mit Flyschsandsteinblöcken. Es ist die Eiszeit gewesen, die vom Fähnerngipfel nach allen Seiten dieses Gestein getragen hat.“ A. ESCHER fand auch einen ölgrünen Quarzitblock (Tagebuch Xa, pag. 2168) und glimmerreiche Breccie. Handelt es sich vielleicht in der genannten Flyschgegend nicht eher zum grossen Teil um Blöcke, die als solche aus dem Flysch herausgewittert sind?

Exotische Blöcke sind schon lange aus dem Vorarlberg („Hohkastendecke“ E. BLUMER) bekannt (200 m³ grosser Granitblock bei Dornbirn), und neuerdings aus der „Algäu-Vorarlberger Flyschzone“ beschrieben⁵⁾. Die Deckenzugehörigkeit des Flysch muss jedoch noch im einzelnen Falle geprüft werden.

Der Aubrig (Kanton Schwyz), gehört nach ERNST BLUMER⁶⁾ ebenso zur Säntisdecke. Auf dessen Südseite habe ich 1904 bei Stäflen, besonders aber 1908 im Bärlaubach, von diesem verschleppt (z. B. oberhalb der Schräbrücke), unzählige, bis viele Kubikmeter grosse exotische Blöcke von polygenen Breccien aller Art, auch grüne Ölquarzite gefunden. Die vom Churfürstengebiet bekannten, gelben Dolomitbrocken finden sich wieder gemengt mit Quarz, grünen Partien, Gneiss- und Glimmerschieferbrocken, auch kupferfarbigem Psammitgneiss. Ferner fielen mir (wie am Mattstock Fig. 28, Nr. 5) besonders solche Blöcke auf, bei denen die eine Hälfte ein grobes, exotisches, polygenes Konglomerat oder eine Breccie, die andere damit verwachsene Partie hingegen ein feinkörniger Quarzit oder unscheinbarer, grauer Sandstein ist, wie er in ähnlicher Art auch in anstehenden Flyschbänken gefunden werden kann.

6. Zur Theorie der exotischen Blöcke.

a) Abtrennung der exotischen Blöcke von den „Klippen“.

Die Gesteine der exotischen Blöcke der nördlichen Schweizeralpen sind den helvetischen Alpen anstehend vollständig fremd und sind auch zum

¹⁾ Bei Illgau im Muotatal (Drusbergdecke) fand ich in den zahlreichen Bächen, die sich in mächtige, typische Leistmergel eingeschnitten haben, unzählige, z. T. gewaltige, exotische Blöcke, darunter aber kein einziges Klippengestein. Reine Silikate fand ich nicht, aber wieder die gleichen, mannigfaltigen, polygenen Breccien mit gelben Dolomitbrocken, und Konglomerate, darunter auch solche mit faustgrossen Geröllen von Kalk und Glimmerschiefer, ähnlich miocäner Nagelfluh; ferner grüne Ölquarzite und graue Quarzitbreccie wie in der Wildhausthur (pag. 92), während graue, unscheinbare Flyschsandsteine die grössten eckigen Blöcke (bis 50 m³) bilden.

²⁾ M. LUGON: Cailloux exotiques provenant du crétacique sup. (couches rouges) des Préalpes médianes. *Eclogæ geol. Helv.* 1909, Vol. X, N° 6, p. 739.

³⁾ C. SCHMIDT: *Eclogæ geol. Helv.*, Vol. IX, 1907, pl. 13.

⁴⁾ F. JACCARD: La région de la hrèche de la Hornfluh. *Bull. Lab. Géol. Lausanne* 1904.

⁵⁾ A. TORNQVIST: Die Algäu-Vorarlberger Flyschzone etc, *Neues Jahrb. f. M. G. P.* 1908.

⁶⁾ ERNST BLUMER: Zur Kenntnis des helvetischen Alpen-Nordrandes, *Vierteljahrsschr. d. nat. Ges. Zürich* 1907.

grossen Teil in den „Klippen“ unbekannt. Anderseits aber enthält der Flysch der „Klippen“ selbst die gleichen exotischen Blöcke wie der helvetische Flysch.

Sichere Klippengesteine im Flysch habe ich im Toggenburg-Walenseegebiet gar keine gefunden, abgesehen von dem kaum faustgrossen Kalkgerölle am Mattstock-Ostende, das als Klippen-Neocom gedeutet werden könnte.

Ebensowenig sind mir sichere helvetische Gesteine als Blöcke im Flysch bekannt geworden. Zwar sehen gewisse Kieselkalkblöcke (ebenso wie gewisse anstehende Kieselkalkbänke im Flysch) dem Neocom-Kieselkalk oft täuschend ähnlich (z. B. bei Alpli).

Allein bei dem vollständigen Fehlen von typischen Kreidegesteinen, wie Schrattenkalk oder Seewerkalk, wäre doch die Annahme von Neocomblöcken sehr gewagt.

Die kristallinen Blöcke sind z. T. sicher, z. T. höchst wahrscheinlich keine Gesteine der autochthonen Zentralmassive.

Wir sehen somit, dass die exotischen Blöcke weder direkt von den „Klippen“, noch von dem benachbarten, helvetischen Gebirge abgeleitet werden können.

Auch die durch QUERREAU¹⁾ von Iberg bekannt gewordenen, aus dem Flysch stammenden Blöcke sind die bekannten Breccien und sauren Eruptivgesteine, die den Klippen fehlen und „nur als Blöcke bis zu 3 m Grösse vorkommen“ (l. c. pag. 93).

In der den Churfürsten am nächsten liegenden Grabserklippe habe ich bis jetzt keine exotischen Blöcke gefunden, wohl aber wie auch bei Iberg massenhaft Klippenblöcke, die durch Verwitterung, Rutschung, Bachtransport und vor allem durch Gletscher verschleppt sind.

b. Welche Sedimentblöcke sind exotisch?

Als „exotisch“ wollen wir alle Gesteine bezeichnen, die weder der helvetischen, noch der präalpinen Facies angehören, deren genauer Ort der Herkunft also unbekannt ist²⁾. Während alle kristallinen Blöcke „exotisch“ sind, bleibt die Frage noch nicht entschieden, ob auch alle sedimentären Begleitblöcke als exotisch bezeichnet werden dürfen. Dass wenigstens die Breccien mit exotischen Bestandteilen und die Arkosen ebenso exotisch sind, wie die rein kristallinen Silikate, geht aus den allmählichen Übergängen zwischen beiden hervor; denn vielfach ist man im Zweifel, ob ein verwittertes Tiefengestein oder eine Arkose vorliegt, und die Arkosen und Breccien scheinen wieder durch alle Übergänge zu den weitaus häufigsten Sandsteinen überzuleiten.

Die gleichen Gesteine (besonders Gneisse, Glimmerschiefer), aus denen grosse, exotische Blöcke bestehen, finden wir in Breccien und Konglomeraten als Gemengteile wieder — aber umgekehrt findet man nicht alle Bestandteile der klastischen Gesteine als isolierte Blöcke. So fehlen z. B. Blöcke von gelbem Dolomit oder Kalk, der doch in den nördlichen Schweizeralpen als Bestandteil der Breccien überall zu finden ist.

Besonders interessant ist das Konglomeratnest nördlich des Fliegenspitz, das neben grossen Granit-, Gneiss-, Glimmerschiefergeröllen auch Quarzit und Glimmersandblöcke enthält (pag. 88). Man muss wohl daraus schliessen, dass diese Sedimentblöcke ebensogut exotisch sind, wie die damit vergesellschafteten Tiefengesteine. Wo immer kristalline Blöcke vorkommen, findet man auch Sedimentblöcke aller Art, und zwar meist in viel grösserer Zahl als die kristallinen.

Wir kommen also zu dem Resultat, dass ausser den polygenen Breccien, Konglomeraten und Arkosen, wenigstens ein Teil der übrigen Sedimentblöcke als exotisch aufzufassen sind.

Und doch können vielleicht kaum alle diese übrigbleibenden Sedimentblöcke als exotisch bezeichnet werden. Zwar fand ich, mit Ausnahme bei Unterwasser, nirgends zweifellos anstehende

¹⁾ E. QUERREAU: Klippenregion von Iberg. Beitr. zur geol. Karte der Schweiz n. F. Lfg. 3, 1893.

²⁾ CH. SARASIN: De l'origine des roches exotiques du flysch. Archives des sc. phys. et. nat. Genève 1894.

³⁾ Von „exotischen Regionen“ wird man besser nicht mehr sprechen.

Konglomerat- und Grobsandbänke, namentlich nicht die auffallenden, grobkörnigen Glauconitgesteine mit Quarz, Glimmer, Feldspäten; wohl aber findet man die in Blöcken so häufigen, feinkörnigen Sandsteine, sandigen Kalke, grauen Quarzite und Kieselkalke in ununterscheidbarem Aussehen in anstehenden Bänken im Flysch, und die grünen Ölquarzite fand ich ebenso, aber selten, in anstehenden Bänken oder in aus solchen zerrissenen Linsen.

Wenn wir die Identität mit gewissen anstehenden Flyschgesteinen anerkennen, so müssen wir aber auch zugeben, dass eine grosse Zahl der Blöcke im Flysch aus Flyschgesteinen¹⁾ bestehen. Die exotische Natur für alle Sedimentblöcke unserer Blockgruppe ist also fraglich.

b. Heimat der exotischen Gesteine.

Nach allem, was wir jetzt wissen, kommen die exotischen Gesteine der Schweiz nicht von Norden.

Herr Prof. Dr. GRUBENMANN hatte die Freundlichkeit, meine Sammlung exotischer Gesteine durchzusehen. Viele der kristallinen Gesteine der Ostschweiz stimmen, wie auch mein Vater bezeugt, überein mit Gesteinen der Silvretta-Gruppe (ostalpine Decke), wie z. B. die Nummern 1, 15, 17, 20 der Aufzählung pag. 96—99, auch sollen ähnliche Breccien an der Oberfläche des kristallinen Grundgebirges (Bodenkonglomerat) bei Ardetz und Fetan vorkommen.

Von keiner Seite aber werden die autochthonen Zentralmassive als Heimat der exotischen Blöcke der Zentral- und Ostschweiz angesprochen.

CH. SARASIN²⁾ glaubt mit aller Sicherheit die Heimat der kristallinen exotischen Gesteine von Habkern und der Präalpen in der Gegend Baveno-Lugano-Predazzo gefunden zu haben. Dementsprechend nehmen auch aus stratigraphischen Gründen verschiedene Autoren in der dinarischen Zone zur Kreide- und Alttertiärzeit Festland und intensive Gebirgsbildung an (PHILIPPI, FRECH, DIENER, KILIAN, UHLIG³⁾).

Die massenhaften, oft grünlichen, polygenen Breccien, die im Flysch so charakteristisch sind, schienen anstehend noch ganz unbekannt zu sein. Bei einer letzten Exkursion in das Gebiet des Fläscherberges und des Falknis war ich aber überrascht, lithologisch identische Breccien in der dem Malm angehörenden **Falknisbreccie** der Falknisdecke („Klippendecke“) wiederzufinden. Ich frage mich also, ob nicht die polygenen Kalkbreccien zum Teil Falknisbreccie seien⁴⁾.

Die Heimat der exotischen Blöcke der nördlichen Schweizeralpen muss somit in ursprünglich südlichen Zonen der Alpen gesucht werden.

c. Verschiedene Ansichten.

Schon A. ESCHER und B. STUDER war es klar, dass die exotischen Blöcke nicht aus der Tiefe kommen. Zur Erklärung der „Klippen“ und exotischen Blöcke wurde die geistreiche Hypothese eines jetzt versunkenen „vindelicischen“ Randgebirges zwischen Molasse und Alpen aufgestellt. Sie stammt eigentlich schon von KONRAD ESCHER v. d. LINTH, und wurde von B. STUDER, GÜMBEL und BACHMANN ausgebaut.

Nach der Hypothese von H. SCHARDT 1898⁵⁾, dem wir die für unsere heutigen Anschauungen grundlegende Überschiebungstheorie der Préalpes und „Klippen“ aus Süden verdanken, sind die

¹⁾ E. RENEVIER: Monographie des Hautes-Alpes vaudoises (Beiträge Lfg. 16, 1890, pag. 431 und 440) hat in polygenen Konglomeraten und Breccien Nummuliten gefunden.

²⁾ CH. SARASIN: De l'origine des roches exotiques du Flysch. Arch. des Sc. phys. et. nat., Genève 1894.

³⁾ Die krist. exot. Gesteine sind jedenfalls sehr alt (prätriasisch), da solche schon in Lias, Dogger und Malm gefunden worden sind (GILLÉRON 1885, GEYER, UHLIG, SCHMIDT).

⁴⁾ Schon im Jahr 1907 machte mich mein Freund Dr. P. ARBENZ auf die Ähnlichkeit der Flyschbreccien mit der Falknisbreccie aufmerksam.

⁵⁾ H. SCHARDT: Les régions exotiques du versant nord des Alpes suisses. Bull. soc. vaudoise des sc. nat. 1898.

exotischen Blöcke „des éboulements tombés dans le Flysch“ an der Stirn der nach Norden in das Flyschmeer vordringenden „exotischen“ Decken. Die exotischen Blöcke werden mit den Klippen zusammen als „régions exotiques“ bezeichnet.

Von diesser Auffassung weicht prinzipiell ab die rein tektonische Erklärung von H. DOUVILLÉ 1900¹⁾ und E. HAUG 1906²⁾, welche die exotischen Blöcke (Habkern) einer „nappe des blocs exotiques“ zuschreiben. DOUVILLÉ bemerkt jedoch in der Fortsetzung der genannten Arbeit 1903 vom Glacialtransport: „la chose n'est pas impossible“.

Ich habe in „Eclogae“ 1907 eine Reihe von Gründen angeführt, welche die neuere Auffassung SCHARDTs widerlegen und die schon von FAYRE 1867, SUKSS 1875, SCHARDT 1884, RENEVIER 1890 und SARASIN 1894 angenommene Hypothese der Verfrachtung auf Treibeis im Flyschmeer als am ehesten den komplizierten Tatsachen entsprechend hinstellen.

Seither sind zwei Arbeiten von A. TORNQVIST³⁾ über die Allgäu-Voralberger Flyschzone erschienen, worin der genannte Autor den von mir geäusserten Ansichten in manchen Punkten zustimmt, in anderen zu abweichender Auffassung gelangt.

SCHARDT, CH. SARASIN, TORNQVIST und ich kamen zur Ansicht, dass die exotischen Blöcke im Flyschmeer deponiert seien und aus Regionen südlich der autochthonen Zentralmassive stammen.

Zur Auffassung des Transportes der exotischen Blöcke auf Treibeis des Flyschmeeres entgegnet A. TORNQVIST⁴⁾ (l. c. 1907, p. 598) folgendermassen:

„Ohne zu dieser durch sonstige Vorstellungen wohl sicher eher zu widerlegenden als zu bekräftigenden Ansicht hier ausführlich Stellung zu nehmen, weil es sich nur um eine mehr oder weniger spekulative Diskussion handeln könnte, möchte ich doch meine oben vorgetragene Anschauung, dass die Blöcke und die vorwiegend oder rein kristallinen Flyschconglomerate die in den Flysch zur Zeit seiner Bildung gestürzten Oberflächenbedeckungen bestimmter alpiner Decken darstellen, für entschieden wahrscheinlicher halten. Erstens sind diese Exotika nachweislich in ganz bestimmten Zonen der Flyschsedimente eingelagert, welche jeweils dem äusseren Stirnrande der höheren Decken entsprechen würden, und zweitens sind ausser der isolierten Einlagerung der grösseren Blöcke niemals irgendwelche Glacialerscheinungen auf oder in Verbindung mit den Blöcken beobachtet worden.“

In bezug auf das letztere erinnere ich an die „surfaces polies et striées“ wie Gletscherschliff, die SCHARDT⁵⁾ 1884 gefunden hat. Wenn keine weiteren Gletscherschliffe mehr gefunden worden sind, so ist das kein Beweis gegen Treibeisverfrachtung, wie auch SCHARDT damals schon richtig hervorgehoben hat.

Das erstere ist nicht zutreffend. Die „Exotica“ sind nicht in ganz bestimmten Zonen der Flyschsedimente eingelagert, und namentlich nicht nur am äusseren Stirnrande der höheren Decken vorhanden, wie oben gezeigt wurde.

Die Hypothesen von SCHARDT 1898 und TORNQVIST verlangen ein zwar bewegliches, aber stets nahes Festland. Nach dem was wir aber bis jetzt wissen, scheint das Flyschmeer kontinuierlich die jetzigen Alpen über das Aarmassiv hinüber und vielleicht bis zur Wurzelregion der höchsten Decken überflutet zu haben; wir kennen keine südliche Küste. Auch kennen wir keinen Felsgrund, von dem — wie man vom boischen Massiv glaubte — von unten herauf die Blöcke hätten aufgearbeitet werden können; sie liegen in und auf marinem Schlamm. Nirgends ist in den Schweizeralpen Flysch direkt primär auf kristallinem Grundgebirge liegend bekannt, wie etwa auf der Ostseite

¹⁾ H. DOUVILLÉ: Observations géologiques dans les environs d'Interlaken. Bull. Soc. géol. France 1900 pag. 57—63 und 1903 pag. 206.

²⁾ E. HAUG: Les nappes de charriage des Alpes calcaires septentrionales. Bull. Soc. géol. Fr. 1906, pag. 366—367.

³⁾ A. TORNQVIST: Vorläufige Mitteilung über die Allgäu-Voralberger Flyschzone. Sitzungsber. d. kgl. preuss. Ak. d. W. 1907: Die Allgäu-Voralberger Flyschzone und ihre Beziehung zu den ostalpinen Deckenschüben. Neues Jahrb. f. M. G. P. 1908.

⁴⁾ Am Schlusse der Arbeit von A. TORNQVIST 1907 steht das gesperrt gedruckte Resultat, dass die exotischen Blöcke „jungtertiäre Schuttmassen“ seien. Nach frdl. brieflicher Mitteilung von Herrn Prof. TORNQVIST sollte es heissen *alttertiär*.

⁵⁾ Pays d'Enhaut. Bull. Soc. Vaudoise Sc. nat. 1884, t. XX, p. 28—29.

des Pelvoux (KILIAN); er liegt vielmehr stets auf marinen Sedimenten, die ausgeglättet eine Zone von vielleicht über 200 km Breite und über 1000 km Länge bilden¹⁾. Wie sind nun mitten in diese Fläche von Sedimenten hinein bis hausgrosse Blöcke von allen Arten und Formen gelangt?²⁾

Wenn im Sinne von A. TORNSQVIST unsere exotischen Blöcke „ursprünglich die intakte Allgäuer Schubmasse in Form von Schottermassen bedeckt“ hätten und „über den Stirnrand zum Teil durch Abspülung hinübertransportiert“ worden und „in den Flysch hineingelangt“ wären — wäre dadurch das Hineingelangen von bis hausgrossen Blöcken fern vom Ufer erklärt? Jedenfalls würde man hier wieder auf die gleiche Schwierigkeit gelangen, mit „Spülen“ nichts ausrichten und wieder zum Eis die Hände strecken müssen³⁾. Das Gleiche gilt auch für die in Anlehnung an den Gedanken TORNSQVIST's hier aufgestellte Hypothese, welche die exotischen Blöcke vom Oberflächenschutt des noch nicht überschobenen Flyschlandes ableitet. Oberflächenschutt in Form der exotischen Blöcke könnte auch wieder nur durch Glacialtransport erklärt werden.

An dieser Stelle darf noch an die Worte von ED. SUSS erinnert werden, der schon 1875 weitblickend nicht nur die exotischen Blöcke im Flysch des Alpensystems als „eisgetragen“ bezeichnet, sondern auch die fremden Blöcke im Rotliegenden, dem Jura Schottlands, dem Cenoman von Cambridge, der weissen Kreide — als Eisdrift vermutet und fortfährt: „Allerdings ist dabei wohl zu beachten, dass das Erscheinen von Driftblöcken noch keineswegs ein sicherer Beweis für ein allgemeines Herabsinken der Temperatur ist, sondern dass im Gegenteile ihr Auftreten selbst bis in die Breite von Unteritalien bei veränderter Verteilung von Wasser und Land auch unter den heutigen Temperatur-Verhältnissen⁴⁾ denkbar wäre⁵⁾“.

e. Welche Erscheinungen kann die Hypothese der Eisdrift erklären?

Alle bisher bekannten Beobachtungen der kristallinen exotischen Blöcke der östlichen Schweizeralpen sind durch Eisdrift verständlich, und ganz besonders die Konglomeratnester⁶⁾, Breccien und die grosse Glimmerschieferplatte am Mattstock-Ostende, die konkordant im Schiefer eingelagert ist. Sie erklärt namentlich auch die im kleinen vollständig gesetzlose Anordnung nach Grösse, Form und Gesteinsart, das nebeneinanderliegen vollkommener Gerölle mit scharfkantigen Blöcken, der härtesten Gesteine mit weichen Mergelblöcken (Préalpes nach SCHARDT, Vorarlberg nach TORNSQVIST), überhaupt die regellose Vergesellschaftung von Silikatgesteinen mit Sedimentblöcken. Die besonders im Seelibach beobachteten Grobsandschlieren mit Feldspäten, fast plötzlicher Gesteinswechsel in der Schichtebene im kleinen, Arkosematerial mit pigmentärem Glauconit verkittet, könnten als niedergefallener Schutt von kalbendem Treibeis betrachtet werden. Ähnliche Erscheinungen, Übergänge von Granit zu den umhüllenden Sedimenten, hat schon KAUFMANN⁷⁾ im Gebiet von

¹⁾ Wie STURER schon vor bald 100 Jahren wusste, kommen exotische, habkernartige Granite auch im Flysch des Apennin vor, und in den Karpathen reichen sie nach ULLIG viel weiter nördlich, als eine ostalpine (subaltrische) Decke je gereicht hat.

²⁾ Über die gegenwärtigen Transportmöglichkeiten von Blöcken im Meer vergleiche man die Zusammenstellungen von

CH.-LYELL: Principles of Geology. London 1872, Bd. II, pag. 359–384.

J. WALTHER: Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft. Jena 1893, III. Teil, pag. 352, seq.

J. FELIX: Über einige norddeutsche Geschiebe. Sitzungsbericht d. nat. Ges. Leipzig, 1903/04, pag. 9–16.

³⁾ Auf pag. 68 der zit. Arbeit TORNSQVIST's 1908 steht, dass ich die exotischen Blöcke in den Flysch „hineingespült“ haben wolle, wovon ich aber nie gesprochen habe.

⁴⁾ Nach J. WALTHER 1891, E. PHILIPPI 1907, L. W. COLLET 1907 sind kristalline Blöcke z. T. mit Gletscherschliff im Atlantic bis zu 33° nördl. Breite, a. a. O. sogar bis gegen den Äquator gedredgt worden.

⁵⁾ Als ich 1907 (Eclogae p. 421) den gleichen Gedanken in andern Worten aussprach, waren mir diese Worte noch nicht bekannt, die SUSS schon 1875 in seiner „Entstehung der Alpen“ geschrieben hatte.

⁶⁾ Vergl. die Zeichnung Nr. 3 in QUEREAU, Klippenregion von Iberg. Beiträge zur geol. K. d. Schw. n. F. Lfg. III, 1893, p. 24.

⁷⁾ F. J. KAUFMANN: Über die Granite von Habkern. Verh. d. k. k. geol. Reichsanstalt, 1871, pag. 263.

„ „ „ „ „ Verh. d. allg. schweiz. nat. Ges. Bern, 1878, p. 92.
Beiträge zur geol. Karte d. Schweiz Lfg. 24, 1886.

Habkern beobachtet, so dass er dazu verleitet wurde, die Granitblöcke als sedimentäre, im Meer gewachsene Blöcke zu deuten.

Während im Sernfgebiet des Glarnerlandes die Wildflyschfacies mit exotischen Blöcken nur den oberen Hauptteil der Flyschgruppe einnimmt, beginnt in südlichen Zonen der helvetischen Facies (Churfürsten) und in den Präalpen (Klippendecke) die Wildflysch-Blockfacies schon in der oberen Kreide, und die problematische Grenzregion von Kreidemergeln und eocänem Wildflysch ist oft durch einen besonderen Reichtum an exotischen Blöcken ausgezeichnet. Auch diese Erscheinung liesse sich mit der Eisdrift-Hypothese erklären, wenn man annehmen würde, dass das Treibeis in früheren Zeiten von Süden her kaum bis zum jetzigen Aarmassiv gelangte, im Mitteleocän aber diese Zone nördlich überschritt. Zwar lässt sich nicht läugnen, dass eine Schwierigkeit darin besteht, dass vom Senon an bis ins Mitteleocän gleiche Treibeis-Strömungen angenommen werden müssten, obwohl wir doch von der langen Zeit des Untereocän gar keine marinen Ablagerungen kennen und in den der obersten Kreide angehörenden zentralschweizerischen Wangschichten noch keine exotischen Blöcke bekannt geworden sind. In den beskidischen Decken der Karpathen sind zudem exotische Blöcke schon in der Unterkreide häufig, und man kennt auch solche aus noch älteren Formationen.

Schwer verständlich ist das Vorkommen von Blöcken aus Flyschgestein.

f. Welche Erscheinungen kann die Hypothese der Schutteinwicklung erklären?

Gerade die oben genannten Erscheinungen, die durch die Eisdrift schwer verständlich sind, bieten die Stütze der Schutteinwickelungs-Hypothese. Sind die exotischen Blöcke eingewickelter Oberflächenschutt, so liegt auf der Hand, dass auch die an der damaligen Oberfläche entstandenen Blöcke aus Flyschgestein miteingewickelt wurden; auch die lokalen Wildflyschzerknitterungen werden verständlicher. Ganz besonders einleuchtend wird nun das Vorkommen exotischer Blöcke im Senonmergel (und in älteren flyschartigen Bildungen) und das Fehlen solcher in den kompakteren Wangschichten. Die Oberfläche war vielleicht vor der Haupt-Alpenfaltung eine Fastebene; die eben endgültig aus dem Wasser getauchten Flyschbildungen wurden in unseren Gegenden unregelmässig bis auf das Senon abgetragen, mit Schutt (Moränen?) überdeckt und dann tektonisch eingewickelt.

Dagegen muss betont werden, dass die exotischen Blöcke nicht lokal nach eingewickelten Streifen geordnet aussehen, sondern unregelmässig durch den Flysch hindurchgehen, dass die konkordant eingelagerte Platte am Mattstock-Ostende durch Einwicklung unverständlich ist und für den zwar nur faustgrossen Einschluss von Habkerngranit in den kompakten Bürgenschichten bei Seewen eine tektonische Einwicklung ganz ausgeschlossen ist.

g. Übersicht über die bisherigen Hypothesen.

Auf eine allgemeine geschichtliche Darstellung der früheren Ansichten über exotische Blöcke der Schweizeralpen kann verzichtet werden, indem ich auf die treffliche kurze Darstellung mit Literaturnachweis von G. GEYER¹⁾ verweise. Ich erwähne hier nur die Hauptrichtungen²⁾.

Die exotischen Blöcke sind

I. Im Flyschmeer abgelagert, und zwar:

- a) durch eruptive Vorgänge in den Flysch gelangt (STUDER 1829, 1834; FUCHS 1877; C. SCHMIDT 1887 z. T.);
- b) durch Abrasion von der Küste eines kristallinen Gebirges am Nordrand der Alpen (vindelizisches Gebirge GÜMBEL) in den Flysch gelangt (STUDER 1853, 1866; BACHMANN

¹⁾ G. GEYER: Über die Granitklippe mit dem Leopold v. Buch-Denkmal im Pechgraben bei Weyer. Verh. d. k. k. geol. Reichsanstalt Nr. 17 u. 18. Wien 1904, pag. 377—383.

²⁾ Diese Einteilung mag z. T. fehlerhaft sein, weil die vielfach konfusen Erörterungen über die an sich schwierigen Verhältnisse leicht missverstanden werden können.

1863; ESCHER v. D. L. 1868 z. T.; C. BRUNNER 1857; GÜMBEL 1894; DIENER 1891, 1903; ROLLIER 1907 z. T.);

- c) konkretionäre Bildungen des Flyschmeeres (F. J. KAUFMANN 1860, 1871, 1878/79 z. T.);
- d) durch Gletscher oder Treibeis ins Flyschmeer verschleppt (FAVRE 1867; ARNOLD ESCHER v. D. L. ¹⁾; ED. SUSS 1875; SCHARDT 1884 ²⁾ (1887); RENEVIER 1890; SARASIN 1894; ARNOLD HEIM 1907);
- e) an der Stirn der vordringenden „exotischen“ Decken ins Flyschmeer abgestürzt (SCHARDT 1898, 1902 ³⁾);
- f) Oberflächengerölle der ostalpinen Decken, in das Flyschmeer abgespült (TORNQVIST 1907, 1908).

II. Bei der Deckenbewegung tektonisch abgeschürft und in den Flysch geknetet:

- a) von den Klippen- (und ostalpinen) Decken abgeschürft (SCHARDT 1898 z. T.; DOUVILLÉ 1900; HAUG 1906; STEINMANN? 1907; UHLIG 1907 für Karpathen z. T.);
- b) von der autochthonen Unterlage abgeschürft (UHLIG 1907, 1908, und PETRASCHECK 1908 für die Karpathen).

III. Oberflächenschutt des alpinen Senon- und Flysch-Festlandes, bei der späteren Faltung und Deckenbewegung eingewickelt. In dieser Arbeit aufgeworfene und vorläufig diskutierte Frage.

* * *

Während alle genannten Autoren ⁴⁾ die exotischen Blöcke mit denen der „Klippen“ gemeinsam behandeln, betrachte ich diese als eine Erscheinung, die nicht an die Entstehung der „Klippen“ gebunden ist.

h. Widerlegungen.

Es sollen der Reihe nach in Kürze die Hauptrichtungen kritisiert werden:

- 1a) Die Ansicht, dass die exotischen Blöcke durch Eruptionen in das Flyschmeer gelangt seien, ist gänzlich verlassen und braucht nicht weiter widerlegt zu werden.
- b) Die exotischen Blöcke liegen oft isoliert in Tonschiefern oder Mergeln, die fern von der Küste abgelagert wurden, z. T. sogar bathyale Sedimente sind (Leistmergel). Durch Abrasion allein können keine grossen Blöcke fern von der nächstmöglichen Küste isoliert in Flysch hineingelangt sein, auch nicht vom sogenannten „vindelizischen Gebirge“ her (ROLLIER 1907).
- c) Die scharfsinnigen Beobachtungen KAUFMANN'S ⁵⁾ (1860—1886) von lithologischen Übergängen der Habkerngranite in das umhüllende Sediment haben den genannten Autor zu der Ansicht einer neptunischen Entstehung von Granit geführt. Heute bedarf es keiner weiteren Gründe zur Widerlegung dieser Ansicht.

¹⁾ Die Ansicht von einer vermutlichen Eiszeit zur Flyschzeit und glaciale Transport der exotischen Blöcke hatte ESCHER v. D. LINTH nach Mitteilung meines Vaters in seinen Vorlesungen an Polytechnikum und Universität Zürich klar besprochen.

²⁾ H. SCHARDT: *Études sur le Pays d'Enhaut Vaudois*. Bull. Soc. Vaudoise Sc. nat. 1884, t. XX, p. 27.

³⁾ H. SCHARDT: (Les régions exotiques du versant Nord des Alpes Suisses; Bull. Soc. Vaudoise Sc. nat. 1898, p. 205—211), versucht zu unterscheiden zwischen exotischen Breccien, Blöcken und Klippen, kommt aber zum Schlusse (pag. 210), dass die exotischen Blöcke auch „Klippen“ sein können.

⁴⁾ Mit teilweiser Ausnahme von A. TORNQVIST.

⁵⁾ F. J. KAUFMANN: Referat in Verh. d. allg. schweiz. nat. Ges. 1878, p. 92.

- d) A. FAVRE¹⁾ hat schon 1867 die massenhaften exotischen Gerölle des Mont Vouant in Savoyen als „blocs erratiques de l'époque éocène“ bezeichnet. RENEVIER²⁾ schreibt 1890 mit begeisterten Worten von der Glacialtheorie der exotischen Blöcke: ... „elle s'impose maintenant à moi, comme la seule explication rationnelle de ces deux faits patents: l'abondance des blocs anguleux et cristallins, d'une part, l'absence de faune malacologique littorale, d'autre part“.

SCHARDT nahm 1884 zwar nicht wie RENEVIER an, dass die exotischen Blöcke direkt von Gletschern in einem Fjord abgelagert, sondern eher durch weithin geschwommenes Treibeis verfrachtet wurden. Diese Hypothese ist bis zur Stunde noch nicht widerlegt worden.

- e) Die Ansicht von SCHARDT 1898, der die „exotischen“ Decken zu Beginn der Oligocänzeit wandern lässt, fällt durch die Tatsache, dass die alpinen Decken jünger sind als das Lager der exotischen Blöcke, dessen Alter nach FAVRE und SCHARDT³⁾ selbst eocän ist. SCHARDT hat neuestens seine Ansicht von 1898 selbst aufgegeben, indem er, meiner Auffassung entsprechend, den Beginn der alpinen Dislocation ins Miocän und die „Überschiebung des Alpenkörpers“ ins Pliocän stellt⁴⁾.
- f) Das gleiche gilt für die Ansicht von A. TORNQVIST, der selbst primär sedimentierte, exotische Blöcke im „Seewermergel“ (Senon) entdeckte, aber trotzdem zu der Ansicht gelangt, dass die exotischen Blöcke von der Höhe der ostalpinen Decken hinab ins Flyschmeer gespült worden seien.
- II a) Der rein tektonischen Ableitung der exotischen Blöcke durch Abschürfen und Einschieben in den Flysch stehen heute so viele Tatsachen entgegen, dass hier von einer Widerlegung abgesehen werden kann⁵⁾.
- b) Die von UHLIG für die Karpathen gemachte Annahme, dass die exotischen Blöcke auf einer alten, verwitterten Oberfläche des kristallinen Grundgebirges durch die Decken vor sich hergeschoben wurden, fällt für die Schweizeralpen ganz ausser Betracht, da das kristalline Grundgebirge von mächtigen mesozoischen, blockfreien Sedimenten bedeckt ist.
- III. Die Beantwortung der in dieser Arbeit aufgestellten Frage, ob die exotischen Blöcke als eingewickelter Oberflächenschutt betrachtet werden können, bedarf weiterer Nachforschungen über ausgedehnte Gebiete.

Die übrig bleibenden Hypothesen Id und III lassen sich somit auf Grund der bis jetzt bekannten Tatsachen noch nicht widerlegen; da sie aber auch keine befriedigende Lösung des Problems der exotischen Blöcke bringen, werden sie mit der Zeit durch neue Ideen zu ersetzen sein.

* * *

„Solange es noch möglich ist, bei der Erklärung eines physischen Phänomens gleichsam eine Wahl zwischen mehreren Erklärungsarten zu gestatten, fehlt offenbar eine grosse Beobachtungsreihe in der Kenntnis dieses Phänomens, und wir können diese Kenntnis nicht eher für vollständig und erschöpfend halten, als bis eine fortgesetzte Reihe von Tatsachen alle möglichen fremden Ursachen ausschliesst und nur eine zulässt, die dann notwendig die wahre sein muss“. LEOPOLD VON BUCH.

¹⁾ A. FAVRE: Recherches géol. dans les parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse. Paris. II. Bd., p. 10.

²⁾ E. RENEVIER: Monographie géol. des Hautes Alpes Vaudoises. Beitr. zur geol. Karte d. Schweiz, Lfg. 16, 1890, pag. 458.

³⁾ FAVRE ET SCHARDT: Préalpes. Beitr. zur geol. K. der Schw., Lfg. 22. 1887, pag. 180.

⁴⁾ H. SCHARDT: Geographisches Lexikon der Schweiz 1906, Bd. IV, Formationstabelle Schweiz, Lfg. 182.

⁵⁾ Dass es ausserhalb unseres Gebietes solche tektonische kristalline Blöcke gibt, soll deshalb nicht in Abrede gestellt werden. Man vergleiche

W. v. SEIDLITZ: Sur les granites écrasés des Grisons, etc., C.-R. Ac. d. Sc., Paris. 11. April 1910.

7. Anhang. Vergleich der exotischen Blöcke der Ostschweiz mit denen der Karpathen.

Die neuen Arbeiten von V. UHLIG¹⁾ und K. WÓJCIK²⁾ ermöglichen eine Einsicht in die Gleichheit und zugleich Verschiedenheit beider Gebiete.

UHLIG nimmt die Bezeichnung exotisch im weiteren Sinne und unterscheidet (l. c. p. 48) in der Kreide und dem Alttertiär der nördlichen Karpathenzone (subbeskidische und beskidische Decke) die folgenden drei Arten von Blöcken:

1. „Sudetische oder ausserkarpathische Vorlandsblöcke“, vom autochthonen, hercynisch-variscischen Grundgebirge herstammend, das unter der subbeskidischen und beskidischen Decke der Karpathen liegt.
2. „Beskidisch-karpathische Klippenblöcke.“
3. „Kryptotope Blöcke“, d. h. Blöcke unbekannter Herkunft.

Folgende Zusammenstellung mag als Vergleich dienen:

	Karpathen (nach UHLIG 1908)	Ost- und Zentralschweiz
Exotische Blöcke.	1. Sudetische oder ausserkarpathische Vorlandsblöcke, häufig (Przemysl).	Blöcke vom hercynisch-variscischen Vorland (Schwarzwald-Vogesen-Aarmassiv) fehlen.
	2. Beskidisch-karpath. Klippenblöcke; Blöcke der beskidischen und subbeskidischen Facies, „Klippenblöcke“ häufig. Blöcke der inneren Karpathen?	Mesozoische Blöcke der helvetischen Facies im Flysch sind mit Ausnahme eocäner unbekannt. Blöcke der präalpinen „Klippen“ und ostalpinen Facies oder „Klippenblöcke“ unter den exotischen Blöcken unbekannt.
	3. Kryptotope Blöcke häufig, in Kreide und Eocän der subbeskidischen-beskidischen Facies und der pienninischen Klippenzone.	Exotische Blöcke s. str. massenhaft, in Oberkreide und Eocän der helvetischen und präalpinen („Klippen“-)Facies.

Während UHLIG sich in seiner Nomenklatur an die bisherigen Beschreibungen eng anschliesst, und die Bezeichnung „exotisch“ im weiteren Sinne auch für die Blöcke bekannter Faciesabstammung beibehält, bezeichne ich für die Schweizeralpen nur die kryptotopen Blöcke als exotisch: denn vortertiäre Blöcke bekannter Facieszugehörigkeit sind noch nicht gefunden worden.

Entsprechend der verschiedenen Abstammung sind in den Karpathen die Blöcke häufiger in der subbeskidischen Decke (d. h. dem nördlichsten Faciesgebiet der Karpathen) als in der beskidischen, während sie in der Schweiz eher nach südlicheren Faciesbezirken häufiger werden.

Über die Art des Transportes spricht sich UHLIG ganz in tektonischem Sinne aus und erklärt die grösseren Blöcke als durch die Deckenüberschiebungen abgerissene „Scheerlinge“³⁾. Dabei wird unterschieden zwischen aufgeschürften Stücken des autochthonen Untergrundes und Fetzen der Decken selbst. Die ersteren erscheinen der Deckenbewegung gegenüber passiv,

¹⁾ V. UHLIG: Die karpathische Sandsteinzone und ihr Verhältnis zum sudetischen Karbongebiet. Mitteilungen der geol. Ges. Wien. I, 1908, pag. 36 - 70.

²⁾ K. WÓJCIK: Exotische Blöcke im Flysch von Krubel Wielki bei Przemysl. Bull. de l'Acad. des Sciences de Cracovie 1907, pag. 499—527.

³⁾ Für den Carbon-Riesenblock mit Steinkohlenbergbau von Hustopetsch (STRUB, Jahrb. d. k. k. g. R. 1890, pag. 5) ist wohl kaum eine andere Erklärung als die eines „Scheerlings“ vom autochthonen Untergrund denkbar. Allein die Mehrzahl der kleineren sudetischen Blöcke, die sich wirklich als tektonisch geschleppt bekunden sollen, liessen sich natürlicher als schon vor der Deckenbewegung lose liegende Oberflächenblöcke auffassen, die dann einfach mitgeschleppt wurden, ohne vorher abgescheert werden zu müssen. So wäre vielleicht an Stelle von „Scheerlingen“ besser die neutralere Bezeichnung „Schürflinge“ zu setzen.

die letzteren gehören selbst zum bewegten, es sind „lames de charriage“. „Die sudetischen Riesenblöcke, namentlich die der Karbonformation, können wohl keine andere Bedeutung als die von „Scheerlingen“ haben. Es sind Stücke des Untergrundes, die bei der Überschiebung der Sandsteinzone durch die vorrückenden Massen abgescheert, in die überschobenen alttertiären Tone eingewickelt und mit vorgeschoben wurden.“ (UHLIG l. c. p. 49—50.)

Allein die scharfsinnigen Beobachtungen mit Zeichnungen von WÓJCİK machen wenigstens teilweise ganz den Eindruck primärer Einlagerung im Flysch, und WÓJCİK betont selbst ausdrücklich (l. c. pag. 521), dass die vollkommen gerundeten Blöcke „nicht auf tektonischem Wege in den Flysch gelangt“ sind. Das sporadische Auftreten sowohl von grossen Geröllen als auch von scharfeckigen, nicht tektonisch aufgeschürften Blöcken in durch die Einlagerung ungestörten Tonen und Mergeln in verschiedenen Schichthöhen wirft auch hier die gleichen Fragen auf, die für die schweizerischen Vorkommnisse erörtert wurden. Durch Meerbrandung können diese Blöcke nicht in das umhüllende Sediment gelangt sein.

Wären die grösseren „sudetischen“ Blöcke alle „Scheerlinge“, so müssten sie an die Basisteile der Überschiebungen gebunden sein, und könnten nicht im hangenden der Decken vorkommen.

Die kryptotopen Blöcke in Kreide und Eocän der pieninisch-tatratischen Zone lassen sich nach dem Profil von UHLIG (l. c. Fig. 3, Taf. I) nicht als vom autochthonen Untergrund abgeschürft, und wohl auch nicht als Überschiebungsfetzen (lames de charriage) betrachten.

So scheint mir demnach die Frage noch nicht entschieden, ob nicht auch in den Karpathen bei erneuter Prüfung jedes einzelnen Vorkommnisses grosse Blöcke primärer Einbettung oder tektonisch eingewickelter Oberflächenschutt von Schürflingen unterschieden werden könnten.

In den Schweizeralpen ist die Ableitung der exotischen Blöcke als Schürflinge vom autochthon-variscischen Untergrund in doppeltem Sinne ausgeschlossen:

1. ist das kristalline Gebirge von Sedimenten bedeckt (zu vergleichen mit der Überlagerung des Schlier auf dem Karbon des unter die Karpathen einfallenden sudetischen Vorlandes);
2. liegt der blockführende Flysch oder das Senon überall auf einer mächtigen Sedimentfolge, die keine Blöcke enthält.

Die verblüffenden Übereinstimmungen und zugleich die vielen Verschiedenheiten der exotischen Blöcke weit entlegener Gebiete werden die Zukunft noch lange beschäftigen, bis für das komplexe Problem eine allseitig befriedigende Lösung gefunden sein wird.

Fauna, Alter, Facies der Flyschgruppe. — Landschaftlicher Charakter.

1. Flyschprofile.

In dem tektonisch komplizierten und zur Fältelung und Verschiebung so leicht geeigneten Material kann kein einziges weiter zusammenhängendes normales Profil mit Sicherheit festgestellt werden. Die Schichtfolge des Flibachgebietes ist bereits auf Seite 63 zusammenfassend dargestellt. In der Sântisdecke ist vielleicht normal das

Profil Rinderbach-Fliegenspitz.

Über dem Leistmergel folgt anscheinend in allmählichen Übergängen der typische Wildflysch:

- a) bei Kurve 1400 m graue und schwarze Mergel mit Blöcken von grünen Quarziten und grünsandigem Kalk, gefältelt. Schlecht aufgeschlossen.
- b) bei zirka 1415 m dichte Kalk- und Quarzitbänke von 30—40 cm mit Schieferzwischenschichten; daran liegend
- c) zirka 20 m grünliche Mergel mit roten Schmitzen¹⁾, gequält, dann blutrote Mergel mit grünen Schmitzen und kleineren Blockeinschlüssen von tief grüner, feinkörniger, polygener, glimmerhaltiger

¹⁾ Die hier folgenden Bemerkungen ergänzen das auf p. 70 über die roten Mergel mitgeteilte. Die grossen Wassermengen im Juni 1910 erzeugten neue Aufschlüsse.

Breccie, zirka 45° SE fallend; brausen mit verd. HCl. (Diese roten Mergel reichen, wie in der Walenseekarte angegeben, genau bis zur Bachverzweigung.) Übergang in

- d) zirka 30 m grünlichgraue Flyschmergel, SE einfallend
- e) 10 m? blutrote und grüne Mergel, schlierig ineinandergreifend, schlecht aufgeschlossen im rechten, östlichen Bachzweig bei Kurve 1440.
- f) zirka 250 m Wildflysch. Dunkle Schiefermergel mit dichten Kalkbänken (letztere z. T. mit gelblicher Rinde, inwendig hellgrau, absolut dicht, mit feinen Chondriten), auch mit Bänken von Sandstein, sowie Kieselkalk mit sonderbaren Schichtfiguren auf der verwitterten Querfläche; viele grüne Quarzit- und Breccienblöcke im Flyschmergel eingeknetet; auch dünnere quarzitisches Linsen im Schiefer.
- g) 20 m? Zwischenlage von grauen, sandsteinfreien Mergeln am Weg nördlich Loch.
- h) 40 m? Blockflysch mit Arkose und bis 1 m³ grossen Sandsteinblöcken.
- i) 20 m? graue, sandsteinfreie Mergel mit Fucoïdenschiefer bei Loch.
- k) Nummulitenkalk von Loch 20 m oder mehr?, fehlt am Westgrat des Fliegenspitz. Dafür dort
- l) zirka 100 m braun angewitterte, sandsteinfreie, bröckelige Schiefermergel.
- m) zirka 12 m Lagenmergel des Fliegenspitzgipfels (siehe pag. 76).

Kopfwald-Fliegenspitz.

Die in nebenstehender Fig. 29 abgebildeten guten Aufschlüsse auf der Ostseite des Fliegenspitzrückens lehren, dass der Wildflysch f des oben gegebenen Profils auch verschiedene Einlagerungen von grauen und gelblich-grünlichen, sandfreien Schiefermergeln, sowie Nummuliten-Lithothamnienkalk eingelagert enthält.

Das Profil im Oberlauf der Wildhausthur, das schon in Fig. 23, pag. 75, mit Text ausführlich gegeben wurde, ist vielleicht wenigstens teilweise normal. Wir sehen hier, wie dreimal zwischen Wildflysch und grauen Mergeln Nummulitenkalke mit mitteleocäner Nummulitenfauna eingelagert sind.

Im ganzen sind im Flysch des Flibachgebietes mindestens sechs verschiedene Nummulitenkalke eingelagert; im Gebiet der Säntisdecke sind es mindestens vier, wahrscheinlich aber das vielfache davon. Ich verweise hier auf die übersichtlichen Zusammenstellungen auf Seite 63—64. Die Parallelisierungen der Flyschschichten des Faciesgebietes der Flifalte mit denjenigen der Wildflyschfacies in der Säntisdecke sind im einzelnen nicht möglich. Die Figur 20 kann auch nur eine ungefähre allgemeine Vorstellung der Flyschfolge geben.

2. Gliederung.

Bezüglich der Nummulitenfauna fällt eine Zweiteilung auf, die ich schon für den Flysch der Flibachgegend stratigraphisch verwendet habe. Auch im Gebiet der Säntisdecke lassen sich nämlich zwei verschiedene Faunen nachweisen:

1. die eine ist durch das dominierende Auftreten der *Nummulina gallensis* HEIM ausgezeichnet und einzig am Dürrenbach wiedergefunden;
2. die andere enthält diese Nummulitenart nur ausnahmsweise im Lithothamnienkalk (Tobbach), ist aber durch das Auftreten von *Nummulina distans*, *Murchisoni* und *Assilina granulosa* gekennzeichnet.

Schichtfolge und Fauna der dem Assilinengrünsand am nächsten liegenden Nummuliten-schichten im Flysch der Flifalte (Brand) stimmen bis in Einzelheiten mit denjenigen des Dürrenbaches überein.

Neu ist gegenüber dem Nummulitengebiet des Flibaches das häufige Auftreten von *Nummulina Murchisoni* im Lithothamnienkalk von Wildhaus, der *Nummulina complanata* LAM var. *minor*, und einer fast überall wiederkehrenden sehr kleinen, nicht näher festgestellten Nummulitenart, die an *N. Boucheri* var. *tenuispira* DE LA HARPE erinnert (vergl. spezieller Teil).

Eine weitere stratigraphisch einheitliche Gliederung des Flyschs der untersuchten Gebiete ist zurzeit noch nicht möglich und wird auch kaum später möglich werden.

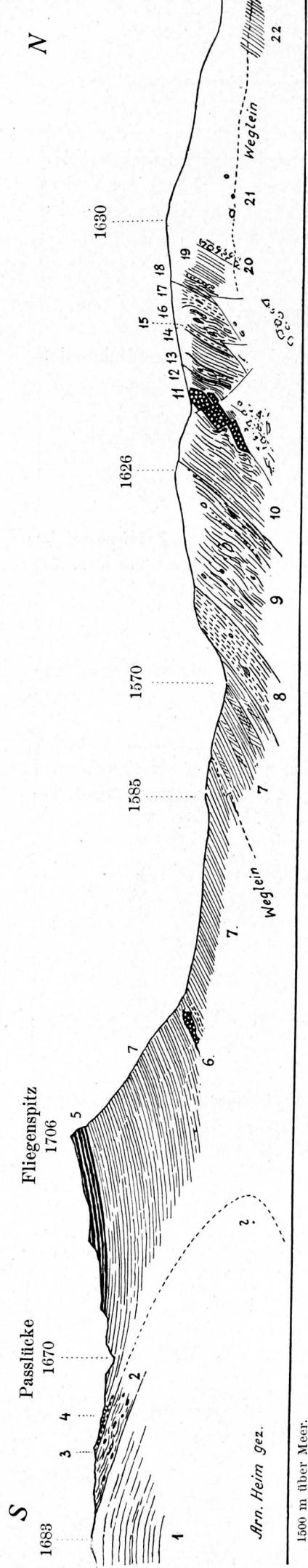


Fig. 29. Das Flyschprofil am Fliegenspitzengrat, aufgenommen 25.—29. X. 1906 und 10. VII. 1910.

- 1 = weislichgraue Leitmangel, Campanien, mit Petrefakten. Übergang in
- 2 = 20—30 m Mergelschiefer mit Linsen und Blöcken (vergl. Fig. 27, p. 91).
- 3 = 4—5 m hellgelber Mergelkalk mit fucoidenartigen Schlieren.
- 4 = Aufschluss von grünsandigem Schieferkalk und kalkigem Grünsandstein mit dunkeln und hellen Glauconitkörnern vom Typus des Nummulitengesteins 11. 50 m westlich Punkt 1883.
- 5 = zirka 12 m Lagenmangel (vergl. p. 76) mit Übergang in den liegenden grauen Mergel 7.
- 6 = Aufschluss von Nummulitenkalk Loch, zirka 5 m, darunter gelbliche Fucoiden-Schiefermangel wie 3; bei Kurve 1600, etwas westlich des in obiger Figur gezeichneten Grates.
- 7 = zirka 300 m graue Flysch-Schiefermangel ähnlich Leitmangel, bräunlich ange- wittert, im unteren Teil auch feinsandige Kalkplatten enthaltend.
- 8 = zirka 30 m hellgelblich hervortretende Mergel mit Stich ins Grünliche, mit Pyrit- knollen, an Leitmangel erinnernd, jedoch einzelne kleinere glauconitar- me Quarzitblöcke und dünne Flasen von schwärzlichem Schiefer einschliessend. Enthält algenartige Abdrücke und ist in der Walenseckarte 2 mm zu weit süd- lich als Fucoidenschiefer eingetragen. Übergang (?) in
- 9 = zirka 80 m Wildflysch; bräunliche Mergel mit schwarzen Schieferschlieren und häufigen, bis 1 m³ grossen Blöcken von grauem Quarzit und grünem Ölkalk.
- 10 = zirka 40 m graue, bräunlich angewitterte Schiefermangel wie 7, mit etwas knorrigem Schieferfläche. Scharfe Dislokationsgrenze gegen
- 11 = zirka 15 m Kalkriff mit *Discocyclus* und *Lithothamnien*. Ergänzende neue Beobachtungen zu pag. 79:

Es lassen sich vom Hangenden zum Liegenden mit allen Übergängen konstatieren:

- a) bräunlicher, etwas knorrig schieferiger Kalk, inwendig feinkörnig, schwärzlichbraun, lithologisch ganz wie Wangschichten.
- b) Kompakter bräunlicher Kalk, feinkörnig mit wenig Glauconitkörnern, enthält an Stelle der Nummuliten häufig 2—4 mm grosse, vorragende, ver- kieselte Schälchen von *Haplophragmium*.

c) massiger Lithothamnien-Riffkalk, enthält massenhaft milchweisse Bruchstücke und ganze *Lithothamnienknollen* mit bis 6 cm Durchmesser, sowie massenhaft kleine *Discocyclus*. (Keine Nummuliten gefunden.)

d) mehr oder weniger grünsandige grob bis feinkörnige Lithothamnien- breccie.

e) zirka 4 m Kalkgrünsand, kompakt, dunkelgrün, feinkörnig, auffallend mit kreideweissen Körnern gesprenkelt, scheint steril zu sein. Rutsch- fläche gegen

12 = zirka 10 m grauer Schiefermangel, darin eingebettet ein 5 m mächtiger, linsiger Block von graugrünem, mehr oder weniger glauconitreichem, feinkörnigem Kalk, mit Rutschfläche begrenzt.

13 = zirka 10 m brauner Wildflysch mit Kalkbänken und Quarzitlinsen.

14 = zirka 20 m grauer Schiefermangel wie 7, beidseitig scharf begrenzt.

15 = 1—2 m gelblich bis grünlicher schieferiger Mergelkalk mit Algen, wie 8, scharf begrenzt gegen

16 = zirka 20 m graue Schiefermangel mit einzelnen Kieselkalk- und kleinen grünen Quarzitblöcken. Scharfe Grenze gegen

17 = 5—10 m gelb angewitterter Fucoiden-Mergelkalk mit einer quarzitischen Linse von 0,5 × 1 m; gleich wie 8. Übergang in

18 = 20 m ? Wildflysch. Schwärzlicher schlüriger Mergelschiefer mit hellgelblichen Zwischenlagen, mit Kalk- und Quarzitlinsen und 1,5 m dicker Bank von körnigem kalkigem Quarzit mit Glauconitkörnern. Aufschlüsse werden mangelhaft.

19 = 20 m ? graue Schiefermangel.

20 = Schluffurche erfüllt mit Nummulitenkalkblöcken, wohl direkt vom Anstehenden stammend, vom Aussehen des Nummulitenkalkes von Loch, mit massenhaft milchweissen Lithothamnienbruchstücken, sowie kleinen *Discocyclus*; *Assilina* und *Nummulina* spärlich. (Fortsetzung nach unten in dem in der Walenseckarte als Bergsturz eingezeichneten Trümmerhaufen.)

21 = 200 m ? Wildflyschgebiet ohne Aufschlüsse, aber mit vielen exotischen Blöcken an der Oberfläche.

22 = 50 m ? graue Schiefermangel wie 7.

Die speziellen Angaben in dieser Arbeit sollten genügen, um abermals zu zeigen, dass die Flyschgruppe primär eingelagerte Nummulitenschichten enthält, und das Alter des Flyschs somit von demjenigen dieser Nummulitenbildungen im ganzen nicht getrennt werden kann¹⁾.

3. Zusammenstellung der Versteinerungen.

Die Flyschgruppe enthält, abgesehen von der Mikrofauna, dreierlei Arten von fossilführenden Schichten: Nummulitenschichten, Fucoidenschichten und Austernbänke.

Mikro-Fauna.

Foraminiferen.

Globigerina conglobata BRADY.

Fig. 30 *a-f*, 31 *a?* 33 *d-e*; Phot. Fig. 5, pag. 40.

BRADY, Challenger Raport p. 603, pl. LXXXII f. 5. Häufig und bis 0.5 mm Durchmesser im grünlichen Flyschmergel des Flibaches (p. 40), Fucoidenschiefer Wildhaus-Schwendiseen p. 74, Nummuliten-Lithothamnienkalk Wildburg p. 84.

Globigerina cretacea d'ORBIGNY.

Fig. 30 *i*.

BRADY, Challenger p. 596, pl. LXXXII f. 11. Flysch des Flibaches von unten bis oben, Kapfenberg; Nummuliten-Lithothamnienkalk, Wildburg p. 84, Fucoidenschiefer Schwendiseen p. 74.

Globigerina bulloides d'ORBIGNY.

BRADY, Challenger p. 593, pl. LXXVII, LXXIX f. 1—7. Grünlicher Flyschmergel des Flibaches (p. 40), blaugrauer Mergel Tschingelstein, Fig. 12, Nr. 14 nach p. 48, unterer Flyschmergel Flibach; Flysch Kapfenberg?; Fucoidenschiefer Schwendiseen häufig, klein; Nummuliten-Lithothamnienkalk Wildburg p. 84.

Globigerina rubra d'ORBIGNY.

BRADY, Challenger p. 602, pl. LXXIX f. 11—16. Fucoidenschiefer Schwendiseen p. 74.

Globigerina inflata d'ORBIGNY?

Fig. 31 *e*.

BRADY, Challenger p. 601, pl. LXXIX f. 8—10. Fucoidenschiefer Schwendiseen.

Sphaeroidina dehiscens PARKER & JONES.

Fig. 30 *g-h*; Fig. 31 *d*.

BRADY, Challenger p. 621, pl. LXXXIV f. 8—11. Grünlicher Flyschmergel des Flibaches; Fucoidenschiefer Schwendiseen p. 74.

Pulvinulina crassa d'ORBIGNY.

BRADY, Challenger p. 694, pl. CIII f. 11, 12. Fucoidenschiefer Schwendiseen Fig. 31 *f*; Flysch 100 m südlich Fliegenspitz; Nummuliten-Lithothamnienkalk Wildburg p. 84.

Pulvinulina patagonica d'ORBIGNY?

BRADY, Challenger p. 693, pl. CIII f. 7.

Truncatulina lobatula WALKER & JONES? arktische Varietät.

BRADY, Challenger p. 660, pl. XCII f. 10, pl. XCIII f. 1, 4, 5.

Fucoidenschiefer Schwendiseen.

Truncatulina sp.?

Fig. 33 *c* aus dem Nummuliten-Lithothamnienkalk der Wildburg p. 84.

Rotalla sp.?

Aus dem grünlichen Flyschmergel des Flibaches und Nummulitenkalk Wildburg.

¹⁾ Die Bezeichnungen *e*₁ = Nummulitenschichten, *e*₂ = Flysch, wie sie noch 1905 angewendet wurden, können daher nicht mehr beibehalten werden.

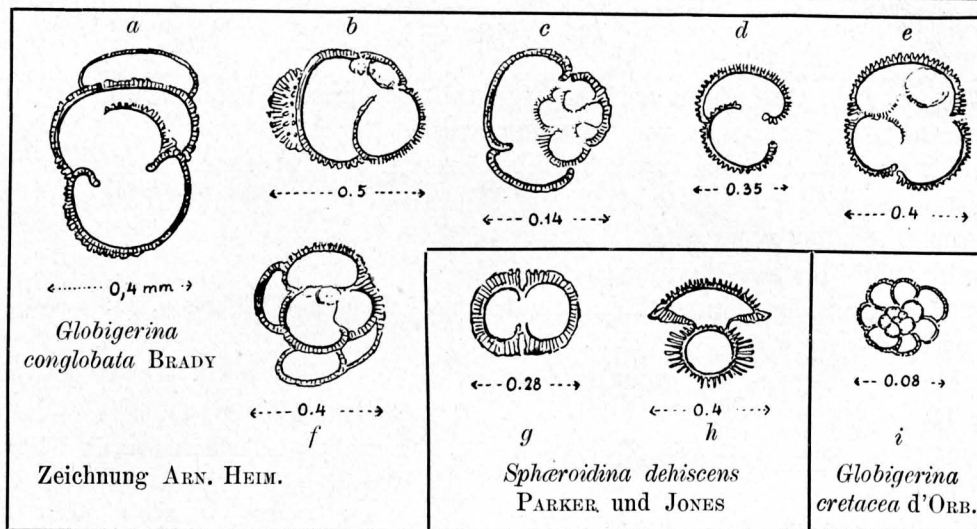


Fig. 30. Mikro-Foraminiferen des grünen Flyschmergels (Lutétien) vom Flibach, oberhalb der Mündung des Renzletenbaches (Schliff 160).

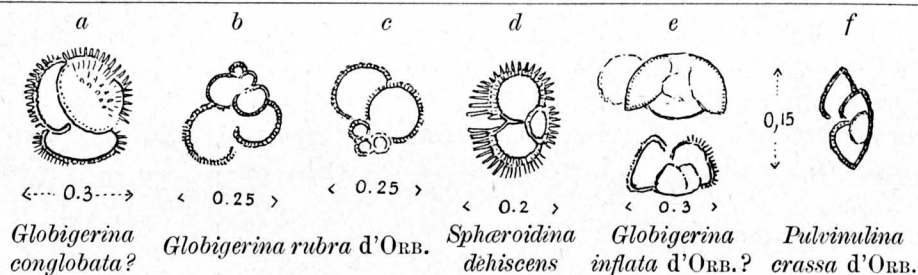


Fig. 31. Mikro-Foraminiferen des Fucoidenschiefers von Wildhaus-Schwendiseen (Schliff 159).

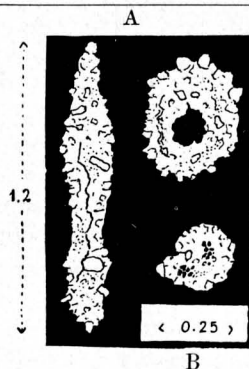


Fig. 32. *Astrorhiza granulosa* BRADY

sandig kieselige Schale.

A. grünlicher Flyschmergel Flibach (Schliff 160).

B. Fucoidenschiefer Wildhaus-Schwendiseen (Schliff 159).

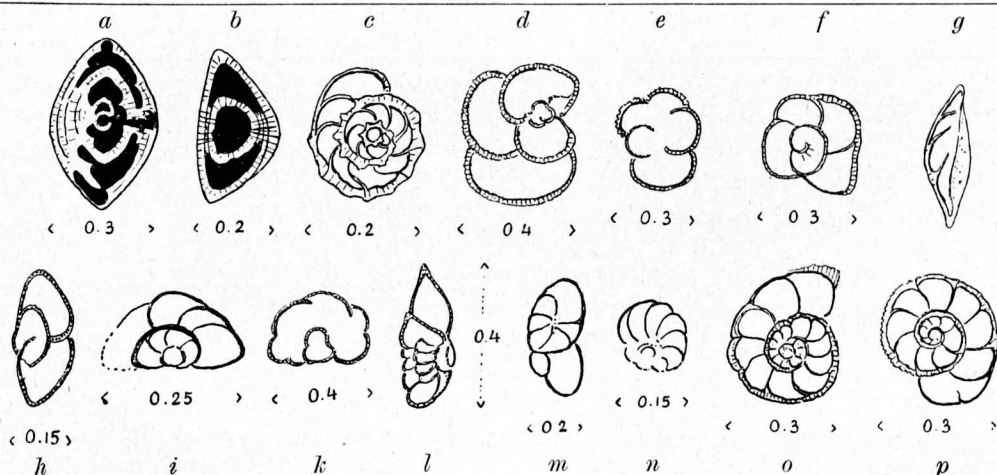


Fig. 33. Mikro-Foraminiferen des Nummuliten-Lithothamnienkalkes der Wildburg, Wildhaus. (n in Fig. 26, p. 84.)

a, b *Amphistegina (rotula)* KAUFM.?

c *Truncatulina* sp.?

d, e *Globigerina conglobata* BRADY.

f, g *Discorbina* sp.?

h *Pulvinulina patagonica* d'ORB.?

i—n *Discorbina* sp.

o, p *Nonionina umbilicatula* MONT.?

Millolina sp. ind., Querschnitt aus dem Nummulitengrünsand Dürrenbach.

Lagena vulgaris WILLIAMSON var. **fissurina** REUSS?

Ein Längsschnitt aus dem grünlichen Flyschmergel des Flibaches.

Nodosaria sp.

Nummuliten-Lithothamnienkalk Wildburg p. 84.

Nonionina umbilicatula MONTAGU sp.?

Fig. 33 o-p, aus dem Nummuliten-Lithothamnienkalk der Wildburg p. 84.

BRADY, Challenger p. 643, pl. CIX f. 726.

Discorbina sp. (Gruppe der **globularis** d'ORB. sp.?).

Fig. 33 i-n, f-g?

BRADY, Challenger p. 643, pl. LXXXVI f. 8—13. Nummuliten-Lithothamnienkalk Wildburg p. 84.

Textularia sp.

Grünlicher Flyschmergel Flibach, unterster Flysch Flibach, Flysch Kapfenberg.

Haplophragmium glomeratum BRADY.

Kieselig-sandige Schale aus dem roten Flyschmergel des Dobigenbaches (Schliff 72); vergl. p. 71, Fig. 22.

BRADY, Challenger p. 309, pl. XXXIV f. 15—18.

Haplophragmium (= **Lituola**) sp.

Zahlreiche verkieselte, bis 4 mm grosse, nautilenartig aufgerollte, seltener strunkförmige Exemplare aus dem grauen Kalk im Flysch nördlich Fliegenspitz, Fig. 29, Nr. 11 b; ähnlich *H. latidosatum* BORN.

Astrorhiza granulosa BRADY.

Fig. 32 A-B, mit sandig kieseliger Schale.

BRADY, Challenger p. 234, pl. XX f. 14—23. Grünlicher und grauer Flyschmergel des Flibaches, p. 39—40; Fucoidenschiefer Schwendiseen p. 74.

Amphistegina sp., **rotula** KAUFMANN (*Hemistegina*)?

KAUFMANN, Pilatus, Beiträge z. geol. Karte d. Schweiz, p. 150, Taf. VIII, Fig. 19.

Macrofauna der Nummulitenschichten¹⁾.

Foraminiferen	Flibachgebiet					Gebiet der Säntisdecke					
	Ober-Fligade Isenegg Kollrub Brand	Reservoir	Tschingelstein Bachstein Flh.-Renzleitenb	Gufier		GoggenNW-NE	Dürrenbach	Fliegenspitz	Bernetstein	Lisighaus	Tobbach Wildburg
Nummulina complanata LAMARCK (= <i>N. mille-caput</i> BOUBEKE) <i>(N. helvetica</i> KAUFM. megasphärisch.) d'ARCHIAC ET HAIME, Monogr. d. Nummulites, Paris 1853, p. 87, pl. I f. 1—3. ARN. HEIM, Nummuliten- und Flyschbildungen, Abh. der schweizerischen pal. Ges. Vol. XXXV, 1908, p. 208 Taf. VI, Fig. 21, 25, 26.	s (43)									h (80)	

¹⁾ m = massenhaft, dominierend, gesteinsbildend. h = häufig. v = vereinzelt, nur ausnahmsweise häufig. s = selten.

Die jeweiligen in Klammern darunter stehenden Zahlen geben die Seite an, auf der in dieser Arbeit die betreffende Art von den in den betr. Kolonnen genannten Lokalitäten beschrieben ist.

Foraminiferen	Flibachgebiet				Gebiet der Säntisdecke						
	Ober-Filgrade Isenegg Kohlgrub Brand	Reservoir	Tschingelstein Bachstein Flib.-Kenzleib.	Gufier	GorgelenNW-NE	Dürrenbach	Loch- Fliegenspitze	Bernetstein	Lisighaus	Tobbach	Wildburg
Nummulina distans DESHAYES (<i>N. Tchihatcheffi</i> d'ARCH. megasphärisch.) d'ARCHIAC ET H., Mon. d. Nummulites, Paris 1853, p. 91, pl. II f. 1—5 (non 4). ARN. HEIM, Numm. u. Flyschb. pag. 213, Taf. VI, Fig. 29.		h (46)	m (47, 48)	h (54)							
Nummulina irregularis DESHAYES (<i>N. subirregularis</i> DE LA HARPE megasphä- risch.) d'ARCHIAC ET H., Mon. d. Numm. p. 138, pl. VIII f. 16—19. DE LA HARPE, Etude des Numm. de la Suisse 1883, p. 154, pl. IV, f. 16—34, pl. V f. 1—2. a) Typus, abgebildet vom Flibach-Re- servoir in DE LA HARPE, l. c. pl. IV f. 17—18.		v (46)	v (50)								
b) Var. formosa DE LA HARPE. DE LA HARPE, Etude d. Numm. p. 156, pl. IV f. 16. ARN. HEIM, Numm. u. Flyschb. p. 216, Taf. VI, Fig. 28.			v (52)								
Nummulina Murchisoni BRUNNER. (<i>N. Heeri</i> DE LA HARPE megasphärisch.) RÜTIMEYER, schweiz. Nummulitenterrain. Denkschr. d. schw. nat. Ges. Bern 1850, p. 96, Tab. IV f. 52—55. DE LA HARPE, Etude d. Numm. Suisse p. 150, pl. IV f. 3—8. (ARN. HEIM: Numm.- und Flyschb. p. 216, Taf. VI, Fig. 22—23.) a) Var. major DE LA HARPE.									s (80)		
b) Var. minor DE LA HARPE.		s (46)					h (78)		h (80)	h (82)	m (84)

Foraminiferen	Flüßbachgebiet					Gebiet der Säntisdecke					
	Ober-Flüßbach Isenegg Kohlgrub Brand	Reservoir	Tschingelstein Bachstein Flüßbach-Renzienb.	Gulfer	Gogelen NW-NE	Dürrenbach	Loch- Fliegenspitze	Bernfelsen	Lieghaus	Toblach	Wildburg
Nummulina atacica LEYMERIE (= <i>N. Biarritzensis</i> in d'ARCH. ET H., DE LA HARPE etc.) (<i>N. Guettardi</i> d'ARCH. ET H. megasph.) LEYMERIE, Mém. Soc. Géol. France 1846, p. 358, pl. XIII f. 13; d'ARCHIAC ET HAIME, Mon. d. Numm. p. 131, pl. VIII f. 4—6.		s (46)	? (50)	? (54)							
Var. globula LEYM. sp., ohne Medianschnitt von der megasphärischen <i>N. distans</i> (= <i>N. Tchihatcheffi</i> auct.) nicht zu unterscheiden.		s (46)	? (50)	? (54)							
Nummulina cf. Boucheri var. tenuispira DE LA HARPE sp. et var. DE LA HARPE, Etude d. Numm., Mém. Soc. pal. Suisse 1883, pl. VII f. 51, 29—32.					h (77)		m (78)	h (79)	h? (80)	h (82)	? (85)
Nummulina gallensis HEIM. ARNOLD HEIM, Numm.- und Flyschb., Abh. schw. pal. G. Bd. XXXV, 1908, p. 233, Taf. III, Fig. 12—23; Taf. IV, Taf. V.	m (42, 43, 44)			s (54)		m (77)				h (82)	
Assilina exponens J. SOWERBY (<i>A. mamillata</i> d'ARCHIAC megasphärisch.) d'ARCHIAC ET H., Mon. d. Numm. p. 148, pl. X f. 1—4, 6. ARN. HEIM, Numm.- u. Flyschb. p. 242, Taf. VII, Taf. VIII f. 20.	h (42, 43, 44)					?					
Assilina granulosa d'ARCHIAC. (<i>A. Leymerici</i> d'ARCH ET H. megasphärisch.) d'ARCHIAC ET H., Mon. d. Numm. p. 151, 152, pl. X f. 11—19, XI f. 9—12. ARN. HEIM, Numm.- und Flyschb. p. 247, 249, Taf. VIII f. 1—18. Var. major HEIM.	v (43)			h (54)						h (80)	
Var. minor HEIM.	h (42, 43)	m (46)	m (47-48)	m (54)	m (76)	? (77)	m (78)	m (79)	m (80)	h (82)	
Subvar. laevitenuis HEIM.			v (47-48)	m (47-48)							
Var. spiriformis nov.			v (52)								

Foraminiferen	Flilbachgebiet				Gebiet der Säntisdecke						
	Ober-Fligade Isenegg Kohlgrub Brand	Reservoir	Tschingelstein Bachstein Flilb-Renzletenb.	Gufier	GoggeleNW-NE	Dürrenbach	Loch- Fliegenspitze	Bernstein	Lisiglaus	Toblach	Wildburg
Operculina granulosa LEYMERIE. LEYMERIE, Mém. Soc. géol. France 1844 p. 359, pl. XIII f. 12.		v (46)	s (52)	? (54)			? (78)				
Operculina Escheri MAYER-EYMAR (in litt?). Ähnlich <i>O. gigantea</i> MAY.-EYM., Einsiedeln, „Beiträge“ Lfg. 14, 1876, p. 23, Taf. I, Fig. 4—5 (= mikrosphärische Generation von <i>O. granulosa</i> ?).		v (46)									
Orthophragmina (Discocyclina) discus RÜTIMEYER (<i>Orbitolites</i>). ARN. HEIM, Numm.- und Flyschb. p. 256, Taf. VIII, Fig. 19—27. a) Var. <i>laevi-crassa</i> HEIM l. c.	h (42, 43, 44)										
b) Var. <i>granulato-crassa</i> HEIM l. c.									v (80)		
Orthophragmina (Discocyclina) Pratti MICHELIN sp. SCHLUMBERGER, B. S. G. F. 1903, p. 274, pl. VIII f. 1—3, 8—10; pl. IX f. 17. ARN. HEIM, Numm.- und Flyschb. p. 260.	h (42, 43)	h (46)	h (50)		? (77)	h (77)			h (80)		? (85)
Orthophragmina (Discocyclina) Archiaci SCHLUMBERGER. SCHLUMBERGER, B. S. G. F. 1903, p. 277, pl. VIII f. 5—7, 11. ARN. HEIM, Numm.- und Flyschb. p. 262. a) Typus SCHLUMB.	s-m (42, 43)	h (46)	h (53)	h (54)	h (77)	? (77)	h (78)	? (79)	h (80)		? (85)
b) Var. <i>major</i> HEIM (l. c. p. 263).			v (53)	v (54)							
Orthophragmina (Discocyclina) sella d'ARCHIAC. (= <i>Orbitoides ephippium</i> SCHLOTH. in GÜMBEL.) SCHLUMBERGER, B. S. G. F. 1903, p. 278, pl. IX f. 14—16, 25. ARN. HEIM, Numm.- und Flyschb. p. 263.		v (46)		s (54)						v (82)	

Foraminiferen	Flilbachgebiet					Gebiet der Säntisdecke					
	Ober-Fligade Iseneegg Koblgrub Brand	Reservoir	Tschingelstein Bachstein Flilb.-Renzleidenb.	Gufur	GoggeleNW-NE	Dorrenbach	Loch- Fliegenspitze	Bernetstein	Lisighaus	Tobbach	Wildburg
Orthophragmina (Discocyclina) Bartholomaei SCHLUMBERGER. SCHLUMBERGER, B. S. G. F. 1903, p. 281, pl. XII f. 46—50.	v (42)						?	(78)			
Orthophragmina (Discocyclina) dispansa J. SOWERBY (<i>Lycophris</i>). GÜMBEL, Abh. bayr. Ak. d. W. Bd. X, 1870, p. 701, Taf. III f. 40—47. SCHLUMBERGER, B. S. G. F. 1903, p. 285, pl. XI, f. 42—44, pl. XII f. 51—52.		v (46)									
Orthophragmina (Discocyclina) Chudeau SCHLUMBERGER. SCHLUMBERGER, B. S. G. F. 1903, p. 282, pl. IX f. 18—20.	v (42)		v (50)				h (78)				
Orthophragmina (Discocyclina?) crassula MAYER-EYMAR. MAYER-EYMAR, Einsiedeln, Beitr. zur geol. K. d. Schweiz Lfg. 14, 1876, p. 23, Taf. I f. 4—5. ARN. HEIM, Numm.- und Flyschb. p. 265.		s									
Orthophragmina (Asterocyclina) stellata d'ARCHIAC (<i>Calcarina</i>). SCHLUMBERGER, B. S. G. F. 1904, p. 126, pars, pl. V f. 31—36, pl. VI f. 37—40. ARN. HEIM, Numm.- und Flyschb. p. 268.			s (50)								
Orthophragmina (Actinocyclina) radians d'ARCHIAC sp. SCHLUMBERGER, B. S. G. F. 1904, p. 122, pars, pl. III f. 9; IV f. 15—17.				s (54)							
Orthophragmina (Nodosocyclina) sp. nov. (?). ARN. HEIM, Numm.- und Flyschb. p. 272, Textfig. 26.											h (85)

Die Mollusken, Echiniden, Brachyopoden und Würmer sind auf p. 47—48 und 50—51 zusammengestellt. Paläontologische Beschreibung der Austerne siehe p. 58—62.

Flora.

Phycopsis Targionii BRONG. sp.

HEER, Flora foss. Helvetiae 1877.

ROTHPLETZ, Algenstudien, Zeitschrift der deutsch. geol. Ges. 1896.

Typisch und häufig in den Fucoidenschichten im Flysch der Säntisdecke, Sulzbach (vergl. p. 73) und Seelibach.

Chondrites affinis Sternb.?, vom Seelibach.

? **Halymenites flexuosus** FISCHER-OOSTER.

Vom Sulzbach und Seelibach, Fucoidenschichten.

4. Alter.

Zur Altersbestimmung können nur die Nummulitenschichten in Frage kommen.

Foraminiferen. Bezüglich der Nummuliten, die von neueren französischen Autoren (besonders H. DOUVILLÉ, E. HAUG und J. BOUSSAC) in ausgiebiger Weise als Leitfossilien ersten Ranges verwendet werden, fällt auf, dass die Fauna von scheinbar ältestem Charakter in unserem Gebiete durch die dritte Gruppe von Nummulitenschichten beherbergt wird. Die eigentliche Mitteleocänfauna ist am typischsten in den Nummulitenkalklagen im Flysch vertreten. Diese scheinbare Inversion der Fauna tritt besonders deutlich hervor, wenn wir wie folgt die für unsere Verhältnisse in Betracht kommenden Nummulitenzonen vergleichen.

Allgemeine Nummulitenfolge nach JEAN BOUSSAC 1906 ¹⁾ .		Nummulitenfolge im Churfürsten-Mattstockgebiet, besonders Flibach.	
Auver sien	<i>Nummulites striatus, Brongniarti, crassus, aturicus, Assilina exponens.</i>	III. <i>N. distans, irregularis, Murchisoni, atacica, Assilina granulosa.</i>	Oberes Lutétien Flyschgruppe
Lutétien sup.	<i>Numm. Biarritzensis, Brongniarti, crassus, complanatus, Gizehensis, Assilina granulosa.</i>	II. <i>N. gallensis</i> (cf. <i>N. crassus</i> auct.)	
Lutétien inf.	<i>N. atacicus, laevigatus, irregularis, Assilina spira et praespira.</i>	I. <i>Nummul. complanata, Assilina exponens.</i>	Mittleres Lutétien

Nummulina distans, atacica, irregularis und *Murchisoni* sind für die Flyschgruppe und zwar die Einsiedlerschichten charakteristisch und kommen im Churfürsten-Mattstockgebiet niemals im Assilinengrünsand der Bürgenschichten vor.

Echiniden. Von besonderem Werte für die Altersfrage sind nach meiner Ansicht die zahlreichen Echiniden, die besonders am Flibach-Reservoir gesammelt worden sind (p. 47). Mit Recht betrachtet man seit ESCHER, DESOR, MAYER-EYMAR und DE LORIOLE diese Faunen allgemein als echtes Mitteleocän, „Parisien“ oder genauer Lutétien, nur war unbekannt, dass diese Fauna vom Flibach wie diejenige von Einsiedeln aus dem Flysch stammt und chronologisch vom umhüllenden Flysch nicht lostrennbar ist.

¹⁾ JEAN BOUSSAC. Le terrain nummulitique à Biarritz et dans le Vicentin. B. S. G. F. t. VI 1906, p. 559.

In meiner Abhandlung über die Nummuliten- und Flyschbildungen habe ich die Altersfrage der Flyschgruppe eingehend erörtert und die klassischen Einsiedlerschichten zum oberen Lutétien gestellt. Die Faunen des Flibaches stimmen mit denen von Einsiedeln überein und müssen als chronologisch gleichwertig betrachtet werden.

Es ergibt sich daraus, dass der Flysch des Flibachgebietes (zirka 600 m) und zum mindesten der grösste Teil des Flyschs im Gebiet der Säntisdecke (vielleicht 1000 m) dem Lutétien angehört¹⁾.

Zu diesem Resultat wurde ich in der Hauptsache bereits 1905 (Säntisgebirge p. 326) geführt, freilich ohne dafür ein genügendes Beweismaterial liefern zu können. Die spätere eingehende Darstellung 1909 ist in bezug auf die Zuordnung des Flyschs der östlichen Schweizeralpen zum Lutétien von J. BOUSSAC²⁾ und P. OPPENHEIM³⁾ anerkannt worden.

5. Facies.

Auch die Faciesfragen sind in meinen „Nummuliten- und Flyschbildungen“ so eingehend behandelt, dass hier nur noch einige Gesichtspunkte hervorgehoben zu werden brauchen, die speziell die Churfürsten-Mattstockgruppe betreffen.

Die Flyschgruppe zeigt von allen anderen Formationen des Gebietes gänzlich abweichende, mannigfaltige, chaotische Faciesbildungen, die sich in vertikalem und horizontalem Sinne ablösen. Einfache Faciesgesetze lassen sich noch nicht erkennen. Wir können vorläufig nur einige Facies-typen innerhalb der Gesamtmasse herauschälen, ohne diese untereinander in sicheren Zusammenhang bringen zu können.

Die grauen und grünlichen Globigerinenmergel, besonders diejenigen des Flibachgebietes machen an sich den Eindruck echt bathyaler Bildungen. Ein Vergleich mit den rezenten marinen Sedimenten ergibt, dass diese Flyschmergel zur Gruppe der Blauschlamm, „blue muds“ J. MURRAY's gehören. Echte, pelagische Globigerinenschlicke sind aber im Flysch unbekannt.

Die Nummuliten führenden, im Flysch primär eingelagerten Gesteine zeigen grosse lithologische Mannigfaltigkeit, wobei die Gesteinsfacies mit dem Faunenbestand auffallend zusammenhängt. Es mögen hier besonders die folgenden Typen hervorgehoben werden:

¹⁾ Im geographischen Lexikon der Schweiz schreibt L. ROLLIER 1906 unter „Schweiz, fossile Fauna“ die Kreidemergel der Churfürsten (Säss) seien „transgressiv vom oligocänen Flysch überlagert“. Nach dem Gesagten trifft dies nicht zu.

²⁾ J. BOUSSAC. Observations sur le Nummulitique des Alpes suisses. B. S. G. F. t. IX, p. 35, 1909.

³⁾ P. OPPENHEIM. Über die Nummuliten- und Flyschbildungen der Schweizeralpen. Zentralblatt für Min., Geol. u. Pal. 1910.

Gesteins-Bezeichnung	Zusammensetzung	Ablagerungstiefe	Typische Lokalitäten	Beschrieben auf Seite	Abgebildet auf Texttafel p. 127
Lithothamnien-Riffkalk	Hauptsächlich aus Lithothamnienknollen, organogen, vorherrschend phytogen (mit secundärem Kalk).	Seichtsee neritisch (höhere Zone) 0—100 m	Tobbach bei Wildhaus Wildburg z. T.	81 83	
Nummuliten-Lithothamnienkalk	Aus Nummulitideen und Lithothamnien, organogen.	neritisch	Lisighaus Wildburg Gufer	80 83 53, Nr. 1	
Lithothamnienbreccie	Vorherrschend aus Lithothamnienbruchstücken, organogen.	neritisch 0—100 m	Wildburg z. T. Kopfwald z. T.	83—84 115	
Grüasandige Lithothamnienbreccie	Grünes Gestein aus Quarz- und Glauconitkörnern mit Bruchstücken von Lithothamnien.	neritisch	Kopfwald z. T.	115	
Nummulitenkalk ohne Lithothamnien	Größtenteils aus Nummulitideen (<i>Nummulina</i> , <i>Assilina</i> , <i>Orthophragmina</i>) u. Echinodermentrümmern; zoogen, mit spärlichem Kalkzement.	neritisch (tiefere Zone) 100—200 m	Goggeien Loch z. T. Ober-Fligade	76 77 42	Fig. 34
Glauconitkalk	Vorherrsch. aus Nummulitideen mit Kalk oder Glauconitsteinkernen, Glauconitkörnern (spär. Quarzkörnch.). Zement aus Kalk und pigmentärem Glauconit; gemischt zoogen-terrigen-chemisch.	hyponeritisch ?	Tschingelstein Kohlgrub-Brand z. T.	48 44	
Grünsandstein	Vorherrschend aus Quarzsand mit Glauconitkörnern, mit mehr oder weniger Kalkbindemittel, vorherrsch. terrigen.	100—500 m ?	Kanal Mietsack, Fli Brand-Fli z. T. Dürrenbach	42 44 77	Fig. 35
Glauconitit	Vorherrschend aus Glauconitkörnern mit kalkigem oder feinsandigem, selbst glauconitischem Bindemittel.	200—500 m ?	Tschingelstein, grüne Linsen im Flysch des Flibaches	48 48, 55	Fig. 36
Glauconitmergel	Vorherrsch. aus Mergel mit pigmentärem Glauconit oder Glauconitkörnern mit mehr oder weniger Nummulitideen.	Verschiedene Tiefen	Tschingelstein Gufer z. T.	48 53, Nr. 2	
Graue Mergel	Mehr oder weniger reine Mergel mit Nummulitideen.	Verschiedene Tiefen	Dürrenbach z. T. Kohlgrub-Brand z. T.	77 43—45	

Erklärung der Tafel p. 127.

Verschiedene Faciestypen von Nummulitengesteinen; Dünnschliffe. in gewöhnlichem. durchfallendem Licht.

Fig. 34. **Nummulitenkalk Loch, 10 : 1.** (Schliff Nr. 76; vergl. Beschreibung p. 77—78.)

Organogener Kalkstein, zu etwa $\frac{9}{10}$ aus Nummulitiden gebildet.

A = *Assilina granulosa* var. *minor*, megasphärische Generation (*A. Leymeriei*) mit grosser Zentralkammer.

N = *Nummulina* cf. *Boucheri* DE LA HARPE, megasphärisch.

O = *Orthophragmina* (*Discocyclina*) sp., rechts unten *D. Chudeaui* SCHLUMMER.

Ausfüllung der Foraminiferenkammern mit dichtem Kalk oder einer Mischung von dichtem Kalk mit pigmentärem Glauconit.

Fig. 35. **Nummulitengrünsand vom Dürrenbach, 15 : 1.** (Schliff Nr. 11, aus Schicht 9 a der Fig. 2 in „Säntisgebirge“, Beiträge 1905, p. 317.)

Die grossen, dunkeln, unregelmässigen Körner bestehen aus einer Mischung von Ton mit mehr oder weniger pigmentärem Glauconit und enthalten feinste Quarz- und Calcitkörnchen von 0.01 mm. Sie sind eingebettet in feinkörnigen Grünsand, der vorherrschend aus eckigen Quarzkörnchen mit reinen, grünen Glauconit- und farblosen Calcitkörnchen besteht. Dunkle Füllmasse zwischen diesen Körnern aus eisenschlüssiger, toniger Substanz.

Fig. 36. **Glauconitgestein im Flysch am Tschingelstein, Flibach, 20 : 1.** (Schliff Nr. 78; aus der grünen Linse 10 in Fig. 12 nach p. 48; vergl. auch Text p. 48—49.)

Das Gestein besteht zu etwa $\frac{2}{3}$ aus Glauconit und könnte als Glauconitit bezeichnet werden. Grosse, rundliche Glauconitkörner von 1 mm Durchmesser bis zu den kleinsten. Sehr deutlich ist auf dem Bilde die farblose, isotrope Modifikation des Glauconites mit allen Übergängen in den gewöhnlichen, grünen, mikrokristallinen Glauconit zu sehen, wobei die farblose Substanz teils vorzugsweise den Rand (grosse Körner etwas oberhalb der Mitte), teils den inneren Teil des Glauconitkornes (unten links) einnimmt. Der rechte und linke Rand der Glauconitkörner zeigt meist eine dünne Rinde von radialfaserigem, farblosem Calcit (Mitte des Bildes). Zwischen den Glauconitkörnern: farblose Quarzkörnchen in unregelmässig mikrokristalliner bis dichter und z. T. mit pigmentärem Glauconit gemischtem Kalk als Grundsubstanz.

Fig. 37. **Assilinengrünsand im Kontakt auf Seewerkalk, 22 : 1.** (Schliff Nr. 52, vom Seretobel bei Betlis am Walensee, Mürtschendecke.)

Unten dichter Seewerkalk mit *Orbulinarien*, deren Schälchen mit farblosem Calcit ausgefüllt sind.

Oben Assilinengrünsand. Typisch sind die grossen Calcit-Glauconitkörner. Mitte unten und rechts bis 0.5 mm grosse Körner mit grünem, mikrokristallinem Glauconitkern und farbloser, körniger Calcitrinde, wobei der Glauconitkern ganz verschwinden kann, so dass viele der grossen farblosen Körner ganz aus kristallinkörnigem Calcit bestehen. Die übrigen grösseren dunkeln Körner bestehen aus mikrokristallinem, grünem Glauconit, der mehr oder weniger mit Calcitkörnchen verwachsen ist oder Calcitkörnchen als Einschlüsse enthält. Die zerstreuten kleineren, eckigen, farblosen Körnchen bestehen aus Quarz. Schmutzig braunes, eisenschlüssiges Grundgewebe zurücktretend.



Fig. 34. Nummulitenkalk der Alp Loch am Fliegenspitze, 10:1.

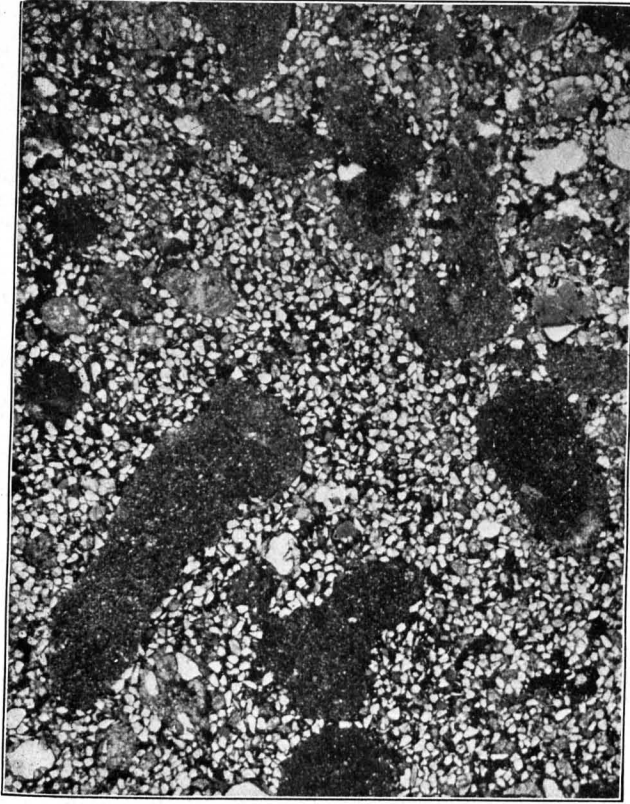


Fig. 35. Nummulitengrünsand von Dürrenbach, 15:1.



Fig. 36. Glauconitgestein im Flysch am Tschingelstein, Flibach, 20:1.

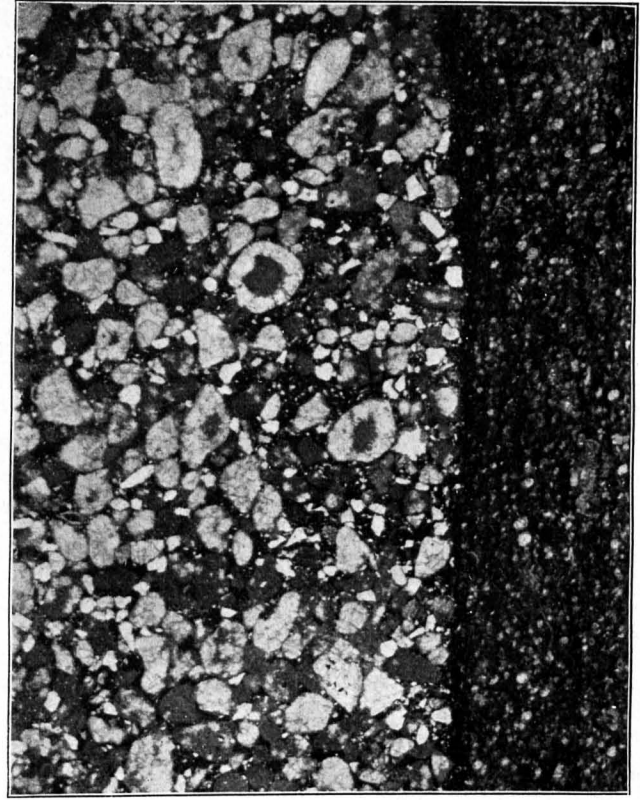


Fig. 37. Assilinengrünsand im Kontakt auf Seewerkalk, 22:1.

Mit der oben gegebenen Übersicht sind die Faciestypen keineswegs erschöpfend dargestellt. Es gibt unter den genannten Gesteinen auch alle erdenklichen Übergänge. Der rote Nummulitenkalk scheint keinem besonderen Typus anzugehören, da die rote Farbe nur lokal ausgebildet ist, und zwar wie p. 45 abgeleitet wurde, infolge submarin-diagenetischer, unregelmässiger Oxydation des sonst grünlichen, glauconithaltigen Nummulitenkalkes mit mehr oder weniger Tongehalt. Rote Nummulitenkalke wurden gefunden am Flibach-Reservoir, Tschingelstein, Flibach-Renzletenbach, Gufler, rote Flecken auch im Glauconitkalk und Grünsand des Dürrenbaches.

Von besonderem lithogenetischem Interesse sind die an der Wildburg und im Fliegenspitz-Gebiet gefundenen, feinkörnigen Lithothamnienbreccien, da sie zur Annahme lokaler Uferzonen oder wenigstens von Untiefen zwingen.

Die glauconitischen Nummulitengesteine, die vielfach im Globigerinen führenden Schlamm eingelagert sind, wären an und für sich als bathyale Bildungen verständlich, da man gegenwärtig analoge Glauconitablagerungen bis in grosse Tiefen hinab (unter 1000 m) findet. Einen Widerspruch gegen diese Annahme aber erheben die bis 4 cm dick beschalten grossen Austern (*O. gigantea* Sol.), die in den genannten Bildungen zwar einzeln zerstreut, aber doch ziemlich häufig sind.

Einen ganz anderen Eindruck machen die dünnchaligen, kleineren Austern der eigentlichen Austernschichten. Als litoral dürfen diese gewiss nicht betrachtet werden. Eine nennenswerte Veränderung der Schlammabildung findet zwischen den Austernbänken nicht statt, und für jede einzelne Austernbank ist eine jeweilige orogenetische Hebung des Meergrundes nicht annehmbar.

Die Faciesfrage des Flyschs mit Sandstein und Wildflyschs ist eng an die Frage der exotischen Blöcke geknüpft und so lange nicht ganz aufgeklärt, bis diese Frage eine allgemeine, endgültige Lösung erfahren haben wird.

Unter allen Umständen muss zur Erklärung der enormen Mächtigkeit der terrigenen Flyschsedimente eine beträchtliche geosynclinal Senkung des Flyschgebietes während der Flyschablagerung angenommen werden.

6. Faciesunterschiede.

Schon einleitend (p. 37) wurde hervorgehoben, dass wir drei verschiedene Faciesgebiete im Flysch unterscheiden können:

1. Flysch am Kapfenberg;
2. Flysch der Mürtischendecke, Flifalte und Nordrand der Sántisdecke;
3. Flysch des Hauptgebietes der Sántisdecke.

Da die Zugehörigkeit des Flyschs vom Kapfenberg zur einen oder anderen Flyschgruppe J. OBERHOLZER's noch nicht genau festgestellt ist, kann auch die Faciesstellung noch nicht sicher angegeben werden.

Der Unterschied der zweiten Region zu der dritten ist aber überaus auffällig. Im Gebiet der Walenseckarte ist im Flysch das Verbindungsstück nicht mehr erhalten. Der Flysch ist über dem Mattstock gänzlich abgewittert. Auf seiner Nordseite finden wir die spärlichen, zusammengedrückten Flyschreste der Mürtischfacies, auf seiner Südostseite bereits die davon grundverschiedene Wildflysch- und Sandsteinfacies. Die Figur 20, p. 64, gibt einen vorläufigen Überblick über die Faciesdifferenzen beider Gebiete.

Die Faciesveränderungen innerhalb des Hauptgebietes der Sántisdecke sind schwer zu überblicken. Von Amden an gegen Osten scheinen die Sandsteinbildungen auf Kosten der sandfreien Mergel abzunehmen. Die reinen, grauen Mergelschlammabildungen sind in der Umgebung von Wildhaus besonders auffällig. Auch die organogenen Nummuliten-Riffkalke sind für die Gegend von Wildhaus bezeichnend.

Es bleibt mir noch übrig, zwei zum Teil unaufgeklärte Erscheinungen zu erwähnen.

Bei der Freienalp südöstlich der Schwendiseen liegt Flysch mit Sandstein ausnahmsweise nicht auf dem obersten Teil der Leistmergel, sondern auf den den Leibodenmergeln entsprechenden Schichten, ohne dass eine tektonische Reduktion erkennbar wäre. Unverständlich ist ferner die ausserordentliche Reduktion des Flyschs mit Sandstein auf der Süd- und Ostseite des Fliegenspitzes. Die ganze wohl etwa 1000 m mächtige Schichtreihe nördlich bis östlich dieses Gipfels ist südlich desselben auf etwa 100 m reduziert, aber noch typisch; östlich des Gipfels findet man ausser dem etwa 30 m mächtigen, vielleicht noch cretacischen Wildflysch bei Punkt 1683 gar keine Andeutung mehr von dem sonst so gewaltigen Flysch mit Sandstein. Diese Reduktion muss wohl tektonisch erklärt werden (vergl. Fig. 29, p. 115).

7. Landschaftlicher Charakter des Flyschs.

Flibachgebiet.

Wenn wir von dem Nummulinenkalkfels Gutler absehen, bildet der Flysch dieser Gegend nur im Stadium der gesteigerten Maximalböschung kahle Felsabstürze infolge wilder, tätiger Erosion durch Einschneiden und Nachbrechen des Flibaches. Bei Brand rückt ein mächtiger Abrisszirkus mit 100 m hohen, unbesteigbaren Wänden rückwärts und beginnt, die schön gelegenen Häuser Brand zu bedrohen (Taf. X). Im übrigen aber ist der Flysch grösstenteils mit steil ansteigendem Tannenwald bedeckt und bildet bei Brand und Eschen prächtig grüne Weideflächen.

Säntisdecke.

Die viel ausgedehnteren synclinalen Flyschgebiete der Säntisdecke sind im allgemeinen durch hügelige, sanfte Formen ausgezeichnet. Auf dem sandigen und mit Blöcken gefüllten Boden wächst meist nur Sauergras. Der grösste Teil des Gebietes ist mit Tannenwald und torfigem, sumpfigem Streuland bedeckt. Das ausgedehnteste Waldgebiet liegt zwischen Häderenberg und Churfürsten, der Statthalter-, Mittel- und Tschelliswald, noch zur Gemeinde Amden gehörig. Frische Anrisse findet man ausser in den unbedeutenden Bachfurchen einzig in der Gegend des Fliegenspitze, der mit 1706 m überhaupt der höchste Flyschgipfel der gesamten Thurgruppe ist.

Ausgedehnte Gehänge scheinen wenigstens oberflächlich in langsamer Rutschung zu sein.

Nachtrag.

Nachdem ich vergeblich nach typischen Klippengesteinen im Flysch gesucht und den Flysch auf der Kreide der Säntisdecke als helvetisch betrachtet habe, erscheint neuestens eine Notiz von JEAN BOUSSAC¹⁾, in der schon im ersten Satz betont wird, dass bis jetzt in den zentralen und östlichen Schweizeralpen der helvetische und präalpine Flysch miteinander verwechselt wurden. Der Begriff präalpin wird in verschiedenem Sinne gedeutet, und im besonderen von BOUSSAC angewendet für Decken, deren Wurzel bereits 1901 von LUGON im Rhonetal gefunden und deren Facies ebenso durch LUGON als mit der helvetischen eng verknüpft nachgewiesen wurde. Was also BOUSSAC als „préalpin“ bezeichnet, möchte ich als oberste Gruppe der helvetischen Decken betrachten. Dass solche in den zentralen und östlichen Schweizeralpen im Flysch angedeutet sind, lässt sich nach den heutigen Kenntnissen nicht bestreiten. Die neuerdings durch P. BECK studierten „exotischen“ Gebiete von Habkern und die Gips-Vorkommnisse im Flysch des Wäggi- und Sihltales sprechen laut für die Annahme höherer Decken, die etwa der „Zone des Cols“ entsprechen könnten. Da nun der Wäggitale Flysch anscheinend seine östliche Fortsetzung im Gebiet der Mulden von Amden bis Wildhaus findet, durfte ich die vorliegende Flyschstudie nicht abschliessen, ohne noch einmal unter den neuen Gesichtspunkten und in möglichst objektiver Weise dieses komplizierte Flyschgebiet durchwandert zu haben. Ich unternahm daher am 9. und

¹⁾ JEAN BOUSSAC. Nummulitique helvétique et Nummulitique préalpin dans la Suisse centrale et orientale. Comptes-Rendus Ac. Sc. Paris, 6 juin 1910.

10. Juli gemeinsam mit Freund Dr. ALFRED HIRSCH von Zürich eine Exkursion von Amden nach Auf der Höhe, von hier durch das Profil der Rinderbüche aufwärts zum Fliegenspitz und dem Flyschrücken entlang nördlich nach Auf der Höhe zurück; nachher kletterten wir durch den bösen Seelibach hinunter und gingen dem Leistbach entlang hinab ins obere Toggenburg. Das auf p. 115 gegebene Profil Fig. 29 enthält bereits die neuen Beobachtungen dieser Strecke. Einige andere sollen hier noch angeführt werden.

Die Fragen, die ich mir gestellt hatte, liessen sich nicht entscheidend beantworten, wenn sie sich auch meiner bisherigen Ansicht als günstig erwiesen.

In der Annahme, dass vielleicht etwas Entscheidendes auf der Südostseite des Säntisgebirges zu finden sei, unternahmen mein Vater, Dr. A. HIRSCH, Dr. TOLWINSKI und ich am 15. Juli 1910 eine zweite Exkursion von Gams im Rheintal über den Mittelwald und Sommerkopf nach Wildhaus, und am 16. Juli von Wildhaus ostwärts nach Lochalp und Abendweid. Auch auf dieser Exkursion konnte nichts von eindeutigen Klippensteinen oder gar einer präalpinen Decke gefunden werden.

Exotische Blöcke auf der West- und Nordseite des Fliegenspitz.

Im Rinderbach fand ich bei Kurve 1390 m im oberen (nicht obersten) Teil des typischen Leistmergels mit Senonfossilien eingebettet einen Block von grünem, glauconitischem Quarzit, 55 cm dick und mindestens 85 cm lang; Oberfläche uneben, scheint im ganzen etwas gerundet; neuerdings durch Hochwasser blossgelegt. 50 m östlich davon am linken Gehänge folgt im Leistmergel abermals ein Block von Glauconitquarzit 0.5×1.2 m, rundlich. Bei zirka 1410 m abermals mehrere solche Blöcke.

Eine sichere Grenze von Kreide und Eocänflysch lässt sich z. T. wegen mangelhafter Aufschlüsse nicht sicher feststellen¹⁾; ich vermute sie bei Kurve 1410—1420. An dieser Stelle liegen lose im Bachbett die p. 97—98 beschriebenen, exotischen, kristallinen Blöcke, ferner²⁾:

Block von dichtem, hellgrauem Kalk, $2 \times 1.5 \times 1$ m, nebst häufigen kleineren, mit zackigen Calcitadern, z. T. mit Fucoiden und einheimisch.

Blöcke von grobkörniger, z. T. grüner, polygener Breccie, $60 \times 45 \times 40$ cm, eckig, mit bis $1\frac{1}{2}$ cm grossen milchigen Quarzbrocken, Brocken von Glimmerschiefer, dichtem, etwas kalkigem Quarzit und einem vollkommen runden Gerölle von dichtem, grauem Quarzit.

Block von grüner, polygener Breccie, eckig, $70 \times 40 \times 30$ cm.

Block von feinkörnigem Grünsandkalk.

Block von $1 \times 0.8 \times 0.5$ m aus grüner, polygener, granitartiger Breccie, auf einer Seite mit körnigem, tiefgrünem Ölquarzit verwachsen etc.

Alle diese Gesteine sind als Blöcke an Ort und Stelle oder unweit oberhalb vom Bach aus dem anstehenden Wildflysch heraus präpariert. Man sieht solche auch nicht selten noch im Flysch eingeklemmt.

Eine ganze Auswahl von sedimentären Blöcken trifft man wieder im östlich ziehenden Bachzweig bei 1440—1460 m auf anstehendem Wildflysch:

Blöcke von polygener Breccie, sehr grobkörnig, mit bis faustgrossen Geröllen und eckigen Brocken von Glimmerschiefer und gelbem Carbonat (braust mit verd. HCl.) etc., bis 4 m³ gross.

Mehrere bis 4 m³ grosse Blöcke von grauem Mergel, vom Anstehenden?

An dieser Stelle sieht man auf anstehenden Kieselkalkbänken sonderbare faltenartige Zeichnungen, doch innerhalb der glatt begrenzten Bänke. (Ähnliches habe ich auch im Flysch im Bärlaubach am Aubrig gesehen.)

Auf der Nordseite des Fliegenspitz-Rückens, bei *w* des Wortes Kopfwald der Walenseekarte, Kurve 1540—1560 fanden wir noch mehrere kristalline, exotische Blöcke, die noch nicht in der Walenseekarte und auch nicht im Verzeichnis p. 98—99 notiert sind. Es sind:

¹⁾ In der Walenseekarte sind entschieden zu wenig Leistmergel eingezeichnet.

²⁾ Ergänzung zu p. 90.

1. Eckiger Block von grauem, mittelkörnigem **Granit** von $40 \times 30 \times 20$ cm, sehr quarzreich, mit weissen, etwas zersetzten, sowie glasig verzwillingten Feldspäten (Oligoklas?); Biotit grösstenteils in Chlorit umgewandelt; Muscovit sehr spärlich. Textur massig, nicht kataklastisch. Gestein im ganzen frisch. Liegt auf dem Weglein.
2. Grobkörniger **Granit**, stark verwittert, $70 \times 40 \times 20$ cm, eckig.
3. Faustgrosser, grobkörniger, grauer **Granit**, vollkommen rund, verwittert.
4. **Granit**, mittelkörnig, grau, $40 \times 30 \times 20$ cm, ziemlich frisch.
5. **Gneiss**, ein doppelt faustgrosses Gerölle.

Alle diese Blöcke sind an Ort und Stelle oder wenig weit darüber am Gehänge herausgewittert und liegen lose auf dem kaum aufgeschlossenen Gehänge obenauf. Es ist dies wohl die an kristallinen exotischen Blöcken reichste Stelle im Flysch des Kartengebietes. Bei längerem Nachsuchen liesse sich die Liste vermehren. Die oben gegebenen Daten bestätigen die allgemeinen Ableitungen auf p. 100—102.

Unmittelbar östlich Auf der Höhe bis Punkt 1555 ist der torfige Boden überstreut mit an Ort und Stelle aus dem schwarzen Wildflyschschiefer mit Kalk- und Quarzitfasern herausgewitterten kleineren Blöcken. Besonders massenhaft sind faust- bis kopfgrosse, grüne Quarzite und grüne, polygene Breccien mit ockerfarbigen Carbonatkörnern. Von besonderem Interesse, aber lithogenetisch rätselhaft sind einzelne Blöcke, die eine Verwachsung von Sandstein und Breccie zeigen, wie ich sie auch auf der Südseite des Aubrig gefunden habe (Fig. 38).

Ich finde also wieder bestätigt, dass sich die polygenen Breccien, die anderwärts (Weisstannental, Niesen) in anstehenden Bänken vorkommen, im Kartengebiet nur in Form von Blöcken im Flysch auftreten.

Seelibach.

Nach Klippengesteinen suchend, fand ich bei 1440—1420 m im Wildflyschschutt:

1. Dichten, grauen Seewerkalk mit Globigerinen und *Discorbina canaliculata*, typisch helvetisch. Viele kleinere Blöcke, weiter unten bis 1300 m auch mehr als 1 m^3 grosse Blöcke. Erraticum unwahrscheinlich, zerfallener Rest einer höheren Deckenmasse (Fortsetzung von Sandloch-Starkenbach) wahrscheinlich. Anstehend nichts zu finden.
2. Vollkommen dichter, grauer Kalk mit gelber Verwitterungsrinde und knorrigen, glasigen Calcitadern, an Tithon der Grabserklippe erinnernd, erweist sich jedoch durch Gehalt von Fucoiden (*Phycopsis*) als Flyschkalk.
3. Hell aschgrauer, poröser, kalkiger Sandstein, ein 20 cm grosser Block, vielleicht Flyschsandstein, doch in dieser Varietät anstehend nicht bekannt.

Längs der Aufschlüsse roter Mergel findet man auch massenhaft die bereits mehrfach beschriebenen Blöcke von Quarzit und polygener Breccie. Bei zirka 1400 m sieht man anstehend mit 30° Südostfall von oben:

Rote Mergel.

Zirka 6 m rote und grüne Mergel ineinander sich verkeilend.

Zirka 1 m grünliche Mergel mit zerrissenen, grünen Quarzitbänken von 0.5—1 dm.

Linse von polygener, grüner, grobkörniger Breccie, 2 m lang und 1 m dick, im Anstehenden.

Unterhalb des roten Mergels, der den Bach schief überschreitet, folgen dunkle Mergel mit Bänken von feinkörnigem Kieselkalk oder Sandkalk und vollkommen dichtem, z. T. etwas mergeligem und ausgesprochen muschelig absplitterndem, dichtem Kalk, der z. T. schöne Fucoiden enthält, besonders *Phycopsis Targionii*, *Ph. affinis*, *Halymenites flexuosus*.

Lochalp nordöstlich Wildhaus.

Während im Gebiet des Fliegenspitzes die Zugehörigkeit des Wildflyschs zur Säntisdecke nicht einwandfrei bewiesen werden kann, lassen die Aufschlüsse auf der Südostseite des Säntis-



Fig. 38. Exotischer Block von Quarzit mit Breccienrinde beim Brücklein Auf der Höhe, Amden.

a = grauer, fast dichter Quarzit, fein gebändert.

b = feinkörnige, polygene Breccie.

gebirges darüber kaum einen Zweifel. Nördlich Lochalp finden wir in verkehrter Lagerung von oben das folgende, zwar schlecht aufgeschlossene Profil:

1. Leistmergel.
2. Grünsandkalk, Nummuliten- und Lithothamnienkalk (Näheres im Abschnitt Bürgenschichten).
3. Gelblicher Schiefermergel.
4. Blöcke von dunkelgrüner, polygener Breccie von zirka 30 cm, mit viel groben, grauen, frischen Feldspäten, worunter Karlsbader Zwillinge; auch vereinzelt grüne Gerölle bis 6 cm und Milchquarz bis 4 cm, viel Muscovit und sehr viel grobe, glasige Quarzkörner. Auch grüne Quarzitblöcke. Wohl alles aus verdecktem Wildflysch.
5. Plattiger, glimmersandiger Kalk und grauer Schiefermergel.
6. Zirka 50 m unter 2 folgen am Weg zirka 200 m nördlich der Hütten Lochalp rote und grüne Mergel, zirka 10 m, immer noch NW fallend, damit wechsellagernd gelbliche, flaserige Mergelkalklagen.
7. Die ausgedehnten Anrisse nördlich des Sommerikopfes bestehen aus Südost fallenden, grauen Mergeln, denen vom Sommerikopf an südwestwärts konkordant aufsitzt:
8. Schwärzlichbrauner, plattiger Kalk, genau wie Wangschichten aussehend, vielleicht aus S überschoben.

Die roten Mergel der Wildflyschgruppe liegen hier bestimmt primär über den Nummulitenschichten und gehören zur Säntisdecke.

Zu Fucoideenschichten und Kieselschiefer.

Nachdem ich die Flyschgegend des Walensegebietes abermals durchwandert habe, glaube ich dreierlei Arten von Fucoideenschichten unterscheiden zu können:

1. Graue Mergelschiefer oder Schiefermergel, typisch im Sulzbach (beschrieben p. 72—73, 2 in Fig. 4, p. 28).
2. Gelblich bis grünlich angewitterte, flaserige Kalkmergel; Fucoiden undeutlich, enthalten Pyritknöllchen, bilden vielfach wiederholte Einlagerungen im Flysch und sind oft kaum unterscheidbar von Leibodenmergel (oder gar Seewerschiefer). Besonders typisch am Fliegenspitzrücken (Fig. 29, p. 115, Nr. 8).
3. Dichte Kalk- und Mergelkalkbänke mit Mergelzwischenlagen. Die Fucoiden sind auf den Ablösungen der Kalkbänke oft sehr schön angewittert. Typisch im unteren Teil des Seelibaches.

Ad p. 68.: Die Kieselschiefer am Weg nordöstlich Amden-Auf der Höhe haben wohl mehr als 100 m Mächtigkeit, schliessen aber anscheinend normal und konkordant 4 mal wiederholt dünne Lagen von gelblichem, flaserigem Mergel ein, der mit verd. HCl sehr stark braust, während die Kieselschiefer nicht brausen. Mit den Kieselschiefern sind durch alle Übergänge tonige, in Plättchen zerfallende, feinkörnige Glimmersandsteinschichten verknüpft, so dass der Kieselschiefer als feinstkörnige Tonsandsteinfacies zu betrachten ist. Die Zugehörigkeit zum Flysch unterliegt keinem Zweifel.

Bürgenschichten, Assilinengrünsand.

A. Benennung — Übersicht.

Diese unmittelbar der Kreide aufliegenden Nummulitenschichten der östlichen Schweizeralpen wurden erst 1905 von denen des Flyschs unterschieden. Ich nannte sie in meiner Arbeit über den westlichen Teil des Säntisgebirges (1905, p. 314—315) Assilinengrünsand, da es eine tiefgrüne Glauconitbildung mit Assilinen ist, zum Unterschied der Nummulitenschichten im Flysch. Diese Bezeichnungen sind auch in der Walensekarte 1907 angewandt worden.

Seither konnte bestimmt werden, dass die *Assilina*, wie in der Säntisarbeit vermutet, die typische *Assilina exponens* Sow. ist. Ich fand 1908 im Assilinengrünsand bei Fli und Sere auch neben dieser Art, zwar vereinzelt, *Nummulina complanata* LAM., ferner in der Gegend des Kistenpasses, der Wageten und des Vierwaldstättersees damit vergesellschaftet *Nummulina uroniensis* DE LA HARPE. Anderseits erkannte ich fast überall im Flysch neben den dicken Nummulinen auch eine kleine Assiline,

und zwar *Assilina granulosa* d'ARCH., so dass sich aus doppeltem Grunde die Bezeichnungen „Assilinen-“ und „Nummulitenschichten“ als unpassend erweisen. Ich kann zwar immerhin hervorheben, dass die *Assilinen* von den Nummuliten im Assilinengrünsand der Churfürsten-Mattstockgruppe und des Säntisnordrandes 98—100 % ausmachen.

Als Bürgenschichten bezeichne ich seit 1908 die untere konstante Abteilung der schweizerischen Nummulitenbildungen, bestehend aus

- II „Complanataschichten“,
- I „Assilinengrünsand“.

Die Complanataschichten s. str. sind in der Churfürsten-Mattstockgruppe durch sterile, unreine Kalkschichten ersetzt, so dass als fossilreiche Bildung nur die unterste Unterabteilung der schweizerischen Nummulitenbildung, der eigentliche „Assilinengrünsand“ übrig bleibt.

B. Spezialprofile.

1. Kapfenberg-Weesen.

Die Schichten sind hier sehr mangelhaft aufgeschlossen und liegen verkehrt, zwischen Seewerkalk oben und Flysch unten. Bei Höfe fand ich in dem nur spärlich hervortretenden Grünsand keine Assilinen. Auf der Ostseite des Berges konnte ich im Anstehenden eine einzige undeutliche Assiline erkennen; dagegen fand ich etwas weiter unten im Schutt einzelne glauconitische Steine mit Nestern voll von *Assilina exponens*.

2. Mürtschendecke.

Von Westen her treffen wir die ersten Aufschlüsse der Bürgenschichten bei Betlis zu beiden Seiten des **Seretobels**. Hier liegt der Assilinengrünsand nahezu horizontal auf oberem Seewerkalk, ist jedoch durch mehrere Brüche in komplizierte Stücke zerlegt (vergl. tektonischer Teil). Die liegende Grenze ist messerscharf und erstaunlich glatt und regelmässig, so dass sie selbst noch bei 10—20facher Vergrösserung als scharfe ebene Grenze erscheint (vergl. Fig. 37 p. 127). Das frische Gestein ist dunkelgrün, feinkörnig, sehr reich an dunkelgrünen Glauconit- und Kalkglauconitkörnern von $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ mm. *Assilinen* und *Orthophragminen* sind zu tausenden nesterförmig angehäuft, daneben wieder nur vereinzelt. Das verwitterte Gestein ist rostig porös, die kalkigen Schalen sind ausgelaugt.

Die besten Aufschlüsse findet man auf der östlichen Bachseite, einige Schritte südwestlich unterhalb des Weges an einer schwer zugänglichen Stelle (Fig. 39). Besonders schön lässt sich hier der messerscharfe Transgressionskontakt gegen den liegenden Seewerkalk beobachten. Der massige Grünsand lässt durch seine ganze Mächtigkeit von $5\frac{1}{2}$ m hindurch keine nennenswerten Gesteinsunterschiede erkennen. An der Basis *Pecten* sp.; die ersten grossen Foraminiferen folgen vereinzelt 40 cm über dem Seewerkalk, dann in ungeheurer Zahl in mittlerer Gesteinshöhe, nämlich:

***Assilina exponens* Sow.**

typisch, grosse Form, z. T. stark granuliert, besonders die mikrosphärische Generation massenhaft.

***Orthophragmina (Discocyclina) discus* Ret.,**

glatte Varietät, bis 28 mm beobachtet, beide Generationen, massenhaft.

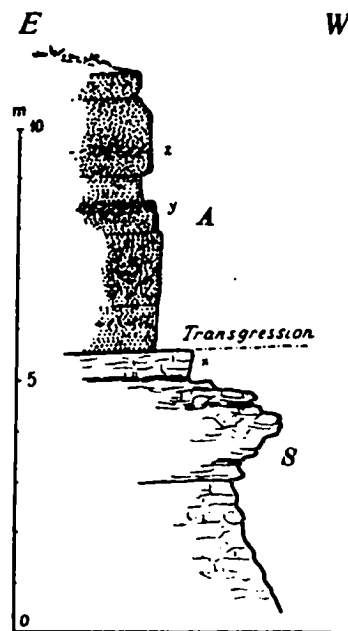


Fig. 39.

Der Kontakt von Seewerkalk und Assilinengrünsand auf der linken Seite des Seretobels.

A = Assilinengrünsand, massig, dunkelgrün, $5\frac{1}{2}$ m.

z = Nester und Lagen von *Assilina exponens* Sow.

S = Seewerkalk, grau, ohne dunkle Tonhäute.

In gleicher Ausbildung findet man den massigen Assilinengrünsand am Weg östlich Sere, etwa 5 m mächtig aufgeschlossen, mit unregelmässig in kleinen Gruppen oder einzeln zerstreuten Assilinen. Der Kontakt gegen den Seewerkalk ist ebenso scharf, jedoch im Detail etwas uneben, rau.

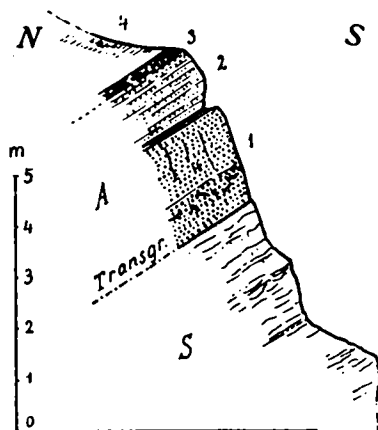


Fig. 40. Der Assilinengrünsand zirka 200 m östlich Laubegg.

S = Seewerkalk.

A = Assilinengrünsand.

- 1 = 2 m schwarzbraun angewitterter, inwendig dunkelgrüngrauer, ziemlich massiger Kalk, zirka 60 cm über dem Seewerkalk, voll dunkelgrüner Glauconitkörner mit einzelnen Assilinen.
- 2 = 1.2 m etwas schieferiger, feinkörniger, grau-grüner Kalk ohne Assilinen. Übergang innerhalb 30 cm in
- 3 = 20 cm aufgeschlossen hell bräunlichgelber Mergelschiefer, mit noch einzelnen $\frac{1}{2}$ mm grossen, intensiv grünen Glauconitkörnern.
- 4 = gelblicher, bröckeliger Mergel.

Der östlichste sichere Assilinengrünsand der Mürtshendecke befindet sich unmittelbar westlich Punkt 1554.

Rüsteli Hinter-Achslen.

Oberhalb des Rüsteli, 910 m, kann man wiederum den Assilinengrünsand schön beobachten. Zuerst war ich im Zweifel, ob nicht etwa Gault vorliege, bis ich an dem vertikalen Fels im mittleren Teil des Glauconitgesteines auf einmal auf unzählige Assilinen stiess. Auch hier noch ist der Assilinengrünsand massig, 4 m aufgeschlossen. Er enthält feine, kreideweisse Körnchen im Grünen, wie ich sie auch aus Nummulitengrünsanden im Flysch, z. B. bei Brand und nördlich des Fliegenspitz, gefunden habe.

An dieser Stelle muss auch noch ein Kalk fraglichen Alters bei Hinter Achslen, Punkt 1147 der Walenseekarte, erwähnt werden, der mit Vorbehalt als Nummulitenkalk (gelb mit blauen Punkten) kartiert ist. Es ist ein zirka 5 m mächtiger hell bläulich-grau angewitterter, inwendig grauer bis rötlicher, stark spätiger Kalk; in einzelnen Schlieren erkennt man auch deutliche Oolithkörner (Foraminiferen?), sowie einzelne grössere hellgrüne Glauconitkörner. Das Gestein liegt auf Assilinengrünsand. Ist es wirklich Nummulitenkalk, so ist es das einzige derartige Vorkommnis im Churfürsten-Mattstockgebiet.

Sulzlialp.

Bei den kleinen Hütten der Laubegg, die auf Assilinengrünsand stehen, ist die folgende Zweiteilung zu beobachten:

- a) unten zirka $1\frac{1}{2}$ m massiger Glauconitkalk voll Assilinen, mit scharfer Grenze auf dem Seewerkalk liegend;
- b) oberer Teil $1\frac{1}{2}$ m schieferig angewittert, Assilinen nicht gefunden.

Noch besser freigelegte, aber grösstenteils unzugängliche Felsen finden wir 150—200 m weiter östlich, an der Kante des furchtbaren Felsabsturzes gegen den Walensee. Auch hier ist die Zweiteilung deutlich. Der obere Teil ist namentlich in verwittertem Zustande schieferig, ein grau-grüner feinkörniger Kalk mit zurücktretendem Glauconitgehalt. Gegen den hangenden Flyschmergel findet ein allmählicher Übergang statt.

3. Flifalte.

(Vergl. Spezialkarte Nr. 53, 1 : 3000, Taf. XIV.)

Der Assilinengrünsand ist an drei Stellen gut aufgeschlossen:

1. Bei Punkt 522 der Spezialkarte 1 : 3000, südwestlich Sattel. Nur 60 cm zu sehen, diese gefaltet und zerdrückt, voll Assilinen und Orthophragminen, auf Seewerkalk mit Mergellagen.
2. Im Talwald, nordöstlich Hochbühl der Spezialkarte. Hier fällt der Assilinengrünsand normal steil südöstlich und ist nicht reduziert, in auffallend grosser Mächtigkeit von mindestens 6,

wahrscheinlich etwa 10 m. Das Hangende ist durch Schutt verdeckt, der liegende Seewerschiefer konkordant mit glatter Fläche in Form einer Schichtfuge messerscharf davon abgetrennt. Wir können von oben deutlich unterscheiden:

- b) 4 + ? m, etwas mergeliges Kalkgrünsandgestein mit schieferiger Abwitterung, feinkörnig, oben steril, unten mit vereinzelt Orthophragminen und Assilinen. Wahrscheinlicher Vertreter der „Complanataschichten“ s. str. des Vierwaldstättergebietes.
- a) 2 m dunkles, massiges, körniges Glauconitgestein. Unterste 20 cm mit spärlich zerstreuten Grossforaminiferen, darüber alles erfüllt mit

Assilina exponens Sow.

massenhaft, die mikroph. Gen. gesteinsbildend, bis 30×3 mm und stark granuliert bis an den Rand. Kammern mit weissem Calcit oder hellgrünem Glauconit ausgefüllt. Zum Teil mit im Querschnitt ausgesprochen evolutem Aufsatz der äusseren Windungen. Megasph. Gen. in besonderen Lagen und Schwärmen massenhaft, in anderen vereinzelt, wo dafür die mikroph. Gen. massenhaft auftritt.

Nummulina complanata LAM.

typisch, Länge zu Dicke = 10:1, ziemlich häufig. Megasphärische Gen. (*N. helvetica* KAUFM.) selten!

Nummulina complanata LAM.

var. *tenuissima* HEIM.

Ein Querschn. von 54×1.8 mm, selten.

Orthophragma discus

RUTIM.

schwach granuliert, weniger häufig als gewöhnlich.

Spondylus bifrons MÜNST.,

ein Exemplar.

3. Am Brandbach nördlich Hochbühl, Kurve 655. (Fig. 41.) Mit Nordost-Streichen und 30—40° Südost-Fallen finden wir von oben:

- d) 1 + x m sandiger Mergelkalk, reich an weissen Glimmerschüppchen, mit nesterartig eingestreuten schwarzgrünen Glauconitkörnern, schieferig-flaserig; ein Gestein, das ich sonst nirgends im Churfürsten-Mattstockgebiet aus dieser Schichtlage kenne.
- c) 1.2 m feinkörniger Kalkgrünsand, massig, ohne Petrefakten.
- b) 0.5 m Gestein wie d, schieferig verwitternd.
- a) 1.8 m dunkelgrüner, feinkörniger Glauconitkalk und Grünsand, voll Gross-Foraminiferen — die gleichen Arten wie die im vorhergehenden Profil erwähnten. Sie setzen 20 cm über den Seewerschichten ein und erreichen das Hauptmaximum 35—50 cm über der Grenzfläche, mit dominierendem Auftreten der mikroph. *Assilina exponens* nebst nicht seltenen *N. complanata*. Ein zweites schwächeres Maximum mit dominierender megasph. *A. exponens* fällt 50 cm unter b, während die oberen 30 cm von a wieder steril zu sein scheinen. Wir konstatieren also an dieser Stelle ein allmähliches Anschwellen und wieder Aufhören im Gedeihen der Grossforaminiferen.

Die Grenze zwischen Kreide und Eocän ist auch hier wieder glatt und messerscharf, und es fehlt jede Spur grobklastischer Bildungen am Kontakt.

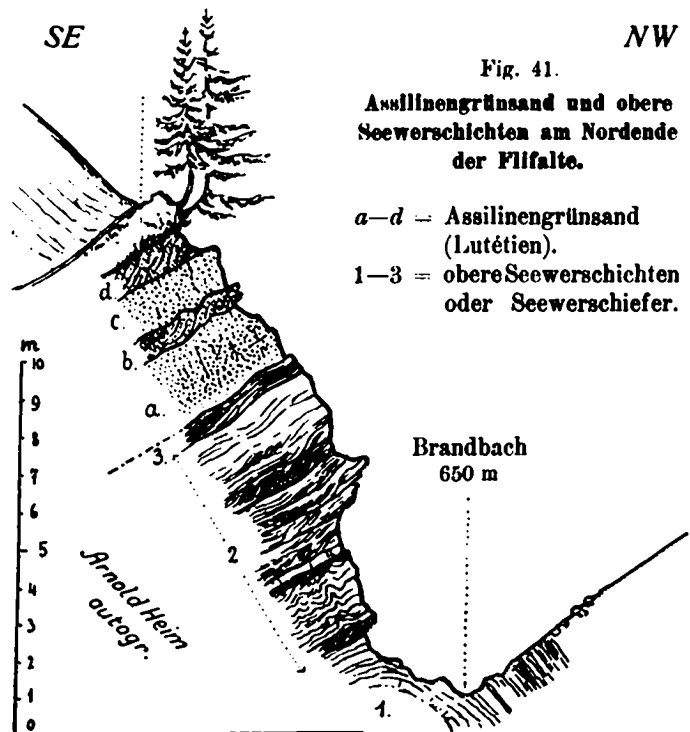


Fig. 41.

Assilinengrünsand und obere Seewerschichten am Nordende der Pilzfalte.

a—d = Assilinengrünsand (Lutétien).

1—3 = obere Seewerschichten oder Seewerschiefer.

4. Nordrand der Säntisdecke.

Zwischen Thur und Linth kommen die Bürgenschichten in der Säntisdecke einzig am Nordwestrand des Mattstocks vor.

Brunnenegg, Mattstock-Westende.

Der Assilinengrünsand liegt hier durchwegs verkehrt und hat von Schritt zu Schritt wegen Verquetschung und Zerbrechen eine andere Mächtigkeit, im Maximum 5 m. Das Gestein ist typisch, massig, dunkelgrün; Assilinen fand ich nur an einer Stelle einzeln zerstreut. Unmittelbar bei der Quelle wurde ein schöner Haifischzahn gefunden, nämlich *Oxyrhina xiphodon* Ag.

Sicher kann man trotz verkehrter Schichtlage feststellen:

1. Dass der durchwegs scharfe Kontakt gegen den Seewerkalk primär und nicht durch Verquetschung einer dazwischenliegenden Mergellage erzeugt ist.
2. Dass hingegen ein Übergang in den gelblichen Flyschschiefer stattfindet.

Matthöhe.

Zu meiner Verwunderung fand ich an der Nase des Mattstocks 4 verschiedene Grünsandbänke zwischen Flysch und Seewergestein eingeschaltet. Aus Mangel an Petrefakten konnte ich zu keinem sicheren Resultat der Altersbestimmung gelangen und verweise infolgedessen auf die Besprechung dieses Profiles im tektonischen Teil.

Nur die orographisch unterste der 4 Bänke glaube ich sicher als Assilinengrünsand zu erkennen, auch wenn ich trotz längeren Suchens darin keine Assilinen gefunden habe. Das Gestein ist 2 m mächtig, massig, dunkelgrün, enthält neben den gewöhnlichen sehr feinen dunkeln Glauconitkörnern auch hellere türkisgrüne Körner, ferner kreideweisse Körner.

Säntis-Nordrand.

Während noch am Nordrand des westlichen Säntis bei Gugger am Ausgang der Thurschlucht ¹⁾ der Seewerkalk allmählich in die hangenden Mergel übergeht und Grünsande nicht zu finden sind, (vergl. Walenseekarte), finden wir wenig weiter nordöstlich ob Lauiboden ausnahmsweise zwei Grünsandbänke, von denen die eine Assilinen enthält. Die stratigraphischen Verhältnisse sind hier wegen verkehrter Schichtlage sehr schwierig zu beurteilen. (Näheres in Säntisgebirge 1905, p. 314.)

Wenig weit östlich des Risipasses treffen wir an einer einzigen Stelle bei Leser (Säntisgebirge, Karte Taf. VI und Fig. 1, p. 315) in verkehrter Schichtlage den Assilinengrünsand am direkten Kontakt mit dem Seewerkalk. Er enthält ²⁾:

Assilina exponens J. Sow.,

mikrosph. Gen. gross, typisch, häufig; meg. Gen. weniger häufig.

Orthophragmina discus RUTIM., bis 30 mm Durchm.

Pecten parisiensis d'ORB.

Spondylus sp. ind.

Conoclypeus sp.

Erinnernd an die Verhältnisse ob Lauiboden hielt ich die Möglichkeit nicht für ausgeschlossen, dass ein zwischen Seewer und Assilinengrünsand liegender Mergelkomplex ausgequetscht sei. Nachdem ich nun aber gesehen habe, dass es sich um die ganz gleiche Ausbildung mit den gleichen Foraminiferen wie am Mattstock oder in der Mürtchendecke handelt, muss ich den Kontakt von Seewerkalk und Assilinengrünsand entschieden auch hier als primär betrachten.

¹⁾ Vergl. Säntisgebirge, „Beiträge“, 1905, p. 402.

²⁾ Die Foraminiferen sind in meiner Säntisarbeit noch nicht bestimmt angeführt; ich habe sie 1908 neu untersucht.

Weiter östlich hat ALBERT HEIM am Nordrand des mittleren Säntis nirgends Nummulitengesteine gefunden bis zur Bommenalp, wo er mitten in dem sonst einfach gebauten Kreidewölbe eine schmale steilstehende Eocänzone fand¹⁾.

Nach der Exkursion der schweiz. Gesellschaft für Urgeschichte in die Wildkirchlihöhe, 31. Mai 1908, hatten mein Vater und ich Gelegenheit, jenem Eocänzug entlang hinabzusteigen. Wir haben die Darstellung, wie sie im „Säntisgebirge“ gegeben ist, als vollständig richtig befunden, können aber folgendes schärfer bestimmen:

Das „Nummulitengestein“ ist Assilinengrünsand mit einem etwas abweichenden Faunencharakter. Der kalkige Grünsand, an der Basis mit weissen Körnchen, hat normal 4—5 m Mächtigkeit und ruht in Diskontinuität mit scharfer Grenze auf den Seewerschichten, die in ihren obersten 2—3 Metern etwas schieferig-mergelig entwickelt sind. Nach oben geht der Assilinengrünsand auch hier durch 2—4 m dunkle, etwas schieferige Mergel allmählich in den hellgelblich angewitterten Flysch-Mergel über (Fig. 42).

Die Grossforaminiferen sind weit spärlicher als in der Mürtschendecke und Flifalte, und auf die untersten Lagen des Grünsandes beschränkt:

Assilina exponens J. Sow.,
typisch, aber nicht gross
und nicht sehr häufig.

Assilina exponens Sow.
var. *tenuimarginata*
HEIM,

mikro- und megasph. Generation typisch; in Nummuliten- und Flyschb. beschrieben p. 243, 245, abgebildet Taf. VII, Fig. 19, 38, 39.

Orthophragmina (Discocyellina) discus RUT.

Pecten (Entolium) cf. corneus Sow.

Pecten sp. ind.

Ostrea sp., häufig; kleine, dünnschalige Form.

Das Vorhandensein dieser kleinen Auster neben der dünnrandigen Assilinenvarietät ist für dieses Vorkommen des Assilinengrünsandes eigentümlich.

Endlich finden wir in tiefgrüner, massiger Ausbildung den Assilinengrünsand am Klammengzug am normalen Kontakt auf Seewerkalk, stratigraphisch unter dem begleitenden Flysch liegend (Säntiskarte 1:25,000, Nr. 38). ALBERT HEIM nannte das Gestein ohne nähere Bestimmung „Nummulitengrünsand“ (Säntisgebirge 1905, p. 16, 67—68). „In Bänken von 0.1—2 m liegt der Nummuliten führende Grünsandstein direkt am Seewerkalk festgeklebt, ohne Schiefer, ohne Spuren einer Transgression dazwischen“ (l. c., p. 16).

In bezug auf die Frage der Transgression verweise ich auf meine Ausführungen in „Nummuliten- und Flyschbildungen“ 1908, p. 197—198.

Südostseite des Säntisgebirges.

Von den Nummulitenbildungen auf der Südostseite des Säntisgebirges hat bereits mein Vater eine eingehende Beschreibung gegeben²⁾. Es konnte damals jedoch die stratigraphische Lage der im Hangenden auftretenden Mergelbildung, sowie die Nummulitenfauna nicht näher bestimmt werden.

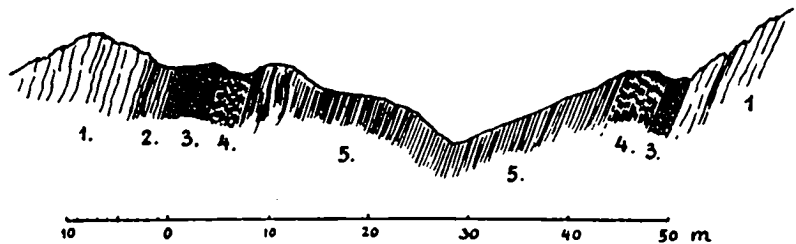


Fig. 42. Profil der Eocänmulde bei Blättli, Bommenalp, Säntis N.

- 1 = Seewerkalk Turon.
- 2 = Kalkiger Seewerschiefer, gelblich angewittert.
- 3 = Assilinengrünsand.
- 4 = sterile, mergelige Übergangsschichten in
- 5 = hellgelbliche Mergelschiefer ohne Kalkbänke (Stadschiefer).

¹⁾ ALBERT HEIM: Das Säntisgebirge 1905. Karte 1:25,000; Text mit Figur p. 66—67.

²⁾ ALBERT HEIM, Säntisgebirge, „Beiträge“ 1905, p. 18.

Da nach der genannten Beschreibung die betreffenden Nummulitenbänke weder den Bürgenschichten noch der Flyschgruppe sicher zugewiesen werden konnten, unternahmen mein Vater und ich am 16. Juli 1910 eine Exkursion in die Gegend der Lochalp oberhalb Gams. Dabei ergaben sich die folgenden Ergebnisse, die als Ergänzung zu der früher l. c. gegebenen Beschreibung aufzufassen sind.

Der hangende, verkehrt liegende Mergelschiefer¹⁾ ist typischer Leistmergel, und die Grenze gegen die Nummulitenbildung, wo aufgeschlossen, relativ glatt und messerscharf. Die ursprünglich im normalen Hangenden der Kreide befindliche Lage entspricht somit der Lage des Assilinengrünsandes oder allgemein der Bürgenschichten (Fig. 43). Die Nummulitenschichten liegen zweifellos verkehrt.

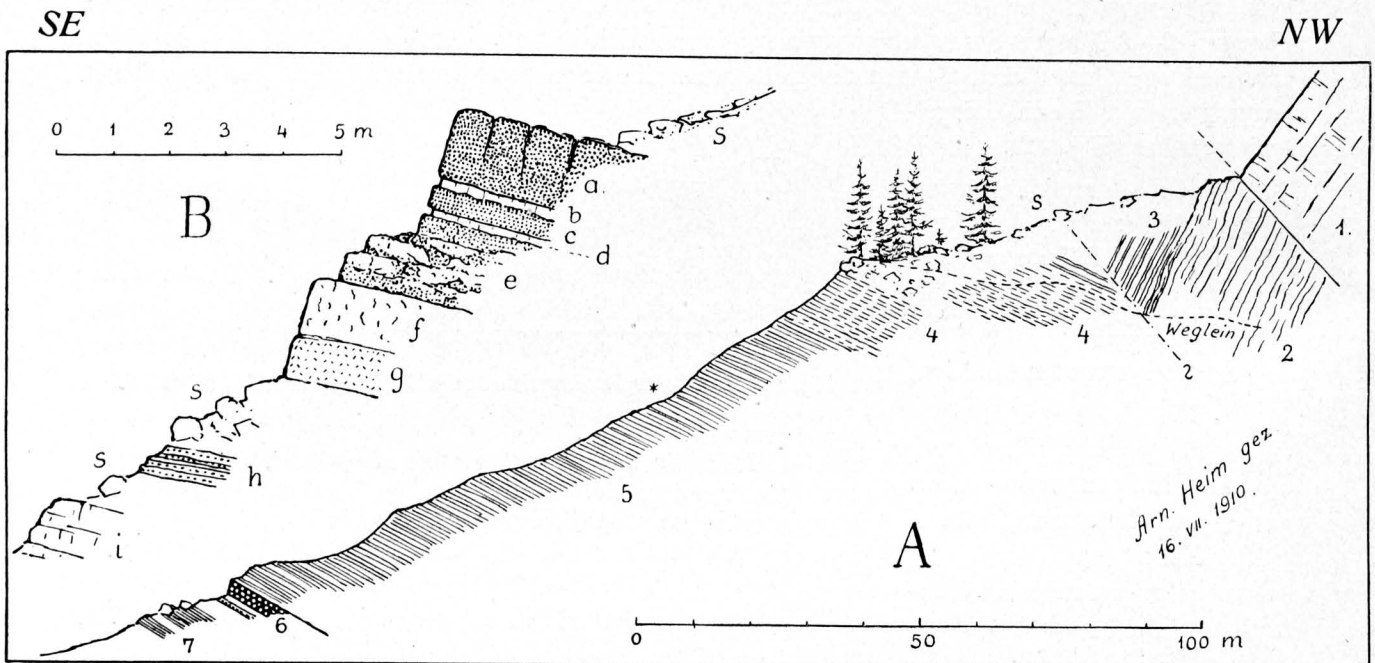


Fig. 43. Die Kontaktzone von Kreide und Eocän auf der Südostseite des Sântisgebirges, Südostabhang des Gulmen oberhalb Gams.

Profil A nordwestlich Hinterbromegg; der Sântiskarte 1 : 25,000.

„ B Nummulitenschichten am Tristenplatz nördlich Lochalp, 6 der Fig. A in 10mal grösserem Massstab gezeichnet.

- | | |
|---|--|
| 1 == Oberer Schratenkalk. | 5 == Leistmergel mit <i>Hamites</i> bei *. |
| 2 == Seewerkalk. | 6 a—i == Nummulitenbildung. |
| 3 == Obere Seewerschichten, Seewerschiefer. | 7 == gelbliche Flysch-Schiefermergel. |
| 4 == Leibodenmergel (verkehrt). | s == Gehänge-Blockschutt. |

Wir finden von oben, d. h. vom älteren zum jüngeren bei der Lochalp (Fig. 43 B), folgende Schichtfolge:

- 6 a) 1. s m²⁾ tuffartiger, grüner Glauconitkalk mit hellgrünen und weissen Punkten; Glauconit zum grossen Teil pigmentär; enthält zerstreute bis nussgrosse Phosphoritknollen, zum Teil von gerollten Steinkernen; unregelmässige, eckige, z. T. grünliche Mergelbrocken bis einige Centimeter (vielleicht aufgearbeiteter Leistmergel), einzelne bis 2 mm grosse Quarz-Sandkörner, einzelne ganze, milchig weisse Lithothamnienknollen, sowie massenhaft Lithothamnienbruchstücke, einzelne kleinere, rundliche Austernschalen und andere unbestimmbare Petrefakten, Wurmgänge. Scharfe Grenze gegen

¹⁾ In der Sântiskarte 1 : 25,000 wie der Flysch mit gelber Farbe bezeichnet.

²⁾ In Fig. 43 A 2. s m, d. h. doppelt so mächtig.

- b) 15—20 cm Lithothamnien-Nummulitenkalkbank, gelblich angewittert, zum grossen Teil aus kleineren Lithothamnienbruchstücken bestehend mit viel kleinen *Discocyclinen* und *Nummulinen*; *Numm.* cf. *Boucheri* DE LA H. Übergang in
- c) 0.4 m massiger Glauconitkalk ähnlich a, jedoch gleichmässig körnig; mit viel pigmentärem Glauconit und Lithothamnienbruchstücken. *Nummulina* cf. *Boucheri*. Scharfe Grenze gegen
- d) 0.15 m Lithothamnien-Nummulitenkalkbank wie b, mit vorragenden, kieseligen Schalenentrümmern. *N.* cf. *Boucheri* und kleine *Discocyclinen*. Übergang in
- e) zirka 1.5—1.8 m Glauconitkalk wie c, jedoch mit knorrigen Lagen von Lithothamnienkalk wechsel-lagernd, der kleine *Nummuliten* und *Discocyclinen* enthält; kleine *Assilina* cf. *granulosa* var. *minor*. Scharfe Grenze? gegen
- f) 1 m massiger Lithothamnien-Riffkalk mit massenhaft grossen Nummuliten, hell, gelblichgrau. Lithothamnienknollen bis 5 cm Durchmesser, bilden einen Hauptteil des Kalkes. Glauconit, z. T. pigmentär und als Foraminiferensteinkern. Viel grobe Echinodermentrümmern. Übergang in
- g) 0.8 m bräunlicher, feinspätiger, massiger Echinodermenkalk
- h) mergeliger, grauer Sandstein;
- i) 2—6 m feinkörniger, spätiger Kalk, vielleicht verrutscht.

Etwa 15 m unter f folgt

7 gelblicher Flysch-Schiefermergel, gleich wie in Fig. 43 A, dann Wildflysch-Schutt und Kalksandstein.

Die Nummulitenfauna des Lithothamnienkalkes f ist sehr auffallend. Ich glaube folgende Arten zu erkennen:

Nummulina complanata LAM. var. *minor*,

häufig, in Quer- und Medianschnitt, typisch, meist bis 30 mm Durchmesser, selten 40 mm.

Nummulina distans DESH.? und schmale *N.* cf. *distans*,

bis 17 mm Durchmesser.

Nummulina atacica var. *globula* LEYM.?

ziemlich häufig, dick, mit spitzbogenförmigem Querschnitt, 6×4 mm.

Nummulina atacica LEYM.? schmale Varietät.

Nummulina Murchisoni BR.,

typisch, vereinzelt, z. B. 2×13 mm.

Nummulina cf. *Boucheri* DE LA HARPE.

Assilina granulosa var. *major*,

meist relativ schmal, häufig, bis 17 mm Durchmesser.

Orthophragmina (Discocyclina) Prattii MICH.

Ausser diesen Arten fand ich bei 7 in Fig. 43 A in einem Block von Lithothamnienbreccie lauter kleine Nummulitideen:

Nummulina sp. nov.?

sehr klein, anscheinend mikrosphärische Art, etwas an eine winzige *N. distans* erinnernd, jedoch Querschnitt oval, mit ganz rundem Rand und vielen eng gedrängten Windungen.

Nummulina cf. *Boucheri* DE LA HARPE,

megasphärische Gener. massenhaft, 2—3 mm Durchmesser, mit kräftigem Zentralpfeiler und stark zurückgebogenen, feinen Septen; knotenförmige Leistenanschwellungen meist schwach ausgesprochen.

Mikrosph. Gen. relativ selten, bis 8 mm Durchmesser, mit etwas gewundenen, feinen Leisten, relativ schmal.

Nummulina Murchisoni BR. var. *minor*,

kleine *Assilina* und *Discocyclina*.

Diese Faunen und ebenso die Gesteine sind sonst noch nirgends im Gebiet der Sântisdecke bekannt, stimmen aber in höchst auffallender Weise überein mit der Nummulitenbildung, die auf den Wangschichten der Drusbergdecke aufliegt und von der Stockfluh und dem Fidersberg bereits beschrieben sind¹⁾. Dort liess sich beobachten, wie die kleinen Nummuliten in horizontalem Sinne

¹⁾ ARNOLD HEIM, Nummuliten- und Flyschb. 1909, p. 56—81.

von den grossen abgelöst werden, während wir im Profil am Südostrand des Säntisgebirges eine ältere Schichtgruppe mit kleinen Nummuliten (Fig. 43 a-e) von einer jüngeren (Fig. 43 f) mit grossen Nummuliten unterscheiden können. Diese „unerlaubte“ Nummulitenfolge erklärt sich nicht auf Grund der Altersunterschiede; ich betrachte sie vielmehr grösstenteils als eine Folge der lokalen Faciesverteilung.

Ob die beschriebene Nummulitenbildung zu den Bürgenschichten gehört, bleibt so lange eine offene Frage, bis die ursprüngliche horizontale Kontinuität oder Diskontinuität der analogen Bildungen der Drusbergdecke mit den sicheren Bürgenschichten des Bürgenstockgebietes nachgewiesen sein wird.

C. Tektonische Konsequenzen.

Nach den speziellen stratigraphischen Erörterungen muss hier mit einigen Worten auf eine im „Säntisgebirge“ 1905 angedeutete Hypothese eingetreten werden, die auf die genannten Nummulitenschichten basiert ist.

ERNST BLUMER spricht sich (l. c., p. 573) folgendermassen aus: „Ist der Klammeneggzug mit samt dem Stuhlgewölbe (diese einzige Gegend im Säntis, wo, im Gegensatz selbst zu den direkt benachbarten Gebieten, Nummuliten unmittelbar dem Seewerkalk aufsitzen) gar nicht das ausgezogene Gewölbe I, sondern, ich vermute es fast, und nichts spricht zurzeit gegen diese Annahme, eine ‚lame de charriage‘ der Mürtschendecke, bei der ja die Nummulitenbänke auf Seewerkalk liegen?“

Die in dieser Arbeit mitgeteilten Tatsachen lehren nun, dass vom Mattstock bis zum Klammeneggzug, also auf eine Länge von 32 km am Nordrand des Kreidegebirges an verschiedenen Stellen Assilinengrünsand am primären Kontakt mit Seewerkalk vorkommt, und dass somit dessen Vorhandensein am Stuhl und Klammeneggzug kein genügender Grund zur Annahme einer tieferen Decke (Mürtschendecke) sein kann.

D. Horizontale Verbreitung und vertikale Abgrenzung.

Der Assilinengrünsand der unteren Bürgenschichten ist die einzige in ihrem Niveau konstante Nummulitenbildung des Eocäns der Churfirsten-Mattstockgruppe. Sie ist ausser am Nordrand der Säntisdecke allgemein verbreitet in den mittleren und unteren helvetischen Decken der östlichen Schweizeralpen und dem autochthonen Gebiet mit Ausnahme dessen nördlichsten Randgebietes (Kammerstock-Windgällengruppe). Sie ist jedoch westlich des Vierwaldstättersees mit Ausnahme der Bürgenstockkette nicht mehr bekannt. So scheint also das Faciesgebiet des Assilinengrünsandes oder die Mürtschenfacies der Bürgenschichten in den östlichen Schweizeralpen eine breite mittlere Zone der helvetischen Facies einzunehmen. (Näheres in Nummuliten- und Flyschbildungen 1909.)

Wie schon erwähnt, scheinen im Churfirsten-Mattstockgebiet die eigentlichen Complanatalkalke, die an der Wageten, am Kistenpass und Vierwaldstättersee so typisch entwickelt sind, durch wenig mächtige, sterile, mergelige Übergangsschichten vom Assilinengrünsand in die Facies der Globigerinenschiefer vertreten zu sein. Die Flysch-Mergelfacies, die schon die oberen Pilatusschichten KAUFMANN'S völlig verdrängt hat, scheint in unserem Spezialgebiete schon unmittelbar über dem Assilinengrünsand eingeleitet zu sein.

Die sterilen, mergeligen Übergangsschichten vom Assilinengrünsand zum Globigerinenschiefer sind besonders schön und 15—20 m mächtig aufgeschlossen in der Glarnerdecke bei Netstall (vergl. Nummuliten- und Flyschb. 1908, p. 63).

Zum Unterschied der unscharfen oberen Grenze ist die untere Grenze stets messerscharf und stellt die wichtigste Diskontinuität innerhalb der gesamten Schichtreihe der helvetischen

Facies dar. Das Liegende des Assilinengrünsandes wird im gesamten Gebiet der Churfürsten-Mattstock-Säntisgruppe von den Seewerschichten gebildet, ausgenommen die einzige Stelle ob Lauiboden am Nordrand des westlichen Säntisgebirges, wo die verkehrt hangenden Mergelschiefer vielleicht dem ursprünglich liegenden, senonen Leistmergel zuzuschreiben sind. Es wäre dies dann ein analoges Beispiel zum Aubrig, das ich a. a. O. beschrieben habe. (Nummuliten- und Flyschb. 1908, p. 55, Fig. 8.)

Im Hauptgebiet der Säntisdecke sind die Bürgenschichten spurlos verschwunden und der beschriebene Flysch legt sich dort mit problematischer Grenze direkt auf die Senonmergel. Dieses Fehlen ist vielleicht teilweise tektonisch bedingt.

Am Südostrand des Säntisgebirges tritt am Kontakt mit Leistmergel an Stelle des Assilinengrünsandes eine lithothamnienreiche Nummulitenbildung auf, deren Gestein und Fauna vom Assilinengrünsand total verschieden ist, aber Ähnlichkeit mit gewissen Nummulitenkalken im Flysch aufweist (Kopfwald nördl. Fliegen spitze). Es handelt sich vielleicht um die neritisch-litorale Facies der Bürgenschichten und um die Äquivalente mit den auf den Wangschichten der Drusbergdecke normal aufliegenden neritischen Nummulitenkalken (Iberg-Frohnalpstock), die hier sporadisch sich schon in einer ursprünglich nördlicheren Zone einstellen.

Vielleicht können analoge Schichten auch noch am Nordostrand der Churfürstenkreide gefunden werden.

E. Mikroskopisches.

Vier verschiedene Dünnschliffe des echten Assilinengrünsandes vom Seretobel bei Betlis und von der Brunnenegg am Mattstock haben ein durchaus einheitliches Aussehen. Sie zeigen in einer zurücktretenden Grundsubstanz eingebettet sehr reichlich Glauconit-, Glauco-Calcit und weniger Quarzkörner (vergl. Phot. Fig. 37, p. 127).

1. Glauconithaltige Körner, zirka 80 %, treten in verschiedenen Modificationen auf:

- a) Gewöhnlicher Glauconit, kryptokristallin, intensiv grün bis blaugrün, in wohl individualisierten, rundlichen Körnern von bis 0.7 mm Durchmesser.
- b) Farbloser Glauconit, Gelform, isotrop, spärlich, in Übergängen zu gewöhnlichem Glauconit.
- c) Braune, isotrope Modifikation, bildet einzelne bis 1.6 mm grosse scharf abgegrenzte Körner.
- d) Glauco-Calcit-Körner, bis über 0.5 mm Durchmesser, sehr reichlich und typisch für den Assilinengrünsand, in verschiedenen Ausbildungen. Besonders häufig sind Glauconitkerne mit farblosem Rand von körnigem Calcit, wobei Glauconit und Calcit mit einander nahtartig verwachsen sind. Die meisten Glauconitkörner zeigen einen wenn auch oft partiellen, dünnen Calcitrang. Gelegentlich bildet der Calcit den grösseren Teil des Kornes. Oft enthalten aber auch die Glauconitkörner als Einschlüsse farblose Calcitrhomboëderchen. Das Verhältnis beider Componenten wechselt, aber das ganze Korn hat stets einen einheitlichen Charakter (Fig. 37). Calcit und Glauconit sind beide gleichzeitig chemisch niedergeschlagen, und nicht als Foraminiferensteinkerne zu betrachten.
- e) Glauco-Quarzkörner. Diese sind weit spärlicher als die Glauco-Calcitkörner. Ein Korn besteht zur Hälfte inwendig aus Quarz, zur anderen aus Glauconit mit Calcitrang. Ein anderes enthält einen noch fast isotropen SiO_2 Kern, der sich aus der Gelform eben in mikrokristallinen Quarz umzuwandeln beginnt. Vielleicht stammt diese Kieselsäure von Kieselaminiferen (*Grammostomum*).

2. Quarz. Sandkörner, 5—10 %, bis 0.2 mm, meist 0.1 mm Durchmesser, eckig bis halbrund, gelegentlich selbst zackig, farblos, scharf individualisiert und einheitlich auslöschend.

3. Schwefeleisen in unregelmässigen Körnchen im Glauconit und Calcit; zum Teil in Hämatit umgewandelt.

4. Grunds substanz, zirka 10 %, besteht aus schmutzig grünen, feinen Glauconitkörnchen, die von den gewöhnlichen unter *a* genannten nicht scharf abzutrennen sind, ferner Glauconit als Füllmasse (pigmentärer Glauconit). Die Hauptmenge des Bindemittels besteht aus brauner, kalkhaltiger und eisenschüssiger Substanz.

Mikroorganismen sind mit Ausnahme des Schliffes von Brunnenegg sehr spärlich und schlecht erhalten.

F. Fauna und Alter.

Ausser Foraminiferen sind Petrefakten relativ selten. Diese aber sind stellenweise gesteinsbildend. Sie erscheinen stets im gleichen Niveau, meist 20—40 cm über der unteren Grenzfläche, wie eine fast plötzlich sich ausbreitende Invasion.

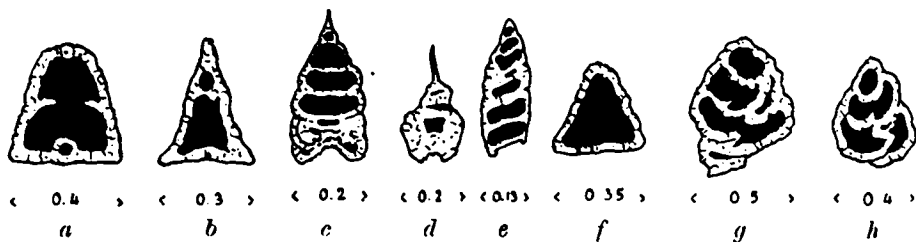


Fig. 44. Mikro-Foraminiferen aus dem Assilinengrünsand (Mattstock W, Brunnenegg) mit kieselig-sandiger Schale:

Grammostomum, *Bigenerina*, *g—h Bigenerina robusta* BRADY?

Mikro-Fauna.

Grammostomum sp. (Fig. 44),

häufige, sandig-kieselige Schalen im Assilinengrünsand Mattstock-Brunnenegg.

Bigenerina sp. (Fig. 44 *g—h*),

häufige, sandig-kieselige Schalen im Assilinengrünsand Mattstock-Brunnenegg, nach frdl. Mitteilung von Dr. PEARCEY wahrscheinlich frühe Entwicklungsstadien von **B. robusta** BRADY.

Rotalia?

im Assilinengrünsand Betlis-Sere und Brunnenegg.

Globigerina sp. *bulloides* d'ORB.?

im Assilinengrünsand von Brunnenegg, vereinzelt.

Makro-Fauna.

Da die chronologische Äquivalenz des Assilinengrünsandes mit den p. 137—140 beschriebenen Nummulitenschichten auf der Südostseite des Säntisgebirges nicht einwandfrei festgestellt ist, wird hier nur die Fauna des echten Assilinengrünsandes zusammengestellt.

Foraminiferen.

Assilina exponens J. Sow.

d'ARCHIAC ET HAIME, Mon. d. Numm. Paris 1853, p. 148, pl. X, f. 1—6 und p. 154, pl. XI, f. 6—8.

ARN. HEIM, Nummuliten- und Flyschb. 1908, p. 242—246, Taf. VII, Fig. 1—18, 23—37, Taf. VIII, Fig. 20 pars.

Typus, gross, mehr oder weniger stark granuliert, mikrosph. Gen. häufiger als die megasphärische, bis 32×3 mm. Überall, jedoch oft schwarmförmig verteilt.

Assilina exponens Sow. var. **tenulmarginata** HEIM.

ARN. HEIM, Numm.- u. Flyschb., p. 243, 245, Taf. VII, Fig. 19—20, 21—22 pars, 38—39. Textfigur 23 C und D, p. 246. Säntis, Bommenalp-Blättli.

Nummulina complanata LAM. (= *N. millecaput* BOUBÉE).

d'ARCHIAC ET HAIME, Mon. d. Numm., p. 87, pl. I, f. 1—3, typisch, bis 55×4 mm beobachtet, Dicke zu Durchm. durchschnittlich 1 : 10. Megasph. Gen. (*N. helvetica* KAUFM.) selten, mikrosph. Gen. bei Hochbühl-Flifalte nicht selten, mit *A. exponens* zusammen.

Numm. complanata LAM. var. *tenuissima* HEIM.

d'ARCHIAC ET H., Mon. d. Numm., pl. I, f. 3.

ARN. HEIM, Nummul.- und Flyschb., p. 210. Zwei mikrosph. Exemplare von Hochbühl-Flifalte 54×1.8 mm und 70×3 mm; Verhältnis von Dicke zu Durchmesser 1 : 20 bis 1 : 30.

Orthophragmina (Discocyclina) discus RÜTIM.

ARN. HEIM, Nummul.- und Flyschb. p. 256, Taf. VIII, Fig. 20 links, 21—22. Die Form des Assilinen-grünsandes der Churfürsten-Mattstockgruppe ist auf der Oberfläche glatt, ohne Pfeiler, stimmt aber genau überein mit derjenigen von Seewen-Schwyz ¹⁾, die schon KAUFMANN als *Orbitoides discus* bestimmt hat. Grösse bis über 30×3 mm. Beide Generationen, besonders mikrosph. massenhaft, neben *A. exponens*. Sere, Flifalte, Leser.

Orthophragmina (Discocyclina) Chudeani SCHLUMB.?

SCHLUMBERGER, B. S. G. F. 1903, p. 282, pl. IX, f. 18—20; kleine, 2—3 mm lange Querschnitte, vereinzelt; Flifalte östlich Hochbühl.

Metazoën.

Spondylus bifrons MÜNSTER.

GOLDFUSS, Petr. Germ. tab. CVI, Fig. 10a; ein grosser Steinkern der kleinen Schale von Hochbühl-Flif.

Pecten (Entolium) cf. corneus SOW.

SOWERBY, Min. Conch. pl. 204; von Bommenalp-Blättli, Säntis-N.

Pecten parisiensis d'ORB. (?)

DEHAYES 1824, p. 305, pl. 44, f. 16—18 = *P. imbricatus*; je eine Schale von Säntis-Leser und (?) Sere-Betlis.

Murex sp. ind., östlich Laubegg, Quinten.

Ostrea sp. ind., Bommenalp-Blättli, Säntis-N.

Conoclypeus sp. ind.

ein schlechtes Bruchstück mit Ambulacralfeld, Säntis-Leser.

Oxyrhina xiphodon AG.

AGASSIZ, Recherches sur les poissons foss. 1833—1843, Vol. III, p. 278, tab. 33, f. 11—17, aus dem Gips (Ludien) von Paris.

Ein schön erhaltener Zahn mit schwarzem Emailganz von Mattstock-Brunnenegg. Da jedoch die Wurzel abgebrochen, ist die Bestimmung nicht absolut sicher. Das Speciesmerkmal „aplatissement de la face interne“ ist immerhin noch deutlich.

Die Gastropodenfauna, die C. BURCKHARDT ²⁾ von der Wagetenkette, offenbar aus den Bürgenschichten stammend, erwähnt, ist im Churfürsten-Mattstockgebiet unbekannt. Ebenso fehlt hier vollständig die für die unteren Bürgenschichten der Bürgenfacies (Kistenpass, Wageten, Vierwaldstättersee) so häufige *Nummulina uroniensis*.

Dass die Bürgenschichten dem Mitteleocän angehören, ist unbestreitbar. Es fragt sich nur noch, welcher Unterabteilung des Lutétien der „Assilinengrünsand“ zuzuschreiben sei. *Nummulina complanata* reicht nach H. DOUVILLÉ und J. BOUSSAC nicht höher als oberes, nicht tiefer als mittleres Lutétien. Da die ganze, viel über 1000 m mächtige Flyschgruppe der Einsiedlerschichten wohl dem oberen Lutétien zugeschrieben werden muss, ergibt sich am natürlichsten die Zustellung zum mittleren Lutétien ³⁾.

¹⁾ Vergl. auch ARNOLD HEIM: Über das Profil von Seewen-Schwyz etc. Vierteljahrsschr. d. nat. G. Zürich 1908, Taf. I.

²⁾ C. BURCKHARDT: Kreideketten, Beiträge zur geol. Karte der Schweiz, n. F., Liefg. V. 1896, p. 92.

³⁾ Vergl. Nummuliten- und Flyschb. 1908, p. 134, 139 etc.

G. Facies und Mächtigkeitsveränderungen.

In bezug auf die Tiefe der Ablagerung habe ich bereits in Nummuliten- und Flyschbildungen p. 163—165 an Hand von 14 Gründen abgeleitet, dass die Facies des Assilinengrünsandes oder allgemeiner die Mürtschenfacies der Bürgenschichten einen bathyalen, relativ küstenfernen Charakter hat.

Um keine Kreisschlüsse zu ziehen, lassen wir die Flifalte, deren Deckenzugehörigkeit in einem späteren, tektonischen Abschnitt behandelt werden soll, vorderhand unberücksichtigt.

Den ursprünglich nördlichsten Assilinengrünsand finden wir am Kapfenberg. Darauf folgt weiter südlich die Mürtschendecke mit dem Seretobel, wo der massige Grünsand $5\frac{1}{4}$ m mächtig ist. Weiter östlich finden wir ihn im Serewald $5+?$ m, beim Rüsteli $4+?$ m, westlich und östlich Laubegg nur noch 3 m. Dazu kommt, dass hier der obere Teil weniger stark glauconitisch und etwas schieferig ist.

Den nächstfolgenden Assilinengrünsand finden wir am Mattstock-Westende mit bis 5 m, massig wie bei Sere ausgebildet. Weiter östlich, auf Bommenalp-Sonder schätze ich 4—5 m; am Klammeneggzug gibt mein Vater nur noch 2 m und darunter an. Berücksichtigen wir noch die bedeutend grössere Mächtigkeit in den tieferen Decken des Linthgebietes, so können wir im grossen ganzen eine Mächtigkeitsabnahme von Nord nach Süden erkennen.

Abgesehen von dem Vorhandensein kleiner Austern auf Säntis-Bommen lassen sich nördlich des Walensees im Gebiet der Mürtschenfacies keine wesentlichen Unterschiede in der Art der Ausbildung der Bürgenschichten erkennen.

Die neritischen Lithothamnienschichten auf der Südostseite des Säntisgebirges nehmen eine Sonderstellung ein und scheinen mit dem Assilinengrünsand des nördlicheren Gebietes der Mürtschenfacies in keinem Zusammenhang mehr zu stehen. Ich betrachte sie vorläufig als ursprünglich nördlichstes, lokales Auftreten der Drusbergfacies.

H. Isometrische Richtung und Zonenbreite der Mürtschenfacies.

Die Südgrenze des Assilinengrünsandes liegt innerhalb der nördlichsten Zone der Säntisdecke und fällt ziemlich genau mit dem jetzigen Alpenrand zusammen, verläuft also ENE-WSW. Wir sehen also, dass die Mürtschenfacies noch auf die Stirnregion der Säntisdecke übergreift. Die stärksten Faciesveränderungen finden wir in der dazu senkrechten Richtung, auch wenn wir uns die Falten ausgeglättet denken.

Innerhalb der Mürtschendecke fehlen noch genügende Anhaltspunkte für die Südseite des Walensees, so dass die Richtung der isometrischen Linien nur ungefähr angegeben werden kann. Die Mächtigkeit nimmt auf der Nordseite des Walensees gegen das Alpeninnere hin ab. Wenn das gleiche auch im Linthgebiet der Fall ist, so muss von Betlis-Sere aus die isometrische Richtung südlich vom Alpenstreichen abweichen und südlich Näfels vorbeiziehen, was mit der allgemeinen Lage der eocänen Isopen in den östlichen Schweizeralpen übereinstimmt¹⁾.

Die Mürtschenfacies der Bürgenschichten ist ausgezeichnet durch Assilinengrünsand ohne *Nummulina uroniensis* unten, und sterile, mergelige Übergangsschichten in die Flyschfacies als Vertreter der Complanatakalke s. str. oben. Ist nun die ursprüngliche Südgrenze des Assilinengrünsandes festgestellt, so kann auch die Nordgrenze der Mürtschenfacies angegeben werden. Sie liegt ursprünglich südlich der Wageten (tiefste helv. Decke) und nördlich der Glarnerdecke von Glarus-Netstal. (Nähere Angaben darüber in Nummuliten- und Flyschbildungen.) Nach Abwicklung der Decken erhalten wir somit eine ursprüngliche Zonenbreite der Mürtschenfacies der Bürgenschichten von etwa 10 km. Von Nord nach Süd folgen:

¹⁾ Vergl. Nummuliten- und Flyschbildungen 1908, Isopenkarte nach p. 178.

- I. Zone der Bürgenfacies (autochthon — Wageten).
- II. Zone der Mürtchenfacies (Glarnerdecke bis Nordrand der Säntisdecke).
- III. Zone der Säntisdecke ohne nachgewiesene Bürgenschichten (Säntis mittlerer Teil, Goggeien, Stock, Gulmen, westliche Churfirsten, Wiggis etc.).
- IV. Zone der Drusbergfacies (Südostseite des Säntisgebirges).

Nehmen wir an, dass die mit Vorbehalt als Drusbergfacies der Bürgenschichten gedeuteten Lithothamnienbildungen denen der Drusbergdecke (Iberg-Frohnalpstock) chronologisch entsprechen, so ergibt sich als Nordrand dieser Drusbergfacies nach Ausglättung eine durchschnittliche isopische Richtung von **W 35—40° S**, d. h. wieder leichtes süd-nördliches Abweichen vom normalen Alpenstreichen WSW.

Der Übergang von Zone II zu Zone III kann im Mattstock-Säntisgebiet nicht studiert werden und ist im einzelnen noch unbekannt. Gerade diese Grenzregionen sind es, die nun zur Aufklärung weiterer Fragen vor allem noch erforscht werden sollten.

Kreide-Formation.

Allgemeines — frühere Einteilungen.

Die Sedimente der Kreidezeit bilden den wichtigsten Teil in der Schichtreihe unserer Gebirgsgruppe. Sie sind in hervorragender Mächtigkeit und in verschiedenen Facies ausgebildet, wobei sich die einzelnen Schichten zum Unterschied des Eocän meist kontinuierlich von einem Facies-typus bis zum anderen verfolgen lassen. Die Gliederung und Wechsellagerung von Kalken, Grünsanden und Mergeln bedingt die für die Kreidealpen eigene landschaftliche Mannigfaltigkeit. Wilde Felswände und kühne Gipfel wechseln mit begrastem Bändern oder grünen Alpweiden.

BERNHARD STUDER teilte in seiner Geologie der Schweiz 1851 mit ARNOLD ESCHER die Kreide der „Kuhfirsten“ von oben nach unten ein in

Secwerkalk.
Gault,
Rudistenkalk,
Spatangenkalk.

Diese Einteilung ist im Prinzip bis in die neueste Zeit massgebend geblieben und noch 1905 im „Säntisgebirge“ in folgender Weise angewendet worden:

C₄ = Secwerkalk.
C₃ = Gault.
C₂ = Schrattenkalk. Urgonien.
C₁ = Neocom und Valangien.

C. BURCKHARDT versuchte 1896 eine weitere Gliederung vorzunehmen und teilte die Kreide in Senon-Turon, Cenomanien, Albien, Aptien, Urgonien, Neocomien, Valangien und Berriasien. Er suchte jeder dieser Stufen die zugehörigen Schichten der Kreidegebirge nördlich des Klöntals zuzuweisen, geriet aber dabei auf vielfache Verwechslungen.

In den Arbeiten von A. ROTHPLETZ 1898, A. TOBLER 1899 ¹⁾, A. TOBLER und A. BUXTORF 1905 ²⁾ und späteren des Verfassers ist an Stelle der d'ORBIGNY'schen Einteilung der Unterkreide die international eingeführte Stufeneinteilung Barrémien, Hauterivien, Valangien und Barriasien angewandt worden, wobei gleichzeitig eine sorgfältigere Schichtgliederung festgestellt wurde.

Es ist die Aufgabe dieser Arbeit, für die Kuhfirsten-Mattstockgruppe eine möglichst detaillierte lithologisch-paläontologische Gliederung aufzustellen und jeweilen den Versuch zu machen, die einzelnen Schichten unter Berücksichtigung ihrer Faciesveränderungen in der internationalen Stufenordnung einzureihen, wenn möglich auch die Unterstufen oder Ammonitenzonen der betr. Schichten zu ermitteln.

Natürliche Hauptgruppen.

Die Kreideformation wird meist in eine obere Kreide (= Kreide s. str.) und eine untere Kreide (Neocom s. l., Hils) eingeteilt. Die Grenze zwischen beiden wird jedoch von den deutschen Geologen an die Basis des Cenoman gelegt, während andere Autoritäten das Albien oder den Gault noch zur oberen Kreide rechnen. Infolgedessen ist, wie beim Jura, eine Dreiteilung praktischer. Die mittlere Kreide wird jedoch auch wieder in sehr verschiedener Weise abgegrenzt. Rechnet man im allgemeinen nur das Albien dazu, so assimiliert HAUG in seinem neuen „Traité“ 1910 auch noch das Cenoman und Turon dazu. Während aber von diesem Autor das obere Aptien oder Gargasien bis und mit der Zone des *Douvilléceras nodosocostatum* (Clansayes) noch dem

¹⁾ AUG. TOBLER: Über Faciesunterschiede der unteren Kreide in den nördlichen Schweizeralpen. Neues Jahrb. f. Min. etc. 1899, Bd. II.

²⁾ Exkursion in d. Klippenregion am Vierwaldstättersee. Eclogae geol. helv. 1905 IX.

Neocomien einverleibt wird, betont JACOB 1907 mit Recht die scharfe Begrenzung von Bedoulien und Gargasien, wogegen das Gargasien mit dem Albien in engster Beziehung steht. Er äussert sich am Schlusse seines Werkes über die mittlere Kreide wie folgt:

„Nous avons vu que, au moins pour les Alpes et la région du Jura, la vraie limite devrait être placée au-dessous du Gargasien; elle aurait l'inconvénient de partager en deux l'étage Aptien de d'ORBIGNY et ne saurait être adoptée.“

Auch im deutschen „Gault“ ist das Gargasien mit dem Albien eng verknüpft und vielfach damit verwechselt worden.

Für die helvetischen Schweizeralpen liegt in der Tat die schärfste Grenze innerhalb der Kreidebildungen zwischen Schrattenkalk (Barrémien bis unt. Aptien) und den früher als „unteren Gault“ bezeichneten Absätzen des Aptien s. str. oder oberen Aptien, so dass die von JACOB ange-deutete Zweiteilung¹⁾ geradezu herausgefordert wird:

Aptien (d'ORB.) = Aptien s. l.	{	ob. Aptien = Aptien s. str. = Gargasien (KILIAN 1887).	→ scharfe Grenze.
		unteres Aptien = Bedoulien ²⁾ (TOUCAS 1888).	

Die obere Grenze des Gault wird von den meisten Autoren unter die Zone des *Turrilites Bergeri* (Vraconnien) gelegt. JACOB rechnet diese Zone 1907 zum Albien (Zone VI b), HARG stellt sie aber 1910 wieder an die Basis des Cenoman. Ich folge der letzteren Einordnung und bespreche die Turrilitenschichten noch im Abschnitt Obere Kreide.

Nach dem Gesagten erweist es sich somit als zweckmässig, die Behandlung der Kreide in drei natürliche Hauptabschnitte zu zerlegen:

Obere Kreide (Danien — Cenoman, inkl. Turrilitenschichten).

Mittlere Kreide (Albien und Gargasien).

Untere Kreide (Bedoulien — Valangien, inkl. Zone der *Thurmannia Boissieri* = Berriasien auct.).

Obere Kreide.

Neocretacium.

Allgemeines.

Die Schichten der oberen Kreide sind am besten gegliedert und am mächtigsten in der Säntisdecke, wo sie gegen 500 m erreichen.

Allgemein lässt sich die helvetische Oberkreide der östlichen Schweizeralpen, insofern die Turrilitenschichten dazu gerechnet werden, in folgende vier Hauptgruppen zerlegen:

IV. Wangschichten (ESCHER 1871).

III. Amdenerschichten (ARN. HEIM 1909).

II. Seewerschichten (ESCHER 1845 pars).

I. Turrilitenschichten (= Bergerischichten) und Überturrilitenschichten.

Ob die drei oberen Gruppen strenge chronologische Begriffe oder bis in einem gewissen Grade nur Faciesbegriffe sind, kann in dieser Monographie nicht entschieden und nicht weiter erörtert werden. Es sind dazu genaue Aufzeichnungen über viel weiter ausgedehnte Gebiete, insbesondere der ursprünglich südöstlichsten, helvetischen Facieszone notwendig, über die wir heute noch nicht verfügen. Die in den folgenden Abschnitten versuchten Gliederungen sind also mit diesem Vorbehalt aufzunehmen.

¹⁾ Vergl. auch KILIAN (Palaeocretacium, Lethaea geognostica, Stuttgart 1907, II. Teil, 3. Bd.

²⁾ Synonym: Rhodanien RENEVIER.

In Anlehnung an die neuesten Werke von DE GROSSOUVRE, DE LAPPARENT 1906 und besonders E. HAUG 1910 wird die folgende Zeiteinteilung und Zonengliederung angewandt:

	Danien	Zone d. <i>Hercoglossa danica</i> .
Aturien	Maëstrichtien	--- <i>Parapachydiscus neubergicus</i> .
		--- <i>Bostrychoceras polyplacum</i> .
Emschérien	Campanien	--- <i>Hoplites Vari.</i>
		--- <i>Mortoniceras delawarensis</i> .
	Santonien	--- <i>Placenticeras syrtale</i> .
		--- <i>Mortoniceras texanum</i> .
	Coniacien (Emscher s. str.) . . .	--- <i>Mortoniceras Emscheris</i> .
		--- <i>Barroisiceras Habersfelleri</i> .
	Turonien	--- <i>Acanthoceras Dercianum</i> .
		--- " <i>ornatissimum</i> .
		--- " <i>Bizeti</i> .
		--- <i>Mammites nodosites</i> .
	Cénomaniens	--- <i>Acanthoceras rotomagensis</i> .
		--- <i>Douvillécérus Mantelli</i> .
		--- <i>Mortoniceras inflatum</i> , <i>Turrilites Bergeri</i> .

Wangschichten.

Auf dem Gebiet der Walenseekarte konnte ich keine Spur von Wangschichten entdecken. Diese sind charakteristisch für die höchste helvetische Decke, die Drusbergdecke, wo sie die Andenerschichten bedecken (Schülberg).

Vielleicht aber gehören zu den Wangschichten die dunkelbraunen Kalkschiefer bei Sewelen im Rheintal (Alviergruppe), die in Blatt IX, 1:100,000, als Eocän angegeben sind (Amsespitz, Geissberg, Herrenberg). Sie bedecken normal und konkordant mit nordöstlichem Fallen den Seewerkalk. Liegt keine Überschiebung vor, so kann es sich in der Tat wohl nur um Wangschichten handeln. Nähere Untersuchungen behalte ich mir vor.

Ein weiteres Gebiet, das in der Thurgruppe für Wangschichten in Frage kommt, ist der oft von den Wildhauser Kurgästen besuchte Sommerkopf, 1316 m (vergl. Sämtiskarte, 4 km ENE Wildhaus). Der sanfte Alprücken vom genannten Gipfelkopf an südwestlich bis Birkenmoos besteht mehrere hundert Meter weit aus einem feinsandigen, schwärzlichbraunen, dünnplattig spaltbaren bis schieferigen Kalk mit uneben rauher Oberfläche. Die Schichten fallen zirka 30° südöstlich wie der Abhang. Die ganze Alpmauer am Waldrand ist aus diesem Gestein aufgebaut. Von Petrefakten war nichts zu finden als eine kleine Auster, ein schlechtes Echinidenbruchstück, ferner viele unregelmässige weisse Calcitstäbe oder Röhren, vielleicht von Serpeln.

Nun giebt es auch im sicher eocänen Flysch (Fliegenspitzen-Kopf, p. 115) ähnliche Gesteine, doch kenne ich nirgends eine derartig durch und durch gleichmässige eocäne Bildung, die makroskopisch so sehr mit den klassischen Wangschichten des Gebietes von Iberg übereinstimmt wie diese.

Ein Dünnschliff vom Sommerkopf zeigt folgende Struktur:

Grundsubstanz zirka 40 % schmutzigbrauner, eisenschüssiger Kalk mit feinsten Quarzkörnchen und chalcidonartigen Aggregaten.

Quarzkörner um 40 %, meist eckig und zackig angefrassen, seltener rundlich, durchschnittlich 0.1 mm. Calcitkörner zirka 20 %, in gleicher Grösse wie Quarz, teils bräunlich, teils als farblose Rhomboëder.

Glaucoritkörner von 0.1 mm spärlich, blaugrün und einzelne in brauner, isotroper Modifikation. Mikro-Organismen spärlich, resp. umgewandelt, nur *Textularia* sp. erkennbar.

Das Gestein ist gröber und stärker sandig als die meisten meiner Dünnschliffe aus echten Wangschichten, stimmt aber im Typus doch damit überein, insbesondere mit den sandigen Basislagen am Schülberg bei Iberg.

Nach dem Gesagten muss also auch hier die Frage noch offen gelassen werden, ob die schwarzbraunen Sandkalke des Sommerkopfes den Wangschichten zuzuschreiben sind. Liegen solche vor, so handelt es sich um ein Stück einer höheren, kappenartig aufgeschobenen helvetischen Decke, während nach anderer Auffassung eine normale, eocäne Flyscheinlagerung vorliegen würde.

Die Wangschichten werden von den neueren Autoren allgemein noch zur Kreide gestellt. Als hangendes der Leistmergel hat die Zuordnung zum Danien am meisten Wahrscheinlichkeit für sich. Das oberkretacische Alter ist zwar bisher paläontologisch noch nicht mit genügender Schärfe festgestellt worden.

Die Untersuchung einiger Dünnschliffe echter Wangschichten vom Schülberg und Forstberggebiet bei Iberg hat die folgenden Mikro-Organismen erkennen lassen:

Orbulinaria ovalis KAUFMANN (*Lagena*) (= *Pithonella* LORENZ Genus).

Globigerina bulloides d'ORB.

Globigerina cretacea d'ORB.

Textularia globifera REUSS.

Textularia globulosa EHRENBERG.

Textularia pupa REUSS?

Oligostegina, *Polymorphina*?, *Ostracoden*.

Mit Ausnahme von *Discorbina canaliculata*, die in den untersuchten Schliffen noch vermisst wird, finden wir somit hier die typische Mikrofauna der Seewer- und Amdenerschichten (vergl. die folgenden Abschnitte) — ein neuer Grund für die Zuordnung der Wangschichten zur oberen Kreide.

Amdenerschichten.

Senon.

1. Historische Einleitung.

Nachdem bereits ARNOLD ESCHER in den weiten Mergelgebieten auf der Westseite der Churfürsten an einigen Stellen Oberkreide vermutet hatte, sonderbarerweise aber trotz langen Suchens nirgends bestimmbar Petrefakten fand¹⁾, entdeckte Herr Dr. L. ROLLIER²⁾ 1903 auf gemeinsamer Exkursion mit meinem Vater und mir im grauen „Flyschmergel“ bei Säss-Starkenbach in Pyritknöllchen zwei winzig kleine Cephalopoden (*Baculites* und *Pachydiscus*), sowie eine kleine Bivalve³⁾.

Im Juni 1905 fanden mein Freund Dr. PAUL ARBENZ und ich am Nordfuss des Stock über den eigentlichen Seewerschichten in grauen Mergeln einige kleinere Gastropoden, und bald darauf auch solche nach längerem Suchen in den gleichen Schichten bei Auf der Höhe (Vorderhöhe) auf der Ostseite des Gulmen.

Im Sommer 1906 stiess ich wieder auf die gleichen „Gastropodenmergel“ am Goggeien, wo ich einige gute kleine Schnecken auffand. Weit bedeutsamer wurde der Nachweis der Gastropodenmergel bei den Hütten der Leibodenalp auf der Westseite des Leistkamm, wo mein Freund ERNST GANZ und ich während zwei Regentagen mit Hammer und Pickel die Mergel in der Bachfurche aufwühlten und dabei schliesslich eine grössere Zahl bestimmbarer Petrefakten gewinnen konnten.

¹⁾ ESCHER erwähnt in seinen Tagebüchern nur Bruchstücke von *Inoceramen* und von Auf der Höhe (nach seinem Profil in X, p. 3313, offenbar aus den Leibodenmergel) „*Ananchytes*, wohl *orata* DESOR“.

²⁾ In ARN. HEIM, Säntis-W. Beiträge, Liefg. 16, n. F. 1905, p. 325.

³⁾ Während aus dem helvetischen Senon der bayrischen Alpen (Gerhardsreiterschichten, Pattenauersch. usw.) schon längst senone Faunen bekannt waren, sind dies meines Wissens für die Schweizeralpen die ersten aus dem helvetischen Senon gefundenen Versteinerungen.

Was ich bisher in meinen Tagebüchern mit der unbestimmten Bezeichnung Gastropodenmergel notiert hatte, bezeichnete ich darauf in der Walenseekarte 1907 nach der besten Petrefaktenfundstelle und zugleich tektonisch einfachsten Lokalität als **Leibodenmergel**.

Die Untersuchungen des Sommers 1906 führten mich auch zu der Feststellung, dass die nun als Leibodenmergel bezeichneten „Gastropodenmergel“ das normale Liegende der Mergel mit *Pachydiscus* von Säss bilden, die L. ROLLIER und ich 1905 bereits richtig zum Campanien gestellt hatten. (Säntis-West, p. 325.) Bei Säss selbst fand ich trotz mehrfach wiederholten Suchens nur noch einen sehr schönen kleinen Gastropoden (*Solariella alpina* J. BÖHM), dagegen brachte ich schliesslich aus den gleichen Mergeln des oberen Leistbaches, und ganz besonders der Zwingenruns westlich des Leistkammes und einiger anderer im speziellen Teil zu besprechenden Lokalitäten eine beträchtliche Zahl meist winzig kleiner unscheinbarer Mollusken zusammen, die nun das senone Alter dieser mächtigen, bisher als Flysch benannten Mergelgruppe endgültig bewiesen. Ich bezeichnete nach den Hauptfundstellen der Zwingenruns und des Leistbaches auf der West- und Nordseite des Leistkammes in der Walenseekarte 1907 die genannte Mergelgruppe im Hangenden der Leibodenmergel als **Leistmergel**.

Im Herbst 1906 sandte ich das gesamte pygmäenhafte Petrefakten-Material aus der Churfürsten-Mattstockgruppe, vermehrt durch Funde von Herrn Lehrer BAUNGÄRTNER in Starkenbach, Prorektor J. OBERHOLZER in Glarus und eigene weitere Funde aus den Leistmergeln im Kanton Schwyz an den Spezialkenner des ostalpinen Senon, Herrn Prof. Dr. JOH. BÖHM in Berlin, der in zuvorkommender Weise und mit grösster Sorgfalt die paläontologische Untersuchung vornahm. Es sei mir gestattet, auch an dieser Stelle Herrn Prof. J. BÖHM den wärmsten Dank auszusprechen. Die nachfolgenden Petrefaktenlisten der Leist- und Leibodenmergel sind auf Grund der Bestimmungen von J. BÖHM aufgestellt.

Unsere gemeinsame Arbeit über die Senonbildungen der östlichen Schweizeralpen erschien 1909 in den Abhandlungen der schweizerischen paläontologischen Gesellschaft. Die grosse Mehrzahl der Versteinerungen erwiesen sich als neue Arten. Sie sind dort eingehend beschrieben und abgebildet. Auch der erste stratigraphische Teil enthält Beobachtungen, die hier nicht wieder erörtert werden. Die dort allgemeiner gehaltene Darstellung kann als Einleitung und Übersicht zu der in dieser Monographie folgenden speziellen Behandlung der Churfürsten-Mattstockgruppe betrachtet werden.

2. Definitionen.

a) **Leibodenmergel**: Die Mergel im unmittelbaren Hangenden der Seewerschichten und im Liegenden der Leistmergel, die keine Seewerkalkbänke mehr enthalten und eine neue charakteristische Fauna vom Charakter der Emscher-Stufe aufweisen.

b) **Leistmergel**: Die grauen, oft dichte Kalkbänke einschliessenden Mergel im unmittelbaren Hangenden der Leibodenmergel, die eine typisch senone Fauna (insbesondere vom Charakter des Campanien) enthalten. Das Hangende bilden, wenn vorhanden, die Wangschichten (Drusbergdecke), wenn nicht vorhanden der Wildflysch, dessen untere Abgrenzung jedoch problematisch ist, oder direkt die Nummulitenschichten.

Da erstens in den zentralen Schweizeralpen die Leibodenmergel von den Leistmergeln meist nicht unterschieden werden können, beide zusammen aber eine einheitliche Mergelgruppe bilden, und zweitens die Emscher-Stufe (Leibodenmergel) von vielen Forschern noch nicht zum Senon gestellt wird, habe ich als Zusammenfassung (statt Senonmergel, Walenseekarte) die Bezeichnung **Amdenerschichten** aufgestellt (Senonbildungen 1909, p. 16). Diese Bezeichnung, gewählt nach der Gemeinde Amden, auf deren Gebiet die sämtlichen guten Fundstellen der Leiboden- und Leistmergel gelegen sind, ist bereits von JOH. BÖHM (l. c., p. 61), sowie von J. OBERHOLZER und ALB. HEIM¹⁾ aufgenommen worden.

¹⁾ Geologische Karte der Glarneralpen 1:50,000. 1910.

c) Amdenerschichten: Leibodenmergel + Leistmergel = Mergelgruppe zwischen Seewerschichten unten und Wangschichten resp. Flysch oder Nummulitenschichten oben.

3. Übersicht.

Am Kapfenberg, in der gesamten Mürtischendecke, der Flifalte, und an den meisten Stellen am Nordrand der Sântisdecke fehlt jede Spur der Amdenerschichten, in dem der Assilinengrünsand unmittelbar den Seewerschichten aufliegt. Abgesehen von der schwer zugänglichen, verkehrt liegenden und unklaren Schichtfolge ob Lauiboden am Nordrand des westlichen Sântis (N. Rand der Walenseekarte), die weiter südwestlich ein Analogon am Aubrig zu haben scheint, kann die Regel aufgestellt werden:

Wo Amdenerschichten vorkommen, da fehlt der Assilinengrünsand, es folgt in deren Hangenden der Wildflysch.

Wo Assilinengrünsand vorhanden ist, da fehlen die Amdenerschichten.

Es kommt also für die spezielle Besprechung nur in Betracht das Hauptgebiet der Sântisdecke, dessen Ausdehnung mit dem Gebiet der Wildflyschfacies zusammenfällt (vergl. Abschnitt Flysch).

4. Spezialprofile.

Die Walenseekarte verzeichnet die sämtlichen sicheren Vorkommnisse von Leist- und Leibodenmergel getrennt, erstere gelbgrün, letztere gelbgrün mit roten Punkten. Es werden hier nur diejenigen Lokalitäten herausgegriffen, die besonderes stratigraphisches Interesse bieten.

Nordseite des westlichen Sântis.

Während, wie auf Bommenalp, im mittleren Sântis noch unmittelbar östlich des Risipasses bei Leser der Assilinengrünsand am Seewerkalk klebt, schaltet sich weiter südwestlich ob Lauiboden zwischen die verkehrte Unterkreide oben und den vermutlich aus drei Banken bestehenden Assilinengrünsand eine graue Schiefermasse von etwa 50 m ein, die ich 1905 als cocänen Flysch-Körnchenschiefer kartierte und als fragliches Londinien betrachtete.

Nach erneuter Prüfung der Aufschlüsse auf der Nordseite der Thur bei Gugger bin ich zu der Ansicht gelangt, dass diese grauen, weisslich bis gelblich angewitterten Schiefermergel dem Leistmergel angehören.

Zwar fand ich trotz längeren Suchens gar keine makroskopische Petrefakten, selbst nicht einmal Inoceramenschalen, doch haben die Schiefermergel das Aussehen der typischen Leistmergel mit Foraminiferen und Pyritkörnchen. Etwa 40 m nordwestlich vom Valangienkalk, das ist vielleicht ursprünglich das doppelte, ist eine 20 cm dicke, etwas flaserige, harte, feinsandige Kalkbank vom Aussehen der Kalkbänke in den Wangschichten dem vertikal stehenden, gewöhnlichen Mergelschiefer eingelagert. Dass die genannten, gegen 150 m mächtig aufgeschlossenen, vertikal stehenden grauen Schiefer dem Leistmergel angehören, geht auch aus dem allmählichen Übergang hervor, den man bei Gugger, etwa 40 m über der Thur, von den Seewerschichten in die hangenden Mergel beobachten kann.

Gehören nun aber die Mergel bei Gugger zum Senon, so muss wohl auch das gleiche für die genannten Mergelschiefer ob Lauiboden gelten (vergl. Walenseekarte).

Goggeien.

Obwohl dem Goggeien die komplizierteste Tektonik eigen ist, lässt sich zwischen zwei Brüchen eingeklemmt bei Hintergoggeien, 100 m nordöstlich der Hütten 1553 in der Walenseekarte das in Fig. 45 dargestellte, klare Oberkreide-Profil feststellen.

Die aus dem Seewerkalk allmählich hervorgehenden oberen Seewerschichten sind 25—30 m mächtige, harte, mergelige Kalkschiefer. In der Sonne leuchten sie hellgrau mit einem Stich ins gelbliche. Sie gehen ihrerseits über in 12—25 m mächtige, typische Leibodenmergel, die keine Kalkbänke mehr enthalten. Während die unteren Schichten der Leibodenmergel nur unbestimmbare Bruchstücke grosser Inoceramen erkennen liessen, fand ich im oberen Teil innerhalb 1—2 m mehrere Gastropoden, worunter:

Drepanocheilus vagans J. Böhm,

5 gute Exemplare, das grösste mit 24 mm Höhe.

Ostrea cf. semiplana Sow. (= *O. flabelliformis*),

ein kleineres Exemplar.

Die Leibodenmergel gehen nach oben über in bräunlich angewitterte, weiche, schieferige Leistmergel.

Die beschriebenen Schichten streichen in gleicher Schichtlage weiter südwestlich und bilden auf der Westseite des Goggeiengipfels 1639 m steile, schwer erkletterbare Abrisse. Die Leistmergel erreichen hier 60—70 m Mächtigkeit und sind deutlich bräunlicher angewittert als die Leibodenmergel, aus denen sie allmählich hervorgehen.

Ein weiteres, vollständiges, aber schwerer verständliches Profil bietet die steile Bachfurche, die nördlich Punkt 1240 der Walenseekarte in den Sulzbach gegenüber Hagegg hinabzieht (Fig. 46).

Noch sind die Leiboden- und Leistmergel leicht erkennbar. Eine Eigentümlichkeit der Leistmergel besteht darin, dass sich hier bei Hinter-Ahorn dichte Kalkbänke schon im unteren Teil dieser Schichtgruppe einstellen.

Die obere Grenze der Kreide ist ganz problematisch. Möglicherweise ist sie an dem scharfen Kontakt der Schichten 6 gegen 7 der Fig. 46 zu suchen. Ich kann jedoch keinen strengen Nachweis dafür bringen, dass die liegenden Flyschschichten zu beiden Seiten des Sulzbaches dem Eocän angehören. Es ist denkbar, wenn auch für mich nicht wahrscheinlich, dass die gesamte Flyschmasse dieses Gebietes noch zur Kreide gehören würde. In der Walenseekarte ist die Schichtgruppe 4 als echter Leistmergel eingezeichnet, während die übrigen liegenden, meist verworren gelagerten Schichten zur Wildflyschgruppe genommen sind.

c. Stock.

Das einzige, aber auch hervorragend klar aufgeschlossene Oberkreideprofil des Stock befindet sich an seinem Nordabhang, bei „Unter dem Stock“ der Walenseekarte, wo die gesamte Oberkreide bis zum roten und grünen Wildflysch mit exotischen Blöcken lückenlos aufgeschlossen ist. Die Verhältnisse sind in Fig. 47 dargestellt. Die mergeligen Bildungen lassen deutliche Merkmale der Längsstreckung erkennen und scheinen nahezu auf die halbe primäre Mächtigkeit reduziert zu sein.

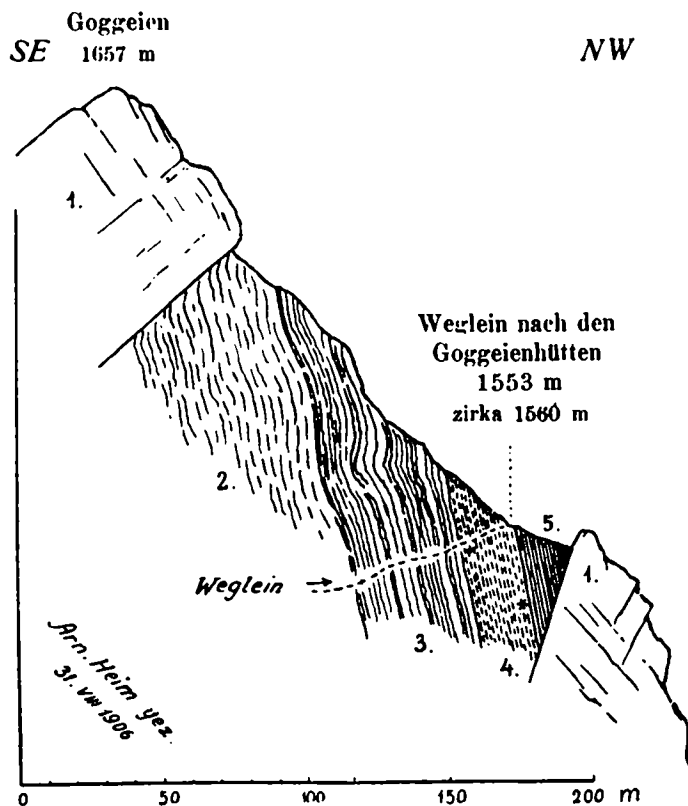


Fig. 45. Die zwischen Schrattenkalk eingekelemte Oberkreide am Goggeien, mittlerer Gipfel.

- 1 = Schrattenkalk.
- 2 = Seewerkalk.
- 3 = Seewerschiefer.
- 4 = Leibodenmergel.
- 5 = Leistmergel.
- * = Petrefaktenfundstelle „Hinter-Goggeien“.

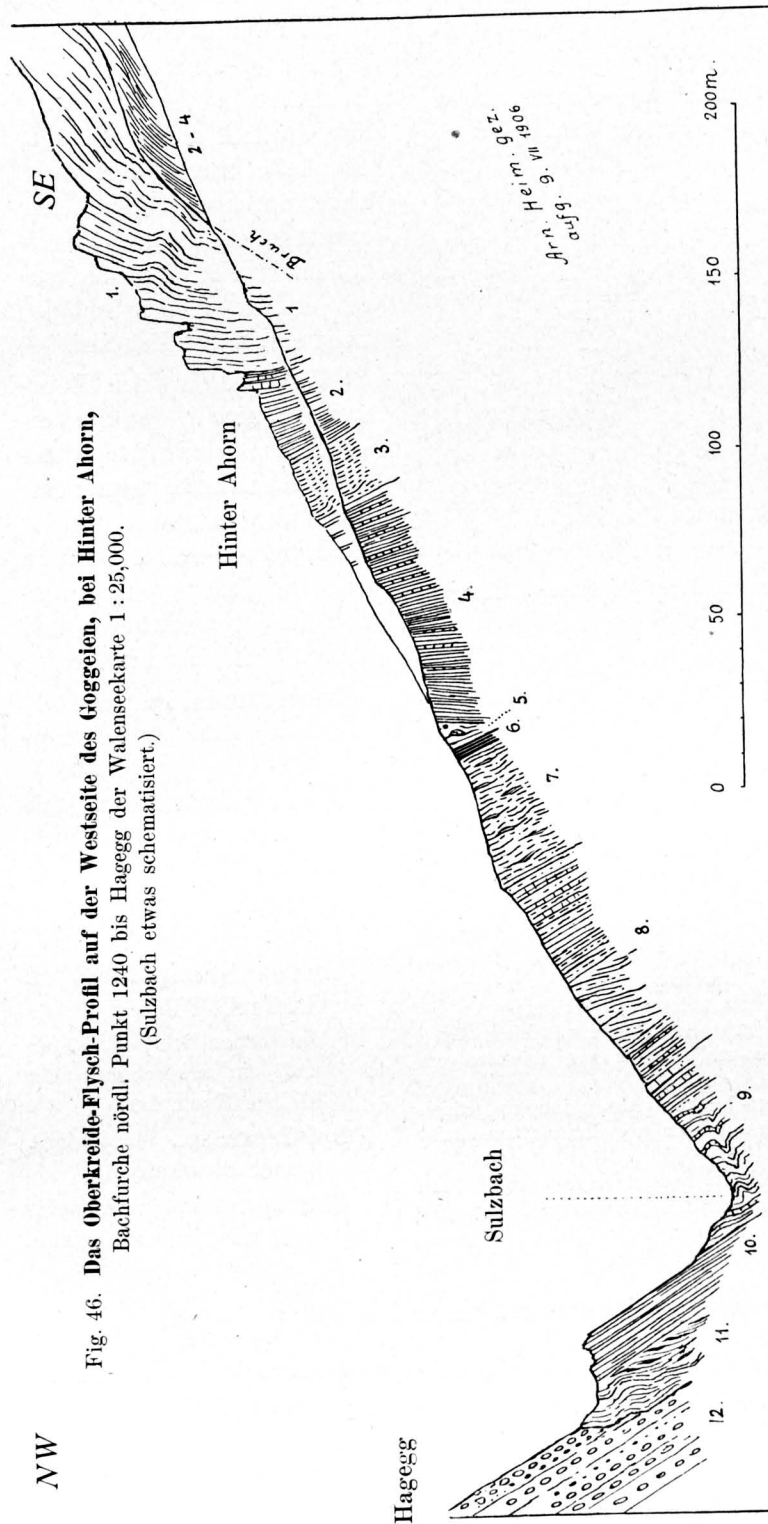
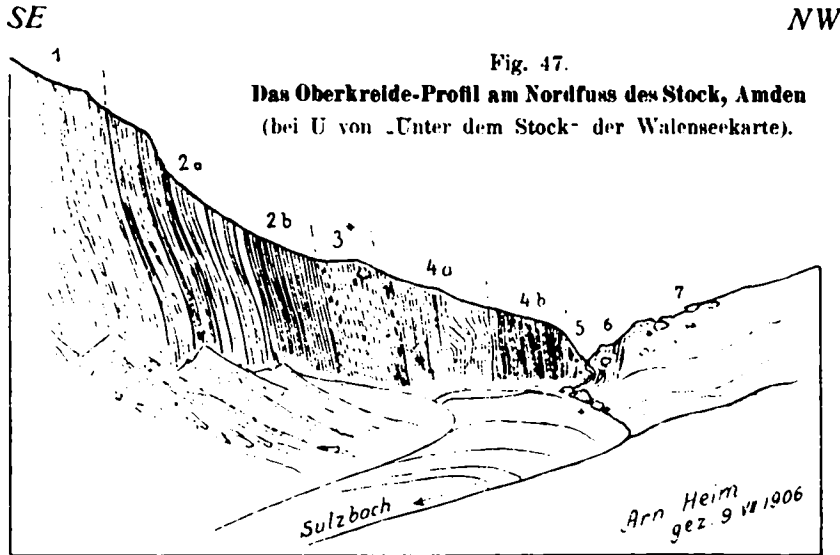


Fig. 46. Das Oberkreide-Flysch-Profil auf der Westseite des Goggeien, bei Hinter Ahorn, Bachfurche nördl. Punkt 1240 bis Hagegg der Walenseekarte 1 : 25,000. (Sulzbach etwas schematisiert.)

1. Seewerkalk. Streichen E 10° N.
2. Zirka 30 m obere Seewerschichten:
 - a) Unterer Teil mit foraminiferenreichen Kalkbänken zwischen grünlich-gelblichen Mergellagen, auch Fucoiden enthaltend.
 - b) Oberer Teil hellgelblich bis grünlich angewitterter, gleichmässiger Mergelschiefer mit bis nussgrossen FeS₂-Knollen und -Stäbchen, auch häufigen Bruchstücken von Inoceramenschalen. Allmählicher Übergang in
3. zirka 20 m Leibodenmergel. Graue bis grünliche, bröckelige Mergel, weniger schieferig als 2b, gelblich und grünlich, fleckig angewittert, quer durchsetzt von rostig-braunen Ablösungen, mit Bruchstücken von Inoceramenschalen. Übergang innerhalb 2 m in
4. zirka 60 m Leistmergel. Graue Schiefermergel mit Linsen und Bänken von dichtem Kalk und Mergelkalk, die im stratigraphisch unteren Teil bis 10 cm dick werden und feinsandig, feinkörnig, bräunlich angewittert sind. In einer solchen Bank im stratigraphisch untersten Teil Bruchstück einer *Ostrea*, wahrscheinlich Gruppe der *Gryphaea vesicularis* LAM. Streichen E 25° N. Übergang in
5. zirka 6 m dunkelgrauer Mergel mit Mergelkalkblöcken (einer 1 m Durchmesser) und einem faustgrossen, runden, eingebackenen, intensiv grünen, dichten Ölkügelchenölle.
6. 2.5 m dunkelgrauer Mergel mit zerrissenen Bänken von dichtem Kalk. 20 cm von der Grenze gegen 7 auch 1–2 cm dicke Schlieren von Grünsand mit grossen, intensiv grünen Glauconitkörnern. Scharfe Grenze gegen
7. 30 m? grünliche Mergel mit bis 5 cm dicken Linsen von dichtem und feinkörnigem, faserigem Kalk. Übergang in
8. 60 m? grünliche Mergel und dicke Kalkbänke mit *Fucoiden* (Fucoidenschiefer der Walenseekarte). Übergang in
9. 50–? 100 m dunkelgraue bis schwarze, auch grünliche Mergel mit Bänken von dichtem und feinstkörnigem Kalk von bis über 50 cm Dicke, äusserst verworrene Lagerung (vergl. Flysch p. 72).
10. Zirka 15 m Fucoidenschiefer mit *Phycopsis Targionii* BRONG. (vergl. Flysch p. 72). Übergang in
11. zirka 20 m bräunliche und grünliche Mergel mit Kalklinsen, bis 20 cm dick, auch glimmersandige Platten im hangenden Teil. Streichen Ost, Fallen 55° S. Scharfe, wie erodiert aussehende Grenze gegen
12. Molasse-Kalknagelfluh, Hagegg, Streichen E 20° N, Fallen 60° SSE.

Die sämtlichen Schichten lassen lithologische Übergänge vom Seewerkalk bis zum Flysch hinauf erkennen, so dass auch hier die obere Grenze der Kreide (in der Walenseekarte zwischen 4b und 5 der Fig. 47 gelegt) nicht ganz einwandfrei ist.

Von besonderem Interesse ist das Auftreten einer ausgesprochen erzeichen Lage, welche die Basis der Leistmergel bezeichnet. Dichte, graue, mergelige Kalkschlieren sind mit Schwefel-eisen ganz imprägniert; auch bildet FeS₂ ganze unregelmässige Konkretionen für sich.



1. Seewerkalk, oberer Teil des zirka 80 m mächtigen Komplexes. Übergang sehr allmählich in
2. zirka 50 m obere Seewerschichten:
 - a) unterer Teil zirka 30 m Seewerkalkbänke mit mergeligen Lagen.
 - b) oberer Teil harter Seewerschiefer, gelblich glänzend, ohne Kalkbänke. Allmählicher Übergang in
3. 15–20 m Leibodenmergel, schieferig bröckelig, gelblich anwitternd, homogen, ohne Kalkbänke, mit häufigen bis erbsengrossen, verwitterten Pyritkörnern, Inoceramenbruchstücken und nicht seltenen Gastropoden, besonders im mittleren Teil *:

Ziziphinus cf. *Studer* J. BÖHM, *Nerinea* sp., *Chenopus* sp., *Spinigera* sp. und *Spatangidarum* sp. - Übergang in
4. 50–60 m Leistmergel:
 - a) zirka 35 m graue, bräunlich angewitterte Mergelschiefer mit einzelnen dünnen Flasern und Schichten (1 cm) von inwendig dunkelgrauem, hartem, sehr feinkörnigem Kalk; unterste Lage erzeich, mit FeS₂ in grossen Knollen oder unregelmässig zerteilt und mit weissem Calcit gemengt;
 - b) zirka 20 m obere Leistmergel; braun angewitterte Schiefer mit feinsandigen Kalkplatten und Flasern, sowie Linsen und Platten von feinkörnigem Glimmersandstein. Übergang in
5. zirka 5 m bräunliche Mergelschiefer mit faust- bis kopfgrossen, intensiv grünen Ölquarzitblöcken, Blöcken von Kalksandstein und körnigem Glauconitsandstein. Wildflyschfacies.
6. 5 m + ? grüne Flyschmergel mit roten Schlieren, zahlreiche exotische Blöcke enthaltend, die bei + im Bach frei herauspräpariert liegen (vergl. Text p. 89).
7. Blockschutt von Wildflysch, keine Aufschlüsse mehr.

Farenstöckli und Amdenermulde.

Durch die Arbeit von C. BURCKHARDT 1893 war bekannt, dass die aus Kreide bestehende Farenstock-Rippe (Fahnenstock in BURCKHARDT) die nördliche Fortsetzung des Gulmen bildet und beidseitig zwischen Flysch eingeklemmt ist. Dieser „Flysch“ erweist sich als senoner Leistmergel,

1. indem er mit dem Seewerkalk durch allmähliche Übergänge verknüpft ist¹⁾ (besonders schön zu sehen am Weglein von Schönenboden nach Schersboden),
2. durch den Fund des durch J. BÖHM²⁾ abgebildeten, prächtigen kleinen Exemplars von

***Pyrgulifera helvetica* J. BÖHM,**

am genannten Weglein, 100 m nördlich des Seewerkalkes.

¹⁾ Leibodenmergel sind sicher vertreten, aber so wenig mächtig und undeutlich abgegrenzt, dass sie in der Walenseekarte nicht ausgeschieden werden konnten.

²⁾ J. BÖHM & ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, Taf. II, Fig. 11.

Von weitem ist die Grenze der Leibodenmergel zu den Leistmergeln ziemlich deutlich, in dem diese letzteren, eingeleitet durch die erzeiche Lage, durchwegs bräunlicher anwittern als die grauen Leibodenmergel. Kalkbänke treten erst im oberen Teil der Leistmergel deutlich auf.

Während in den Leistmergeln und in den Seewerschichten keine einzige bestimmbar Versteinerung entdeckt werden konnte, fanden Herr Dr. ARBENZ und ich in den Leibodenmergeln, besonders in deren mittleren und oberen Teil, folgende Arten:

***Inoceramus* sp.**, mehrere Bruchstücke grosser Formen.

***Spatangidarum* sp.**, ein schlecht erhaltenes Bruchstück.

***Nerinea* sp. ind.**, ein Steinkern.

***Trochus (Ziziphinus)* cf. *Studer* J. BÖHM,**

ein ordentlich erhaltenes und ein schlechtes, sehr kleines Exemplar.

***Spinigera* sp.**, ein kleiner, grauer Steinkern.

***Chenopus* sp.**, ein Exemplar von 5 mm Länge mit Schale.

Die Leistmergel sind hier typisch ausgebildet: inwendig graue, in der Sonne gelblichweiss angewitterte, schieferige Mergel mit Körnchen, ohne bemerkenswerte Kalklagen. Sie nehmen bei steiler Schichtlage eine 200—300 m breite Zone auf der Nordwestseite der Farenstockrippe ein. Die obere Grenze ist unsicher und nicht gut aufgeschlossen. Wahrscheinlich bildet die genannte Zone die direkte Fortsetzung der Leistmergel am Ausgang der Thurschlucht bei Gugger.

Während wir Leistmergel am Nordrand des westlichen Säntisgebirges an der Thur, sodann wieder am Nordwestrand der westlich davon liegenden Kreidezone Goggeien-Stock feststellen konnten, fehlen auf der Nordwestseite des Mattstocks, der eine noch westlichere und äussere Kreidemasse bildet, die Amdenerschichten wieder vollständig. An der Brunnenegg und an der Nase liegt wieder wie bei Leser östlich des Risipasses der Assilinengrünsand am Seewerkalk.

Demgegenüber finden wir die Amdenerschichten auf der Südostseite des Mattstocks und Durschlägiberges überall ausgebildet, wenn auch nirgends in besonders gut aufgeschlossenen einfachen Profilen.

Auffallende körnige, spröde Kalkbänke, die auf der frischen Bruchfläche an Hauterivien-Kieselkalk erinnern, enthält der Leistmergel am Rombach, Amden-Hinterdorf, wo sie bequem von der Brücke der neuen Durschlägistrasse aus zugänglich sind.

Das unmittelbare Hangende der Leistmergel lässt sich einzig deutlich in den Holzlibächen nördlich Holzli beobachten. Wildflysch mit Kieselkalkbänken.

Südostseite des Gulmen, Rinderbach.

Nirgends ist im Gebiet der Walenseekarte die Oberkreide so mächtig, vollständig und einfach gelagert wie zu beiden Seiten des Flyschs der Fliegenspitmulde im Gebiet von Amden. Die Amdenerschichten bilden hier in einer Mächtigkeit von gegen 300 m einen geschlossenen synclinalen Ramen um die Seewerschichten herum. (Walenseekarte und Fig. 48.)

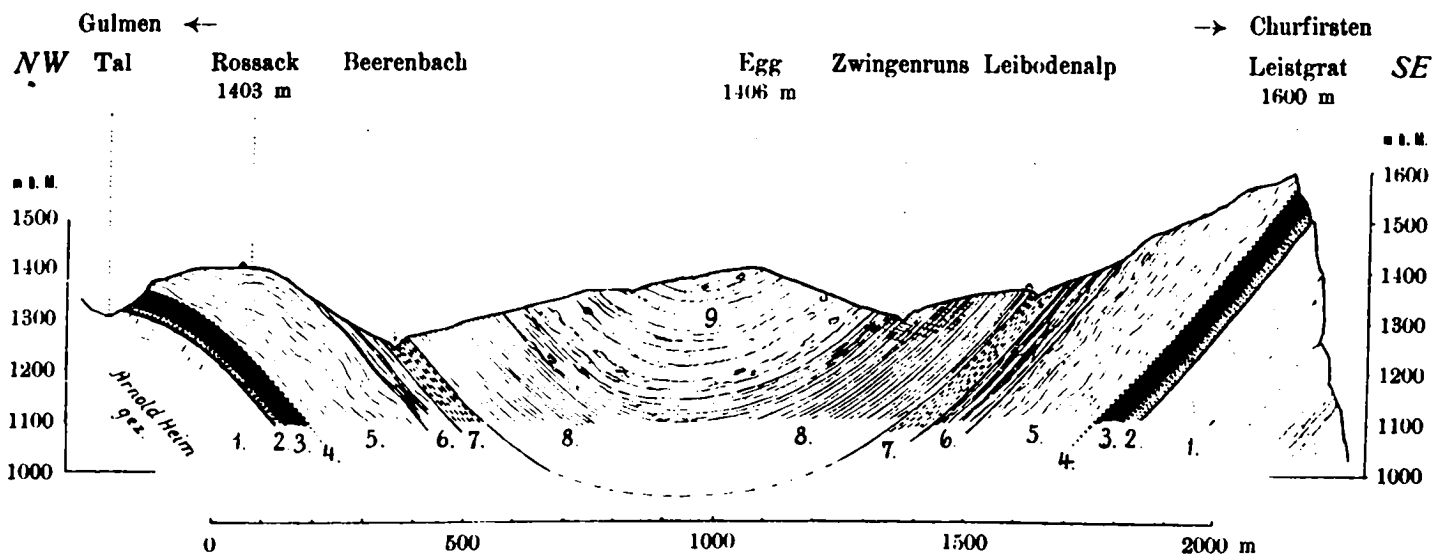


Fig. 48. Profilskizze der Fliegenspitmulde bei Amden, zwischen Leistkamm und Gulmen, etwas schematisiert. 1 : 15,000.

- | | | | | |
|-----------------|---|--------------|--|-------------------|
| Mittlere Kreide | 1 = Schrattenkalk (Barrémien u. Bedoulien). | Obere Kreide | 6 = „Seewerschiefer“, ob. Seewerschichten. | Amdenerschichten. |
| | 2 = Brisischichten, Gargasien. | | 7 = Leibodenmergel | |
| | 3 = Albien, schwarz gezeichnet. | | 8 = Leistmergel | |
| Obere Kreide | 4 = Turrilitenschichten. | | 9 = Wildflysch. | |
| | 5 = Seewerkalk. | | | |

Die Leibodenmergel sind am oberen Beerenbach zirka 40 m, die Leistmergel vielleicht 250 m mächtig. Überall herrscht Kontinuität der Ablagerungen von den Turrilitenschichten bis zum Leistmergel inklusive, wobei infolge der sehr allmählichen Übergänge die Mächtigkeiten meist nicht genau bestimmt werden können.

Das beste Profil ist aufgeschlossen im Rinderbach östlich Altschen, südwestlich Schwarzenegg (Fig. 49).

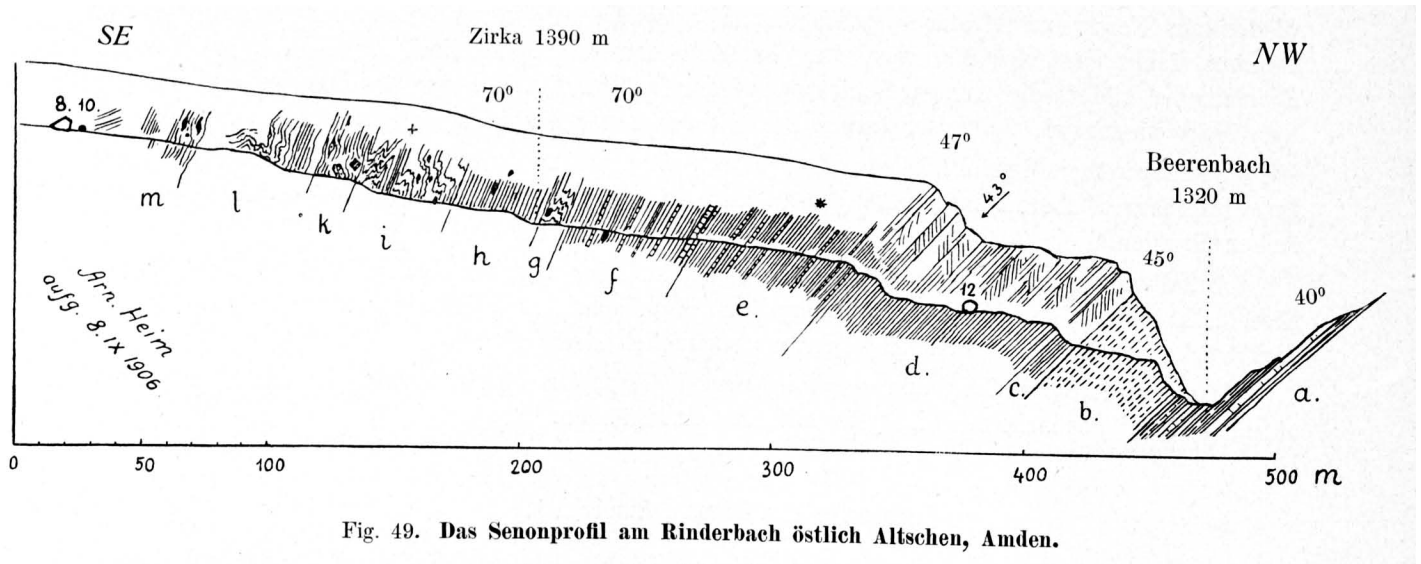


Fig. 49. Das Senonprofil am Rinderbach östlich Altschen, Amden.

+ * = Petrefaktenfundstellen.

(Anmerkung: Die Schichtlage e—h ist vielleicht zu steil gezeichnet, da hier Clivage schwer von Schichtschieferung zu unterscheiden ist.)

- a) Zirka 5 m obere Seewerschichten, Seewerschiefer mit Kalkbänken. Übergang ganz allmählich in
- b) zirka 40 m Leibodenmergel. Hellgelblich grünliche, homogene Mergel. Übergangszone zirka 5 m in
- c) zirka 10 m untere Grenzschiefer der Leistmergel, grünlich-gelblich angewittert mit Inoceramen und grossen FeS₂ Knollen. Übergang in
- d) zirka 70 m untere Leistmergel, homogene weiche Mergel, etwas bräunlich anwitternd, von Clivage durchsetzt. Übergang in
- e) zirka 60 m graue Leistmergel mit einzelnen dünnen, harten Kalkbänken; mit *Drepanocheilus vagans* J. BÖHM (5 Exemplare gesammelt, das grösste zirka 12 mm), *Bullinella Heimi* J. BÖHM und unbestimmbarem Ammoniten im mittleren Teil *, *Spatangidarum* sp. ind. im oberen Teil. Übergang in
- f) zirka 45 m graue Leistmergel mit harten Bänken von feinstkörnigem Kalk, im oberen Teil 2 cm, zu unterst bis 10 cm dick. Bei zirka 1380 m im Anstehenden eingebackener Block von tiefgrünem Glauconit-Quarzit, 55 cm dick und mindestens 85 cm lang.
- g) 8 m erste zerknitterte Mergellage, bräunlich angewittert, mit eingebackenen, bis 30 cm dicken Linsen von sandigem, feinkörnigem Kalk mit spärlichen Glimmerschüppchen, z. T. mit horizontalen Fältelungsachsen. Wildflysch-Facies.
- h) Zirka 35 m gewöhnliche, graue Leistmergel mit Einschlüssen von Glauconitquarzit, der grösste Block rundlich-oval, 0.3—1.2 m.
- i) Zirka 40 m Leistmergel, schwärzlich bis grau und grünlich gebändert, mit einzelnen dünneren Kalkflasern, sowie kleineren grauen bis grünen Quarzitblöcken. Stark zerknittert; bei + mit unbestimmbarem Ammoniten, *Dentalium* sp. ind. und *Drepanocheilus vagans* J. BÖHM (ein kleines Bruchstück).
- j) Zirka 15 m graue, verworrene Schiefer mit Calcitadern und 1. zerrissenen Bänken und Linsen von feinkörnigem schwach glimmerhaltigem Kalksandstein, 2. grünem, gröberem Quarzsandstein und Quarzit, Linsen, 30×50 cm, 3. gebändertem Sandsteinblock. Wildflyschfacies der Kreide.
- k) 35 m? graue Mergel wie Leistmergel.
- l) 25 m +? graue Mergel mit einzelnen dichten Kalkbänken und zerrissenen Bänken und scharfeckigen Blöcken von Quarzsandstein, grünem, grobkörnigem Quarzit und einem nussgrossen Ölquarzitgerölle. Die Aufschlüsse werden mangelhaft.
- 8, 10, 12 = exotische Gneiss- und Granitblöcke, beschrieben auf p. 97—98. An dieser Stelle liegt die vermutete Grenze von Senon gegen den hangenden, eocänen Wildflysch, der auf p. 113 unten beschrieben ist.

Das auffallendste an diesem Profil ist die ausserordentliche Mächtigkeit der Leistmergel und das allmähliche Übergehen der gewöhnlichen, echten Leistmergel in die Wildflyschfacies. Unter den Blockeinschlüssen herrschen bei weitem vor die Glauconit-Quarzite oder Ölquarzite, die bis über 1 m Durchmesser erreichen und bereits im sicher senonen Leistmergel (nie aber im Leibodenmergel) eingelagert sind. Breccien-Blöcke, die für den eocänen Wildflysch so bezeichnend sind, scheinen noch vollständig zu fehlen.

Auch hier kann keine sichere obere Grenze der Kreide festgestellt werden, zumal auch die Aufschlüsse gerade in der oberen Grenzregion mangelhaft werden. Deutlicher ist die obere Grenze im Bach nördlich Schwarzenegg, wo im unmittelbaren Hangenden der etwa 200 m mächtigen Leistmergel sich bei 1470 m Kieselkalkblöcke, dann auch Quarzitbänke einstellen.

Rechnen wir bloss die sicher senonen Schichten *c—i* der Fig. 49 zum Leistmergel, so gelangen wir schon damit auf eine Schätzung der Mächtigkeit von über 250 m! Auf der Walenseekarte ist entschieden zu wenig Senon eingetragen.

Die Leibodenmergel sind wie immer als grünlichgraue, homogene Mergel entwickelt. Ich fand darin wenig unterhalb der Rinderbachmündung auf der Ostseite des Beerenbaches, sowie weiter nordöstlich Auf der Höhe:

! **Turbo** sp., ein Steinkern.

Drepanocheilus vagans J. BÖHM,

3 bestimmbare braune, pyritische Steinkerne, der grösste von 12 mm Höhe.

Die Leistmergel lassen sich in drei Hauptgruppen zerlegen, von unten:

- I. Zirka 80 m graue Schiefermergel ohne Kalkbänke (*c—d* in Fig. 49).
- II. Zirka 100 m gleiche Schiefermergel mit Kalkbänken (*e—f* in Fig. 49).
- III. 150 + ? graue Mergel mit Quarzitblöcken und eingeschalteten, zerknitterten Zonen von Wildflyschfacies, ohne bestimmbare obere Grenze (*g—m* in Fig. 49).

Dass diese dritte Gruppe wenigstens bis und mit *i* dem Senon angehört, geht aus den Petrefakten hervor, die darin gefunden wurden (vergl. Spezialprofil). Sie können wie folgt zusammengestellt werden¹⁾:

Spatangidarum sp. ind.,

ein Bruchstück aus dem obersten Teil der Schichten *e* in Fig. 49.

Inoceramus sp.,

ein Bruchstück aus Schicht *c* der Fig. 49, beschrieben l. c. p. 27.

Avellana sp.,

Original zu J. BÖHM und ARN. HEIM l. c., Taf. II, Fig. 8 *a—d**).

Scala sp.,

Original zu l. c., Taf. II, Fig. 4 *a—b**).

Dentalium sp.,

ein kleines Bruchstück aus den Schichten *i* bei -|- der Fig. 49.

Drepanocheilus vagans J. BÖHM,

5 zum Teil schlecht erhaltene kleine Exemplare, das grösste zirka 12 mm hoch, aus den Schichten *e* bei * der Fig. 49, ferner ein schlechtes Bruchstück aus den Schichten *i*.

Solariella alpina J. BÖHM.

ein sicheres und ein fragliches, kleines Exemplar*).

Bullinella Heimi J. BÖHM, Original zu l. c., p. 48, Taf. II, Fig. 14 *a—d**).

Beerenbach-Grossried.

Eine gute Fundstelle für Versteinerungen der Leistmergel bieten die Anrisse des unteren Beerenbaches bei Grossried, * der Walenseekarte, nördlich Müseried. Schichtlage 40° Südostfall.

¹⁾ Die Fundstelle des Rinderbaches ist in J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909 als „Schwarzenegg“ oder „Bach SW Schwarzenegg“ bezeichnet.

*) Schichthöhe nicht genau notiert. Fundort „Leistmergel Rinderbach“. Einige Originaletiketten sind leider verloren gegangen.

Grauer, etwas grünlich angewitterter, weicher, wenig schieferiger Mergel, bröckelig verwitternd, ohne Kalkbänke, wahrscheinlich dem oberen Teil der Leistmergelgruppe I des Rinderbaches entsprechend, enthält:

Inoceramus cf. salzburgensis FUGGER ET KASTNER.

Ausser vielen kleinen, dünnen Schalenbruchstücken ein mächtiges Exemplar, nach an Ort und Stelle gezeichneter Skizze und anderorts im Leistmergel gefundenen Bruchstücken von Herrn Prof. BÖHM wie folgt gedeutet: „es dürfte sich bei der Grösse und Flachheit wohl um eine Form handeln, die mit *Inoc. Mantelli* DE MERCI (wahrscheinlich ist *I. cycloides* WEGNER damit ident.) oder *Inoc. salzburgensis*¹⁾ FUGGER ET KASTNER zu identifizieren wäre“.

Durchmesser 30 cm, Rippen flachwellig radial, am Rand 2—3 cm weit auseinander.

? **Turbo** sp., ein kleines, schlechtes Bruchstück.

Drepanocheilus vagans J. BÖHM,

14 kleine Exemplare, z. T. nur 2—3 mm Durchmesser, aber auch zwei grössere von 12 mm Durchmesser der grössten Windung, zum Teil mit Schale.

Margaritella conoidea J. BÖHM,

4 kleine Exemplare, das grösste 5 mm hoch, auf 7 mm Durchm.

Margaritella lensiformis J. BÖHM.

zwei schöne, ganze Exemplare von je 5 mm Durchmesser, das eine Original l. c. Taf. II, Fig. 1 a—d.

Astrarium Arbenzi J. BÖHM,

ein kleines Exemplar von 7,5 mm Durchmesser. Original l. c., Taf. II, Fig. 21 a—b.

Natica protensa J. BÖHM,

ein schönes Ex. von 7 mm Höhe und 5 mm Durchm., Original l. c., Taf. II, Fig. 12, 12 a.

Discohelix cf. simplex HOLZAPFEL,

ein zerbrechliches Ex., beschrieben l. c., p. 38.

Tetragonites subepigonum J. BÖHM,

ein Ex. von 12 mm Durchmesser, Original l. c., Taf. I, Fig. 5, 5 a, 5 b.

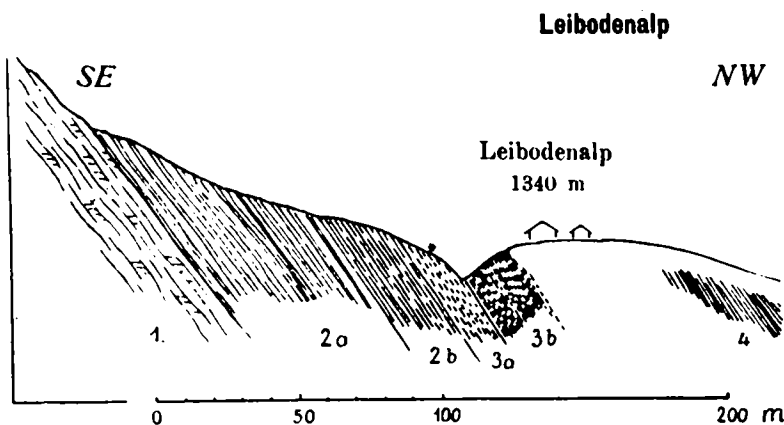


Fig. 50. Profil der Oberkreide 100 m östlich der unteren Leibodenalp-Hütte.

Die Hauptfundstelle der Leibodenalp ist die meist trockene Bachfurche unmittelbar südlich der Hütten Leibodenalp (* der Walenseekarte). Die weichen Leibodenmergel können mit Spitzhammer oder Pickel leicht aufgewühlt werden. Eine Übersicht über die Lage der Leibodenalp gibt Fig. 48, p. 155; nebenstehende Fig. 50 stellt die Schichtfolge 100 m nordöstlich der genannten Stelle, bei p des Wortes „Leibodenalp“ der Walenseekarte dar.

1. Seewerkalk, oberer Teil der zirka 150 m mächtigen Schichtfolge (mit Aufstellungssclivage). Übergang in
2. obere Seewerschichten:
 - a) 40 m? Kalkbänke mit Schiefermergel.
 - b) Zirka 20 m Übergangsschichten zum Leibodenmergel, „Seewer-Mergelkalk“, griffelig-stengelig verwitternd; darin ausser häufigen Inoceramenbruchstücken keine Petrefakten gefunden.

¹⁾ Diese Art wurde von J. BÖHM am Sulzberg bei Traunstein (helvetische Alpen Bayerns) mit *Belemnitella mucronata* zusammen gefunden.

3. Leibodenmergel, mit *Inoceramenschalen*, homogen, brückelig.

a) Zirka 10 m unterer Teil, mit *Baculites Oberholzeri* J. BÖHM, *Gaudryceras cf. mile* v. HAUER, *Drepanocheilus vagans* J. BÖHM häufig.

b) Zirka 20 m + ? oberer Teil, etwas weicher, mit *Desmoceras cf. diphyloides* FORBES sp., *Turbo* sp., *Drepanocheilus vagans* J. BÖHM (14 kleinere Ex. gesammelt).

4. Leistmergel, erst weiter nördlich aufgeschlossen.

Geht man der Bachfurche von der in Fig. 50 gezeichneten Stelle entlang abwärts zu den unteren Leibodenhütten, so kann man sich davon überzeugen, dass die Hauptfossilstelle unmittelbar bei diesen Hütten dem oberen Teil der Leibodenmergel, den Schichten 3b der Fig. 50 angehört. Diese oberen Leibodenmergel unterscheiden sich von den unteren nur durch noch etwas stärkeren Tongehalt und daher grössere Weichheit. Sie können folgendermassen charakterisiert werden:

Reiner, homogener, dichter, auf dem frischen Bruch feinst faseriger Mergel, grau bis grünlich, leicht mit dem Messer zu bearbeiten, zerfällt in frischem Zustand beim Pickelschlag in schalige, längliche Stücke, enthält häufig kleine Pyritknöllchen. Schichtung kaum erkennbar (keine Spur von Kalkbänken!). Petrefakten ziemlich häufig, jedoch bis jetzt ausser mikroskopischen Foraminiferen (vergl. Abschnitt Fauna der Leibodenmergel, hinten), ausschliesslich Mollusken gefunden.

Fauna der oberen Leibodenmergel. Leibodenalp:

Inoceramus sp., schlechte Bruchstücke.

Nucula Stachei ZITTEL.

Zwei Ex. mit Schale; das erste stark zerdrückt, 20 mm lang, 18 mm hoch, Original l. c., Taf. II, Fig. 39, 39a, b; das zweite 15 mm lang und 7 mm dick, Original l. c., Taf. II, Fig. 38.

Entrochus Escheri J. BÖHM,

ein Ex. 10 mm hoch, und 10 mm Durchm., Original l. c., Taf. II, Fig. 25, 25a—c.

Trochus trilix J. BÖHM,

ein schönes kleines Ex., 6 mm hoch und 5 mm Durchm., Original zu l. c., Taf. II, Fig. 17a—c.

Trochus (Ziziphinus) Studeri J. BÖHM,

6 z. T. pyritische Exemplare, wovon 1 Original zu l. c., Taf. II, Fig. 26a—b, 11 mm hoch und 9 mm Durchmesser.

Ziziphinus cf. Studeri J. BÖHM,

ein Ex., Original zu l. c., Taf. II, Fig. 35, 35a—b.

Margaritella lensiformis J. BÖHM,

ein kleines Ex. von 3.5 mm Durchm.

Margaritella cf. conoidea J. BÖHM,

ein kleines zerbrochenes Ex. von zirka 5 mm Durchm.

Margaritella Ganzl J. BÖHM,

ein schönes Ex., 6.5 mm Durchm. und 3 mm Höhe, pyritisch, Original zu l. c., Taf. II, Fig. 10a—c.

Lunatia cf. Geinitzi d'ORB. sp.,

ein Ex. von 7 mm Durchm., Original zu l. c., Taf. II, Fig. 23, 23a—b.

Pyrgulifera cf. acinosa ZEKELI sp.,

ein zerbrechliches Ex. von 10 mm Durchm. der äussersten Windung. Original zu l. c., Taf. II, Fig. 15.

Drepanocheilus vagans J. BÖHM,

im ganzen 50 Exemplare gesammelt, das weitaus häufigste Fossil; z. T. pyritisch, meist sehr klein, die grössten Ex. 11 mm Durchm. bei zirka 23 mm Höhe. Drei Originale zu l. c., nämlich Taf. II, Fig. 29, 29a—b; Taf. II, Fig. 30 und 31, 31a.

Turbo sp. ind.,

ein pyritisches Ex. mit Schale von 7 mm Durchm. und 6 mm Höhe.

Avellana fabaeformis J. BÖHM,

ein Ex. von 9 mm Höhe, Original zu l. c., Taf. II, Fig. 9, 9a—c.

Nerinea (Ptygmatis?) sp. ind.,

Desmoceras cf. diphyloides FORBES sp.,

ein schönes Ex. mit Loben, 5 mm Durchm., Schicht 3b in Fig. 50. Original zu l. c., Taf. II, Fig. 6, 6a—c.

Fauna der unteren Leibodenmergel, 100 m östlich Leibodenhütten, aus Schicht 3a in Fig. 50.

Drepanocheilus vagans J. BÖHM,
häufig, 16 Ex. gesammelt.

Gandryceras cf. mite v. HAUER sp..

Bruchstück einer Windung von 4 mm Dicke und zirka 15 mm Durchm., mit Loben. Original zu l. c., Taf. I, Fig. 4, 4a—b.

Baculites Oberholzeri J. BÖHM.

ein schönes Bruchstück, 11 mm lang, 6.5 mm breit, zirka 4 mm dick. Original zu l. c., Taf. I, Fig. 9, 9a—b.

Zwingenruns.

Im Profil der Leibodenalp wurde gezeigt, dass vom Seewerkalk an der Mergelgehalt allmählich zunimmt und die Schichten immer weicher werden. Noch tonreicher und deutlich noch weicher als die Leibodenmergel sind die grauen Leistmergel, die man nördlich und nordöstlich der Leibodenalp in ausgedehnten Anrissen in der Zwingenruns findet. Dichte Kalkbänke fehlen hier im allgemeinen. Die Schichten fallen flach nordwestlich, sind aber so ausgesprochen von flach südfallender Transversalschieferung durchsetzt, dass die wirkliche Schichtlage nur ausnahmsweise erkennbar wird (Fig. 48). Der Versuch, nach genauer Scheidung einzelner Fossilfunde im Gebiet der Zwingenruns eine Gliederung zu ermitteln, war erfolglos, so dass die Petrefakten wie folgt zusammengefasst werden müssen:

Nucula sp.,

ein kleines pyritisches, schief gedrücktes Ex., 5 mm lang.

Nuculana sp.,

ein kleines Ex. von 5 mm Länge; Original zu l. c., Taf. II, Fig. 41, 41a—b.

Solariella alpina J. BÖHM,

5 Ex., worunter ein schönes, sehr kleines Ex. von 4.5 mm Durchm. Zwingenruns Kurve 1330—1360 = Original zu l. c., Taf. II, Fig. 20, 20a—d: ein weiteres Schalenex. von 8.5 mm Durchm. bei 7 mm Höhe = Original zu l. c., Taf. II, Fig. 18, 18a—b.

Margaritella Ganzii J. BÖHM,

ein vollständiges Ex., 6.5 mm Durchm., auf 3 mm Höhe.

Margaritella conoidea J. BÖHM.

ein gutes, pyritisches Ex. von 6.5 mm Durchm. auf 3.5 mm Höhe, Zwingenruns Kurve 1370; Original zu l. c., Taf. II, Fig. 2, 2a—c.

Trochus granifer J. BÖHM.

ein sehr kleines, schönes Ex. von zirka 3.5 mm Durchm. bei gleicher Höhe; Original zu l. c., Taf. II, Fig. 24, 24a—d.

Natica protensa J. BÖHM.

ein schönes Ex. mit Schale, 12 mm hoch.

Pyrgulifera helvetica J. BÖHM.

ein schönes kleines Ex. mit Schale von zirka 6.5 mm Höhe. Original zu l. c., Taf. II, Fig. 27, 27a—b.

Drepanocheilus vagans J. BÖHM.

10 kleine Exempl., wovon 5 von Zwingenruns Kurve 1290—1340, 4 von K. 1370 m; z. T. pyritisch, das grösste 5.5 mm Durchm. auf 10 mm Höhe.

Avellana sp.,

zwei pyritische Ex., je 7 mm hoch und 5 mm Durchm., das eine Original zu l. c., Taf. II, Fig. 5, 5a—b.

Ringicula sp.,

ein sehr kleines pyritisches Ex. von 2.5 mm Höhe.

Phylloceras sp.,

ein zerdrücktes Ex. von ursprünglich zirka 20 mm Durchm., von Kurve 1370 m.

Gandryceras sp.,

ein pyritisches Ex. von kaum 3 mm Durchm., Zwingenruns Kurve zirka 1300 m.

Südlich und östlich Alp Loch scheint die Leistmergelmasse an Mächtigkeit abzunehmen, nach oben beschnitten und unmittelbar mit scharfer Grenze von Wildflysch mit exotischen Blöcken überlagert zu sein. Zwar lässt sich nirgends ein guter Aufschluss der Grenze finden. Noch fand ich etwa 20 m unter der Blockflyschgrenze ESE Loch im Leistmergel 3 schlecht erhaltene Steinkerne von *Drepanocheilus vagans* J. Böhm und ein schönes kleines Exemplar eines *Phylloceras* mit 5 mm Durchmesser.

Ostseite des Fliegenspitz, Alpli.

Hatten wir bisher die stratigraphisch einfach gelagerten Lokalitäten der Fliegenspitzmulde betrachtet, so gelangen wir jetzt innerhalb der gleichen Zone in das tektonisch und stratigraphisch schwer verständliche Gebiet des Fliegenspitzes (Photographie Fig. 51).

Die Leibodenmergel fehlen hier, indem ein 70° steil NW fallender, lokal gedoppelter Bruch mit 20—30° NE fallenden Rutschstreifen (Längsverschiebung) die etwa 70° NW fallenden Seewerschiefer gegen flach NW fallende Leistmergel abschneidet.

Die Leistmergel nehmen eine breite Zone von 400—500 m ein und bilden am Nordfuss des Leistkamm südlich Alpli wilde, nur teilweise erkletterbare, weisslichgraue Abrisse (Fig. 51). Die Schichtlage ist durch Transversalschieferung unklar, doch scheint sie am Seewerkontakt 20—30° NW fallend und etwas weiter davon entfernt horizontal zu sein. Kalkbänke, wie sie sonst der obere Leistmergel meist enthält, und die über die Schichtlage klaren Aufschluss geben würden, habe ich im ganzen Gebiet keine bemerkt. Algenartige bis 1 cm breite Bänder sind nicht selten.

Auf der Nordseite von Punkt 1683¹⁾ wird die Schichtlage wieder klar flach NW fallend, und zwar etwa 10—20°. An dieser Stelle kann die obere Grenze der Leistmergel beobachtet werden, die bereits im Abschnitt Flysch, p. 91, Fig. 27, und p. 115, Fig. 29, behandelt wurde. Auch hier geht der vom sicher senonen Leistmergel nicht zu unterscheidende, weissliche Mergelschiefer *a* in Fig. 27 allmählich in eine Lage mit Block-Einschlüssen über, so dass eine obere Grenze der Kreide nicht festgestellt ist. Diese Schieferlage mit Blöcken *b* in Fig. 27 ist auf der Walenseekarte als Wildflysch eingetragen. In wenig höherem Niveau über *c* der Fig. 27 befinden sich auf der gegenüberliegenden Seite des Fliegenspitzgrates die sonderbaren Nummulitenkalke von Loch (vergl. p. 77 und Walenseekarte). Die wirkliche Senon-Eocängrenze kann also, wenn sie auch vielleicht etwas höher liegt, als in der Walenseekarte angegeben, doch nicht mehr gar zu fern angenommen werden.

Auch innerhalb der grossen Leistmergelmasse treten Erscheinungen auf, die mich am senonen Alter der Mergelmasse von Alpli anfänglich zweifeln machten.

Schon früher wurde erwähnt, dass der Nummulitenkalk von Loch in einzelnen grossen Blöcken dem Leistmergel am senonen Abhang aufliegt, an Stellen, wo dieser nicht „erratisch“ hingelangt sein kann, sondern höchstens durch allmähliche, durch jahrtausende hindurch sich ziehende, allmähliche Rutschung aus höherem Niveau hingelangt sein konnte (Phot. Fig. 51).

Eine weitere sonderbare Erscheinung ist das Auftreten exotischer Blöcke. Nachdem mir bereits Blöcke von Granit und Porphyr, von Breccien, Sandstein und Conglomerat am Fuss der Leistmergelabrisse bekannt waren, gelang es mir auch innerhalb der Leistmergel eine normale, horizontale Einlagerung mit Blöcken in Wildflyschfacies zu erklettern. Der Leistmergel enthält also hier schon in seinem mittleren Teil exotische Blöcke als Einschlüsse (vergl. Fig. 51 und p. 91 und 99).

Noch ausgedehntere Abrisse bilden die Leistmergel auf der Westseite des Leistbaches nordöstlich Alpli, bis sie von der Mündung des Seelibaches an abwärts abgeschnitten werden.

¹⁾ An Hand der beigegebenen Photographie Fig. 51 muss ich mich überzeugen, dass die obere Grenzlinie der Leistmergel in der Walenseekarte am Grat vom Fliegenspitz zum Leistkamm um etwa 4 mm zu weit südöstlich gezogen ist. Ich habe offenbar den Punkt 1683 mit dem in der Karte nicht deutlich hervorgehobenen, 50—100 m weiter nordwestlich gelegenen des Fliegenspitzgrates verwechselt. Die Leistmergel sind also weiter ausgedehnt als auf der Karte eingezeichnet ist. Man vergleiche auch Fig. 29, p. 115.

In diesem Gebiete hat das weitere Suchen nach Petrefakten am ehesten Aussicht auf neue Erfolge, da auf weite Strecken die Schicht- oder Schieferflächen parallel dem Abhang sauber blossgelegt sind. Die obere Grenzbestimmung bietet hier ebenso grosse Schwierigkeiten wie bei Alpli selbst. Glaubt man von weitem ein etwa 20 m mächtiges, weissliches Leistmergelband mit etwa 30° Nordwestfallen als obere Grenze und bedeckt von bräunlichem Flyschschiefer zu erkennen, so ergibt die Spezialaufzeichnung am oberen Rand der Pleiggen NNE Alpli, dass 150 m nördlich der Hütten Alpli in diesem bräunlichen Schiefer eingelagerte Kalkbänke mit 30° südlichem Fallen. Ich notierte hier das folgende Profil, orographisch von unten.

- a) Leistmergel mit Ammoniten, Hauptmasse.
- b) 10—20 m helle, gelbliche Körnenschiefer, homogen, mit FeS₂ Knöllchen und handgrossem, fingerförmigem *Inoceramus*: Leistmergel. Scharfe Grenze gegen
- c) zirka 15 m bräunliche, flaserige Mergelschiefer mit Linsen und 2—30 cm dicken, flaserigen Bänken von sandigem Kalk, Glimmersandstein und kleinen Ölquarzitlinsen.
- d) 3 m dicke und 15 m lange, zerrissene Bank von grünsandigem Kalk mit hellgrünen Tonglauconitkörnern. (Ähnliches Gestein auf dem Fliegenspitze bei Punkt 1683 gefunden).
- e) Schiefermergel, ähnlich Leistmergel. Auf (oder in ?) diesem Mergel findet man im Wald wieder Blöcke vom Nummulitenkalk Loch (Walenseekarte).

Ob nun die Grenze von Kreide und Eocän mit der an einigen Stellen ganz scharf erscheinenden Grenze zwischen *b* und *c* des obigen Profils zusammenfällt, kann ich noch nicht entscheiden. In der Walenseekarte sind *c—d* als Wildflysch, *e* als graue Flyschmergel bezeichnet.

Senonartige, helle Schiefermergel mit Einschlüssen von Ölquarzit- und Glimmersandsteinlinsen bei schwach südfallender Lage findet man auch wieder an dem Felskopf 1372 des Tschelliswald, die in der Walenseekarte aus Verlegenheit mit gelber Farbe bezeichnet sind.

Es bleibt vor allem noch nötig, den Nachweis zu bringen, dass die genannten, ausgedehnten, grauen bis weisslichen Mergel des Gebietes von Alpli wirklich der Kreide angehören.

Ich fand zunächst in der Felspartie 20 m nordwestlich des in Fig. 51 eingezeichneten Bruches eine Lage mit massenhaft Bruchstücken der für den Leistmergel bezeichnenden, dünn-schaligen *Inoceramen*; dann am Weglein 100 m südlich der Hütte Alpli bei + in Fig. 51 in einem von unmittelbar darüber stammenden Mergelblock zwei leider zerbröckelte Leistmergel-Gastropoden, ferner:

cf. **Margarita radiatula** FORBES.

ein Steinkern von 7 mm Durchm. auf 5 mm Höhe, im Bächlein östlich der Hütte Alpli bei Kurve 1400 m, beschrieben von J. BÖHM, Senonbildungen 1909, p. 31.

Turritella sp.,

ein schlechter Steinkern von 10 mm Höhe bei 4 Windungen, in der Bachfurche WNW Alpli, bei Kurve 1540 m gefunden.

Da ausser allem Zweifel die grauen, trocken hellgelblichen Mergelabrisse des oberen Leistbaches nordöstlich Alpli unmittelbar mit den beschriebenen Leistmergelfelsen am Nordfuss des Leistkamm zusammenhängen, können die dort gefundenen Versteinerungen an dieser Stelle aufgeführt werden:

Ventriculites Escheri RAUFF,

ein schönes Exemplar, gefunden von Hr. Lehrer BAUMGÄRTNER in Starkenbach im Leistbach bei Alp Hinter-Leist, Original zu J. BÖHM & ARN. HEIM l. c., Taf. I, Fig. 1, 1a—d, beschrieben p. 21 von Hr. Prof. RAUFF in Berlin.

Nuculana sp.,

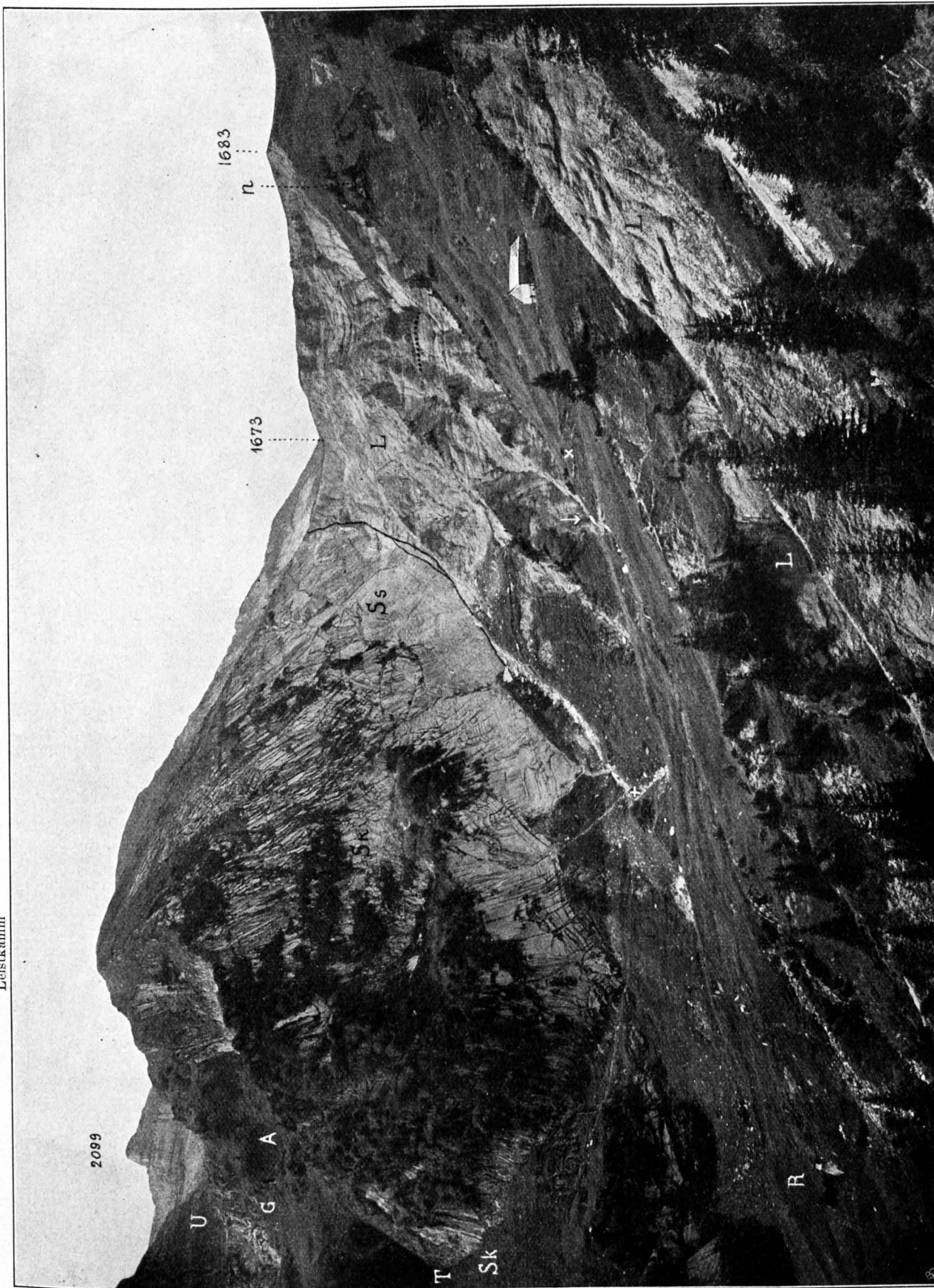
ein kleines Ex. vom Leistbach bei Hinter-Leist; Original zu l. c., Taf. II, Fig. 40.

Cerithium Baumgärtneri J. BÖHM,

ein Exemplar von 20 mm Höhe, Leistbach bei Hinter-Leist, Kurve 1280 m. Original zu l. c., Taf. II, Fig. 28, 28a.

Drepanocheilus vagans J. BÖHM,

ein schlechtes Ex. vom Leistbach bei Hinter-Leist + 2 weitere unbestimmbare Gastropoden.



August 1904.

Phot. Arnold Heim.

Fig. 51. Alpli am Nordabhang des Leistkamm, von Nord.

U = Schrattekalk.
G = Gargasien, Brisischichten.
A = Albien.
T = Turillitenschicht n.
Sk = Seewerkalk.

Ss = Seewerschiefer.
L = Leistmergel, die ganze rechtsuntere Hälfte des Bildes einnehmend, an den Seewerschiefer mit Bruch (schwarz gezeichnet) angelehnt.
.... = Blocklage im Leistmergel.

n = grosser Nummulitenkalk-Block.
↓ = Petrefaktenfundstelle.
+ = Quarzporphyr-Block, exotisch, aus Leistmergel.
x = Graublock, exotisch, aus Leistmergel.
R = Rutschgebiet in Leistmergel, mit vielen exot. Blöcken.

Baculites sp.,

ein pyritisches Exemplar von bloss 1.6 mm Durchmesser, vom Leistbach bei Hinter-Leist.

Ammonites sp.,

auf der linken Seite des Leistbaches bei Kurve 1320 m; drei winzig kleine, pyritische Ex. notiert, die z. T. verloren gingen, z. T. zerbröckelten.

Nach den genannten Funden kann also über das senone Alter der in der Walenseekarte mit gelbgrüner Farbe bezeichneten Mergel des Gebietes von Alpli trotz der exotischen Blöcke kein Zweifel mehr bestehen. Es fragt sich nur, ob das Senon nicht noch weiter nördlich reicht.

Südseite des Häderenberges.

Entsprechend der Südseite des Gulmen wird auch der Südabhang des Häderenberges von Amdenerschichten begleitet, zwar hier nicht in der für den Gulmen bezeichnenden, einfachen Lagerung. Die Leistmergel scheinen hier vielmehr im Gebiet der Hinteren Langenegg sackförmig angehäuft, und sind dafür gegen das Westende des Häderenberges hin zu einer sehr schmalen Zone reduziert.

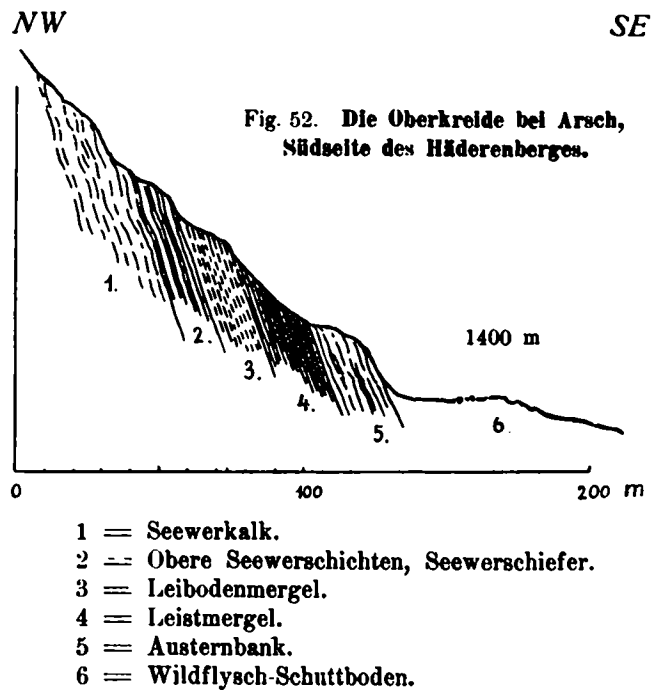
Die westliche Abgrenzung der genannten sackförmigen Leistmergel-Anhäufung lässt sich nicht genau ermitteln. Soweit Leistmergel in der Walenseekarte eingezeichnet sind, fand ich sie typisch und da und dort mit Inoceramenschalen.

Ein besonders interessantes Profil lässt sich bei Arsch ermitteln (Fig. 52).

Gegenüber allen bisher besprochenen Lokalitäten ist hier neu das Auftreten von **Austernschichten** in den Amdenerschichten. Sie sind 10—20 m mächtig, in Blöcke zerfallen; ein schiefriger, feinsandiger, braun angewitterter Kalk, inwendig grau bis bräunlich, sehr feinkörnig, mit FeS₂ Nestern. Das Gestein sieht verblüffend ähnlich aus wie dasjenige der p. 55—63 beschriebenen Austernbänke im eocänen Flysch des Flibachgebietes, und auch die Austern selbst, mit denen das Gestein erfüllt ist, scheinen wie dort der Gruppe der *Ostrea vesicularis* LAM. anzugehören.

Gleiche Austernbänke finden wir wieder mit gegen 20 m Mächtigkeit weiter östlich bei Ober-Strick, unmittelbar unterhalb des Hütchens Punkt 1331 der Walenseekarte, hier aber sonderbarer Weise in flach nördlich einfallender Schichtlage, grauen Mergeln, offenbar Leistmergel aufgesetzt. Die Austern sind hier eher besser erhalten als bei Arsch, immerhin noch so schlecht, dass ich nur zwei Exemplare zur näheren Untersuchung mitnahm. Diese sind aber für *Ostrea vesicularis* typisch.

Das eine mit 4—5 cm Durchmesser entspricht der Abbildung in BAYLE¹⁾, Taf. CXXXV, Fig. 1—2, das andere Fig. 6—7. Wie bei den Exemplaren vom Flysch des Flibachgebietes zeigt auch das eine senone Exemplar eine konzentrische Furche auf der konvexen linken Schale in etwa $\frac{2}{3}$ Entfernung vom Wirbel bis zum Rand, sowie einen fast rechtwinkelig abfallenden Randteil dieser Falte. Konzentrische und leicht radiale Streifung vorhanden.



¹⁾ BAYLE, Explication de la Carte géol. France 1874 Atlas.

Säss, unterer Leistbach

Die schon einleitend p. 149 erwähnte Fundstelle von Säss bei Starkenbach ist in Fig. 53 abgebildet und mit * bezeichnet. Sie liegt genau dem dortigen Hüttchen gegenüber.

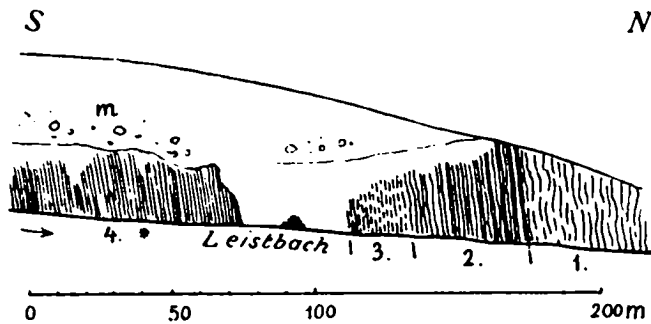


Fig. 53.

Profil der Oberkreide am Leistbach bei Starkenbach-Säss.

- 1 == Seewerkalk, oberer Teil der zirka 70 m mächtigen Schichtfolge.
- 2 == obere Seewerschichten, Mergelkalk.
- 3 == Leibodenmergel.
- 4 == Leistmergel.
- * == Petrefaktenfundstelle Säss.
- m == Grundmoräne.

Das Profil ist bereits in Santis-W 1905, p. 324, beschrieben worden, und soll hier nicht wiederholt werden. Was ich als „Seewerkmergelkalk“ bezeichnet habe, glaube ich seither z. T. als Leibodenmergel erkannt zu haben; doch gehen die Mergelkalke der oberen Seewerschichten so allmählich in die Leistmergel über, dass bei dem Mangel an Versteinerungen eine sichere Abtrennung der Leibodenmergel nicht möglich ist.

Die grauen Mergel von Säss gehören sicher zum unteren, die l. c. unter 6 genannten, hellergrauen Körnchenschiefer dem mittleren bis oberen Teil der Leistmergel an.

Im unteren, dunkelgrauen, weichen, bröckeligen Mergel mit Pyritknöllchen wurden bei * in Fig. 53 gefunden¹⁾:

Baculites cf. vertebralis LAM. [= B. Faujasii (LAM.) J. SOW.],

ein sehr kleines Exemplar, pyritisch. Bestimmung von Dr. L. ROLLIER.

Pachydiscus cf. Wittekindi SCHLÖTER sp.,

ein sehr kleines Exemplar, pyritisch, nicht besonders dick. Bestimmung Dr. L. ROLLIER.

Leda sp. ind.,

nach Bestimmung von Dr. L. ROLLIER. Oder **Nuculana** sp.?

Solariella alpina J. BÖHM,

ein kleines, prächtiges Exemplar.

In den heller grauen Leistmergeln, die bachaufwärts folgen und als das primär normale Hangende der Mergel von Säss zu betrachten sind, konnten folgende Arten festgestellt werden:

Trigonia sp.,

ein Ex. von 25 mm Länge, unmittelbar südlich Chriesbrugg²⁾. Original zu l. c., Taf. II, Fig. 44.

Axinus Arnoldi J. BÖHM,

ein gut erhaltenes, ganzes Ex. vom Waldrand Säss³⁾.

Cardium sp.,

ein sehr kleines, nur 3 mm grosses Ex. von Jungholz⁴⁾. Original zu l. c., Taf. II, Fig. 37, 37 a—d.

Solariella alpina J. BÖHM,

6 schöne, kleine pyritische Exemplare von Jungholz und nächster Umgebung und 3 weitere vom Waldrand Säss; das grösste mit Schale, 9 mm Durchm. auf 7 mm Höhe. Ein Original zu l. c., Taf. II, Fig. 19, 19 a—b.

¹⁾ Die ersten drei Arten von Dr. L. ROLLIER gefunden, sind schon in „Säntisgebirge“ Beiträge 1905, p. 325, erwähnt.

²⁾ So wird in der Gegend die kleine Brücke über den Leistbach bei Kurve 960 m, Buchstabe J von Jungholz der Walenseekarte genannt.

³⁾ Mit Waldrand Säss bezeichne ich die in der Walenseekarte mit * angegebene Fundstelle am Waldrand südl. Säss, am Selunalpweg.

⁴⁾ Mit Jungholz wird bezeichnet die in der Walenseekarte mit * bezeichnete Fundstelle im Leistbach, südliche Bachseite.

Natica protensa J. BÖHM,

ein schönes, ganzes Ex. mit Schale, 16 mm hoch, vom Waldrand Säss.

Drepanocheilus vagans J. BÖHM,

zwei sichere, schöne Ex. und 3 schlechte, pyritische Steinkerne; klein, das beste 3 mm Durchm. auf 5 mm Höhe. Jungholz, Chriesbrugg, Säasbrücke und Waldrand Säss.

Tornatellaea subdoliolum J. BÖHM,

ein pyritisches Ex. von der Chriesbrugg. Original zu l. c., Taf. II, Fig. 3, 3a.

Hamites sp.,

ein pyritisches Bruchstück von 4.6 mm Höhe und 2.6 mm Durchmesser. Original zu l. c., Taf. I, Fig. 7, 7a—c.

Unterwasser, Sämtisthur.

Auf der den Churfürsten angehörenden Seite gegenüber Säss, welche die unmittelbare Fortsetzung der Amdenerschichten des oberen Leistbach- und Alplgebietes bildet, sind am Selun-Alpweg südlich Starkenbach mittelmässige Aufschlüsse vorhanden. Leibodenmergel zirka 40 m. Da ich dort ausser einem *Spatangidarum* sp. von der oberen Grenze der Seewerschichten keine Petrefakten fand, kann auf eine Lokalbeschreibung verzichtet werden.

Weiter östlich fehlen Aufschlüsse bis nach Unterwasser, wo im Bett der Sämtisthur die gesamte Oberkreide, die unmittelbare Fortsetzung der Schichtfolge am Leistbach bei Säss bildend, aufgeschlossen ist. (Fig. 54).

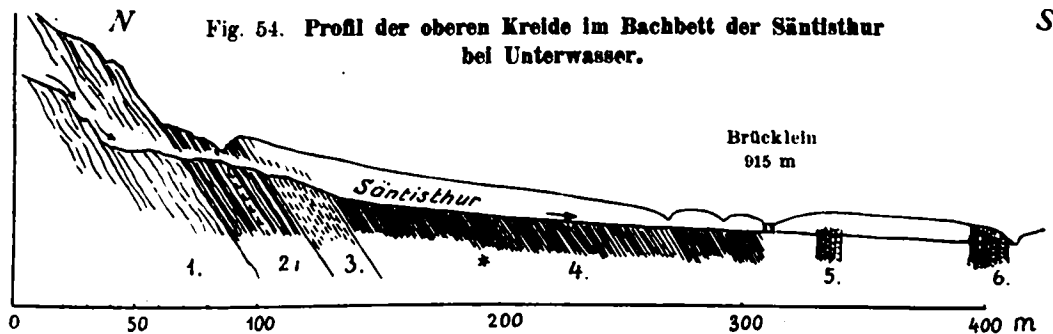


Fig. 54. Profil der oberen Kreide im Bachbett der Sämtisthur bei Unterwasser.

1. 60 m? Seewerkalk, im oberen Teil mit algenartigen Streifen und Flecken. Streichen E 25° N, Fallen 55° SSE. Übergang in
2. zirka 25 m obere Seewerschichten, nach oben allmählich mergeliger werdend, bis die rein kalkigen Seewerlagen ganz verschwinden. Voll Kriechspuren? und algenartiger Streifen bis 2 cm breit und 30 cm lang. In der Mitte eine Lage mit vielen bis über 1/2 cm dicken, weissen, quersfaserigen *Inoceramenschalen*. Übergang in
3. 10—20 m Leibodenmergel, nicht scharf abgrenzbar.
4. zirka 150 m Leistmergel, typisch, Streichen E 15° N, Fallen 60° SSE. Fossilarm; bei * *Nuculana* sp., ein ganzes Exemplar von 6 mm Länge.
5. Flysch mit Sandsteinbänken; vertikal, Streichen E 25° N.
6. Wildflysch mit Sandstein und conglomeratischer Lage; vertikal, Streichen E 15° N.

Die oft so unbestimmte Kreide-Flyschgrenze fällt hier klar zwischen 4 und 5, offenbar unmittelbar südlich des Brückleins, wo allerdings etwa 20 m weit keine Aufschlüsse vorhanden sind.

Schwendi-Freienalp.

Das letzte Oberkreideprofil innerhalb der Walensee-karte ist dasjenige der Freienalp am östlichen Kartenrand. Es zeichnet sich durch ruhige, nördlich abfallende Schichtlage, nicht aber durch gute Aufschlüsse aus. Eigenartig ist das Fehlen der Leistmergel.

Geht man dem Bach östlich Hinterseen der Walenseekarte entlang aufwärts, so trifft man zuerst anstehenden Wildflysch, nämlich schwarze und braune, auch grünliche Mergel mit häufigen Blöcken von Ölquarzit und Glimmersandstein, mit Kalk- und Kieselkalkbänken.

Ohne Kontaktaufschluss folgen nun bei Kurve 1230 m homogene, feine, graue Mergel, die im stratigraphisch unteren Teil grosse *Inoceramen* enthalten. Andere Petrefakten konnte ich nicht entdecken. Mächtigkeit vielleicht 20 m. Diese Schichten entsprechen offenbar den Leibodenmergeln, da sie lithologisch unmittelbar mit den liegenden Seewerschichten verknüpft sind.

Seewer-Mergelkalk und Seewerkalk mögen je etwa 50 m mächtig sein.

Man möchte annehmen, dass hier bei Freienalp-Schwendi der Flysch auf den Leibodenmergeln transgrediere.

Südostseite des mittleren Säntisgebirges.

Der vielfach durch Längsbrüche unterschrittene Südschenkel des südlichsten Säntisgewölbes VI scheint seiner ganzen Länge nach von Amdenerschichten begleitet zu sein, die ursprünglich das normale Hangende des südlich abfallenden Seewerschenkels bilden. Schöne Aufschlüsse, aber mit verkehrter Schichtlage findet man 4 km nordöstlich Wildhaus, an den in der Säntiskarte mit gelber Farbe belegten Anrissen westlich Lochalp. Diese Mergel bilden die direkte Fortsetzung derjenigen von Unterwasser an der Säntisthur; doch sind sie hier scharf gegen die Nummulitenbildungen abgegrenzt (zu vergl. Fig. 43, p. 138).

Ich schätze bei Lochalp die typisch aschgrauen, 30° NW bergwärts fallenden, verkehrten Leistmergel zu zirka 100 m, was vielleicht nur ein Bruchteil der primären Mächtigkeit vorstellt. Sie enthalten Globigerinen mit bis 1 mm Durchmesser, die sich bei Geduld frei herauslösen lassen. In etwa mittlerer Höhe fand ich

Hamites sp. ind.,

ein Bruchstück von 4.5 mm Durchmesser mit kräftigen Rippen und deutlichen Loben, pyritisch.

Herrn Prof. Dr. J. Böhm verdanke ich die folgende Mitteilung: „Das mir zugestellte Fragment gehört wohl näher zu *Anisoceras*, sieht noch am ähnlichsten dem *Hamites Roemeri* GEINITZ (HOLZAPFEL, *Palaeontographica* 34, t. 5, f. 4, 5)⁴.

Die Leibodenmergel lassen sich schwer von den Leistmergeln abtrennen, da sie, wohl infolge der tektonischen Überkippung, wie die Leistmergel geschiefert sind; doch geben sie sich am oberen Rande der Pleigge durch gelblichere Anwitterungsfarbe schon von weitem zu erkennen und lassen sich auch am Weglein durch den Übergang in die Seewerschiefer nachweisen. Ihre Mächtigkeit lässt sich zu etwa 20 m schätzen.

5. Verbreitung der Amdenerschichten im allgemeinen — Zonenbreite.

Ein Blick auf die Walenseekarte zeigt, dass die Amdenerschichten in diesem Gebiete innerhalb der Säntisdecke durchwegs verbreitet sind, ausser:

1. am Nordrand des mittleren Säntisgebirges bis zum Risipass;
2. am Nordrand des Mattstocks.

Die Amdenerschichten, insbesondere die Leistmergel zeigen auch grosse Mächtigkeit und Verbreitung in der Alviergruppe, wo ich sie neuestens am Sichelkamm, in der Voralpmulde bis nach Grabs nachweisen konnte.

Ausserhalb des Kartengebietes sind die Amdenerschichten in der Säntisdecke, der Räderten- und Drusbergdecke bekannt, und zwar:

1. Säntisdecke:
 - a) Vorarlberg¹⁾.

¹⁾ E. WEPFER: Die nördl. Flyschzone im Bregenzerwald. Neues Jahrb. f. U. G. u. P., Beil. Bd. XXVII 1908. Die genauen Parallelen zu den aus d. Churfirstengruppe beschriebenen Bildungen können allerdings noch nicht gezogen werden.

b) Säntisgebirge, ganz besonders mächtig am Nordrand des Gewölbes VI zwischen Föhnern und Kamor, namentlich Leistmergel¹⁾, ferner als Mantel um das Nordostende des Gewölbes III herum²⁾.

c) Wiggisgruppe, Oberseetal (J. OBERHOLZER³⁾).

d) Gross- und Klein-Aubrig (ARN. HEIM⁴⁾).

e) Gewölbchen zwischen Sarnen und Flühli (ARN. HEIM⁵⁾).

2. Rädertendecke,

Hinter-Waggital-Tierberg (J. OBERHOLZER).

3. Drusbergdecke,

Nordseite des Flubrig, Fläschlihöhe (J. OBERHOLZER l. c. 1910, ARN. HEIM 1909).

Gegend von Iberg, Schülberg, Illgau (ARN. HEIM 1909).

Niederbauen-Oberbauen (?) und weiter südwestlich?

In allen tieferen Decken als die Säntisdecke, d. h. in den mittleren und unteren helvetischen Decken (vergl. p. 19--20), so wie im autochthonen, sind bisher die Amdenerschichten noch nicht nachgewiesen worden. Es wäre jedoch denkbar, diese noch lokal zu finden⁶⁾; denn es steht

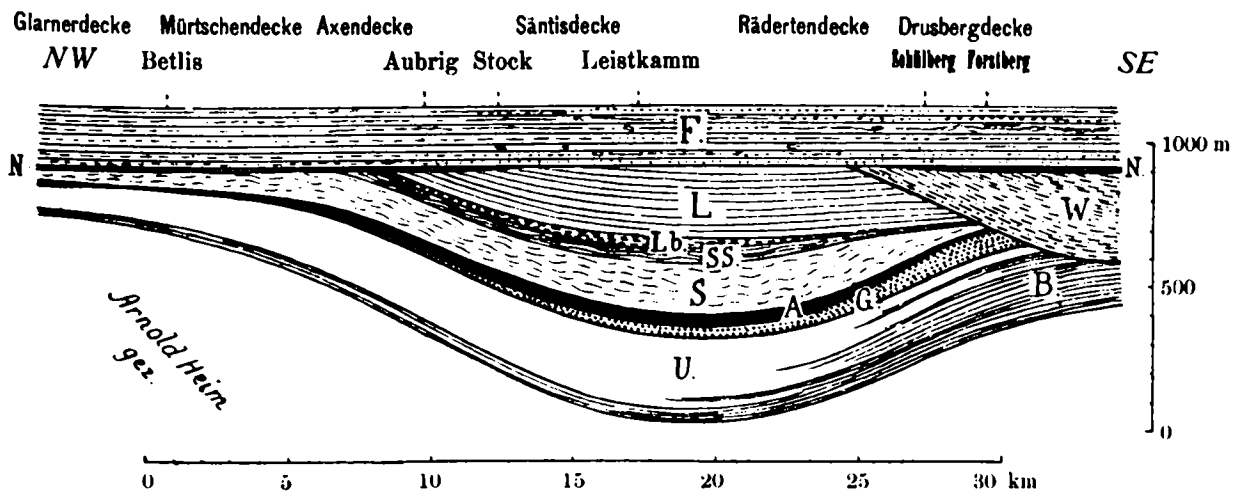


Fig. 55. Die stratigraphische Lage der helvetischen Oberkreide, nach Ausglättung der Falten und Überschiebungsdecken.

- | | | | |
|-----------------|---|---|---------------------|
| Untere Kreide | { | B = Barrémien, Mergelfacies (Drusbergsschichten). | |
| | | U = Schrattenkalk, Barrémien und Bedoulien in zoogener Facies (Urgonien). | |
| Mittlere Kreide | { | G = Gargasien. | |
| | | A = Albien und Turrilitenschichten, schwarz. | |
| Obere Kreide | { | S = Seewerkalk, Cenomanien und Turonien | } Seewerschichten. |
| | | SS = „Seewerschiefer“, obere Seewerschichten | |
| | | Lb = Leibodenmergel, Emschérien | } Amdenerschichten. |
| | | L = Leistmergel, Aturien | |
| | | W = Wangschichten, Danien? | |
| Eocän | { | N = Nummulitenschichten, Bürgenschichten, Lutétien. | |
| | | F = Flysch, Lutétien. | |

¹⁾ Schon von ROTHPLTZ (Geotektonische Probleme 1894, p. 45) zwar unbegründet, als Senon betrachtet.

²⁾ Von ALB. HEIM und E. BLUMER in Säntisgebirge 1905 überall zum eocänen Flysch gerechnet.

³⁾ Näheres verzeichnet die neue Karte der Glarneralpen von J. OBERHOLZER und ALB. HEIM.

⁴⁾ Senonbildungen 1909; Nummuliten- und Flyschbildungen 1908, p. 55, Fig. 8.

⁵⁾ Nummuliten- und Flyschb. 1908, p. 99.

⁶⁾ Es ist z. B. möglich, dass die hellen, aus dem Seewerkalk hervorgehenden, autochthonen Schiefer bei Mapragg im Taminatal noch teilweise die Amdenerschichten vertreten.

ausser Zweifel, dass die jetzige geographische Verbreitung der Amdenerschichten als Denudationsrelikt zu betrachten ist¹⁾).

Die Amdenerschichten werden in der ursprünglich nordwestlichen, alpenäusseren Zone vom Eocän, in der ursprünglich südöstlichen, alpeninneren Zone von den Wangschichten abgeschnitten (Fig. 55). Wir können also nicht sagen, ob die Amdenerschichten irgendwo in indirekter Verbindung mit den gleichalten, extraalpinen Schreibkreidebildungen standen. Die Foraminiferen sind zum Teil die gleichen, die Makrofauna jedoch vom extraalpinen Kreidegebiet ganz verschieden.

Die Amdenerschichten bilden in den östlichen Schweizeralpen eine Zone von etwa 20 km Breite. Diese Zone verengert sich nach Südwesten, indem von Norden her die Nummuliten-schichten, von Süden die Wangschichten gegen die Zonenaxe transgredierend vordringen, bis die Amdenerschichten innerhalb der helvetischen Decken am Thunersee vollständig verschwunden sind.

6. Gliederung der Amdenerschichten.

Im Gebiet der Walenseekarte ist nach lithologischem und paläontologischem Prinzip zugleich eine durchgreifende Gliederung vorgenommen worden in

II. Leistmergel,

I. Leibodenmergel.

Es ist aber zu betonen, dass infolge der überall vorhandenen, allmählichen, lithologischen Übergänge vom Seewerkalk bis zu den Leistmergeln eine scharfe, gegenseitige Abgrenzung ausgeschlossen ist. Ausserhalb des Gebietes der Walenseekarte ist bis jetzt einzig am Grossen Aubrig eine den Stufen der Churfirstengruppe genau entsprechende Unterscheidung in Seewerkalk, Seewerschiefer, Leiboden- und Leistmergel möglich geworden²⁾).

Der Versuch einer allgemein gültigen, weiteren Gliederung war sowohl auf lithologischem wie paläontologischem Prinzip erfolglos. Zwar lässt sich immerhin lokal eine weitere Trennung vornehmen, wie in den Spezialprofilen vom Stock, Rinderbach, Leibodenalp und unteren Leistbach gezeigt wurde.

Leistmergel. Das Vorkommen von Kalkbänken scheint nicht an eine bestimmte Schicht-höhe gebunden zu sein. Auch lässt sich in horizontaler Dimension keine Gesetzmässigkeit nach Vorhandensein oder Fehlen der Kalkbänke ermitteln. Am Stock (Fig. 47, p. 154) und Rinderbach (Fig. 49, p. 156) nehmen die Kalkbänke den mittleren Teil der Leistmergel ein; am Goggeien, am Rombach bei Amden und am Selun-Alpweg südlich Starkenbach scheinen sie im unteren Teil besonders hervorzutreten. In der Zwingenrüns und im Leistbachgebiet habe ich die Kalkbänke im allgemeinen vermisst.

Wo die Aufschlüsse vom Leistmergel bis in den Flysch hinaufreichen, lässt sich deutlich eine obere Abteilung erkennen, die durch Einschaltungen von Wildflyschfacies mit Blöcken und Linsen ausgezeichnet ist (Rinderbach, Stock). Dass aber auch solche schon im mittleren Teil der Leistmergel auftreten können, wurde vom Nordabhang des Leistkammes gezeigt (p. 162, Fig. 51).

Die Austernschichten scheinen den oberen Teil der unteren Gruppe der Leistmergel einzunehmen. Da sie aber nur auf der Südseite des Häderenberges beobachtet wurden, können auch sie nicht zu einer allgemeinen Gliederung verwertet werden.

Endlich lässt sich am unteren Leistbach ein deutlicher, lithologischer Unterschied erkennen zwischen den dunkelgrauen, bröckeligen Mergeln von Säss (zirka 50 m) und den darüber folgenden, helleren „Körnchenschiefern“.

Leibodenmergel. Eine Gliederung der Leibodenmergel konnte einzig auf der Leibodenalp vorgenommen werden, doch entbehrt sie infolge der äusserst allmählichen Gesteinsveränderung an Schärfe (p. 158, Fig. 50).

¹⁾ Allgemeineres hierüber in Senonbildungen, Abh. schw. pal. Ges. 1909.

²⁾ Nummuliten- und Flyschbildungen 1908, p. 55, Fig. 8.

Nach dem Gesagten kann etwa folgendes Schema aufgestellt werden:

Amdenerschichten	Leistmergel (Aturien) 150—250 m	Oberer Leistmergel, z. T. in Wildflyschfacies mit Blöcken (Stock, Rinderbach, Fliegenspitzgrat).	<i>Ammonites</i> sp., <i>Drepanocheilus vagans</i> .
		Mittlerer Leistmergel, mit dichten Kalkbänken am Goggeien, Stock, Rinderbach; hellgraue Mergel ohne Kalkbänke, Zwingenruns-Leistbach. Reiche Fauna: „Beerenbach“, Zwingenruns, unterer Leistbach exkl. Säss.	<i>Inoceramus</i> cf. <i>salisburgensis</i> , <i>Drepanocheilus vagans</i> , <i>Solariella alpina</i> , <i>Margaritella lensiformis</i> , <i>M. Ganzi</i> , <i>M. conoidea</i> , <i>Astrarium Arbenzi</i> , <i>Natica protensa</i> , <i>Trochus granifer</i> , <i>Pyrgulifera helvetica</i> , <i>Axinus Arnoldi</i> , <i>Tornatellaea subdoliolum</i> , <i>Tetragonites subepigonum</i> , <i>Phylloceras</i> , <i>Gaudryceras</i> , <i>Baculites</i> , <i>Hamites</i> etc.
		Unterer Leistmergel (mit dichten Kalkbänken am Goggeien, Rombach?, Selunalpweg).	Austernbänke (<i>Gryphaea resicularis</i>) im oberen Teil, Häderenberg. Dunkelgraue Mergel ohne Kalkbänke bei Säss-Starkenbach, ca. 50 m, mit <i>Pachydiscus</i> , <i>Baculites</i> cf. <i>vertebralis</i> , <i>Solariella alpina</i> .
	Leibodenmergel (Emschérien) 15—50 m	Oberer Leibodenmergel, besonders deutlich am Goggeien, Stock, auf Leibodenalp.	<i>Nucula Stachei</i> , <i>Eutrochus Escheri</i> , <i>Trochus trilix</i> , <i>Ziziphinus Studeri</i> , <i>Margaritella lensiformis</i> , <i>M. Ganzi</i> , <i>Drepanocheilus vagans</i> , <i>Avellana fabaeformis</i> , <i>Desmoceras</i> cf. <i>diphylloides</i> etc.
		Unterer Leibodenmergel, Leibodenalp.	<i>Drepanocheilus vagans</i> häufig, <i>Gaudryceras</i> cf. <i>mite</i> , <i>Baculites Oberholzeri</i> .

7. Obere Grenze der Kreide.

Die Grenzbestimmung des sicher nachgewiesenen Senon zu dem sicher nachgewiesenen Eocän bietet grosse Schwierigkeit. Keine andere stratigraphische Frage ist durch meine Untersuchungen in so wenig befriedigender Weise zu beantworten.

Auf Grund der Spezialprofile glaube ich sicher festgestellt zu haben, dass es Senon in Wildflyschfacies mit Blöcken und Linsen gibt, das unbedenklich als eocäner Wildflysch betrachtet worden wäre, hätten nicht die unabtrennbare Verknüpfung mit dem liegenden, unzweifelhaft senonen Leistmergel, ja selbst Petrefakten über wildflyschartigen Lagen die Annahme eines senonen Alters dieser oberen Grenzsichten herausgefordert. Senon mit Blöcken und sandigem Material wurde besonders im Rinderbach (p. 156) und am Fliegenspitzgrat (p. 161—163) beobachtet.

Die Grenze von Leistmergel zum gewöhnlichen, hangenden Flysch ist an wenigen Stellen aufgeschlossen.

Am Goggeien möchte man die Grenze zwischen 4 und 6 der Fig. 46, p. 153, am Stock zwischen 5 und 6 der Fig. 47, p. 154, legen. Obwohl diese beiden Stellen einander tektonisch entsprechen und kaum 1½ km voneinander entfernt sind, stimmt zwar die Kreidefolge noch gut überein, der Flysch dagegen ist an beiden Orten gänzlich verschieden. Im Gebiet der Fliegen-spitzmulde scheint manchmal ein allmählicher Übergang vom Senon in den Flysch stattzufinden, an wenigen anderen Stellen aber, wie nördlich Alpi, glaubt man wieder eine scharfe Grenze auffinden zu können (p. 162).

Theoretisch muss überall eine scharfe Grenze gefordert werden, da marine untereocäne Ablagerungen in den ganzen Schweizeralpen unbekannt sind und das älteste chronologisch bestimm-bare Flyschglied dem Lutétien angehört. Wahrscheinlich transgrediert eocäner Flysch auf Leist-mergel, doch wurde dieser Kreidemergel vielleicht stellenweise wieder aufgearbeitet und mit jüngeren Sedimenten vermischt.

Die roten Mergel glaube ich überall dem eocänen Flysch zuschreiben zu müssen. Unter diesem Gesichtspunkt ist auch die Ausscheidung dieser roten Schichten in der Walenseekarte von Wichtigkeit.

Die problematische Kreide-Eocän-Grenze der Säntisdecke erinnert in auffallender Weise an die übereinstimmenden Erscheinungen der Préalpes, wo ebenso oft von den senonen Couches rouges zum eocänen Flysch eine Grenze nicht ermittelt ist¹⁾. Diese Übereinstimmung ist um so auffallender, als zwischen diesen beiden ursprünglich weit auseinander liegenden Facieszonen sich der südlichste helvetische Typus einschaltet (Drusbergdecke), der durch scharfe Abgrenzung der Leistmergel gegen die hangenden Wangschichten und durch noch schärfere Grenze der Wang-schichten gegen die hangenden Nummulitenbildungen ausgezeichnet ist.

Auch weiter östlich, am Rand der Ostalpen, ist schon lange Kreideflysch bekannt, doch auch dort liess sich vielfach keine Grenze gegen das Tertiär ziehen.

8. Die Leistmergel im allgemeinen.

Da Spezialprofile und Verbreitung bereits behandelt und eine Gliederung angedeutet wurde, bleibt noch nötig, eine allgemeine Zusammenstellung der Mikro- und Makrofauna zu geben, sowie einige Erörterungen über Alter und Facies hinzuzufügen.

Allgemeine lithologische Diagnose.

Graue, je nach der Gebirgspressung mehr oder weniger schieferige weiche Mergel, lokal schwärzlich, auf trockener Fläche hell gelblichgrau bis weisslich, mit deutlichen Körnchen („Körnchen-schiefer“), bestehend aus FeS₂ oder Foraminiferen, oft mit eingeschalteten, meist weniger als 2 dm dicken Bänken und Flasern von feinsandigem Kalk. Eine Probe des gewöhnlichen Leistmergels von der Zwingenruns gab mit Salzsäure 54 % unlöslichen Rückstand. Mächtigkeit 100—300 m.

Mikro-lithologisches.

Die Resultate der Untersuchung von 14 Dünnschliffen können hier zusammengefasst werden, da sich keine nennenswerten mikro-lithologischen Unterschiede der Leistmergel nach den ver-schiedenen Bezugsorten ergeben haben.

¹⁾ M. LUGON (Eclogie geol. Helv. 1909, p. 739) erwähnt auch exotische Blöcke aus den Couches rouges der Préalpes.

Mergel.

Dicht, in durchfallendem Licht bräunlich bis dunkelbraun ¹⁾.

Quarzkörnchen im allgemeinen sehr spärlich eingestreut, sehr klein, stets scharfeckig, meist unter 0,05 mm Durchmesser.

Calcit in kleinen eckigen Körnchen als Umwandlungsprodukte von Organismen einzeln zerstreut.

Glaucanit in einzelnen spärlichen blaugrünen mikrokristallinen Körnchen, um 0,05 mm.

Pyrit überall in Form kleiner, unregelmässiger Körnchen und als Steinkern der kleinen Foraminiferen.

Glimmer, oft ganz fehlend, oft in spärlichen, feinsten, farblosen Schüppchen.

Fast dichte, feinstkörnige kieselige Schlieren vom Stock und von Säss beobachtet.

Zirkon? in einzelnen kleinen Körnchen.

Mikro-Organismen relativ spärlich, meist einzeln zerstreut, aber gut erhalten, die Kammern mit farblosem Calcit oder FeS₂, aufgebrochene Schalen auch mit dichtem Mergel ausgefüllt.

Kalkbänke und -Flasern im Mergel.

Mikrokristalliner (nicht dichter) Kalk, im Gegensatz zu den Mergeln reich an:

Quarzkörnchen, bis zirka 30 % ausmachend, z. T. Sandkörner, meist eckig, oft auch mit unregelmässig zackigem Umriss, mit dem umgebenden Kalk oft wie verzahnt (Reste von Kieselorganismen?) Grösse meist unter 0,05 mm, selten über 0,08 mm.

Calcit-Rhomboederchen einzeln eingestreut.

Glaucanit in einzelnen bläulichgrünen, oft ziemlich häufigen zackigen Körnchen von der Grösse der Quarzkörnchen (nicht Foraminiferensteinkerne).

Glimmerschüppchen, farblos, sehr spärlich.

Schwefeleisen oft in massenhaft kleinen Körnchen, die bräunliche Anwitterungsfarbe bedingend.

Foraminiferen meist schlecht erhalten, aber viel zahlreicher als in den homogenen Mergelpartien.

Mikro-Fauna der Leistmergel.

Es handelt sich ausschliesslich um mikroskopisch kleine oder mit der Lupe eben noch erkennbare Foraminiferen ²⁾. Wenn auch nicht selten, sind sie doch lange nicht so zahlreich wie in den Seewerschichten. Foraminiferen mit kieselig-sandiger Schale (*Grammostomum*, *Haplophragmium*?) sind vereinzelt, die übrigen alle kalkschalig, mit Steinkern aus glasklarem Calcit, dichtem Mergel oder Schwefeleisen. Die untersuchten Dünnschliffe genügen nicht zu einer ausgiebigen Bestimmung der Mikrofauna. Sicherere Resultate könnten durch Schlämmen erzielt werden, eine Arbeit, die viel Zeit für sich in Anspruch nehmen und der Gegenstand besonderer Untersuchungen bilden würde.

Herr Obermedizinalrat a. D. Dr. J. G. EGGER in München hatte die Güte, meine Dünnschliffe durchzusehen und mir wertvolle Notizen zu senden, die ich im folgenden verwerten darf. Die Bestimmungen der obercretacischen Mikrofauna dieser Arbeit stützen sich auch vornehmlich auf die Arbeiten EGGERs ³⁾.

¹⁾ Oft auch durch verwittrte, mit FeS₂ imprägnierte Partien bräunlich fleckig wie die Flyschbasis der Flifalte. Gestein überhaupt weder makroskopisch im Handstück, noch mikroskopisch vom cocänen Flyschmergel (z. B. Flibach) zu unterscheiden (wenn *Pulvinulina tricarinata* nicht vorhanden ist).

²⁾ Radiolarien, wenn überhaupt vorhanden, sind calcitisiert und schlecht erhalten.

³⁾ J. G. EGGER: Foraminiferen und Ostracoden aus den Kreidemergeln der oberbayrischen Alpen. Abh. kgl. bayr. Ak. W. II. Cl., Bd. XXI, I. Abt., 1899.

— Mikrofauna der Kreideschichten des westl. bayr. Waldes etc. Ber. XX d. nat. Ver. Passau, 1907.

— Ostracoden und Foraminiferen des Eybrunner Kreidemergels. Regensburg 1910.

— Foraminiferen der Seewener Kreideschichten. Sitzungsber. Bayr. Ak. d. W. 1909, 11. Abt.

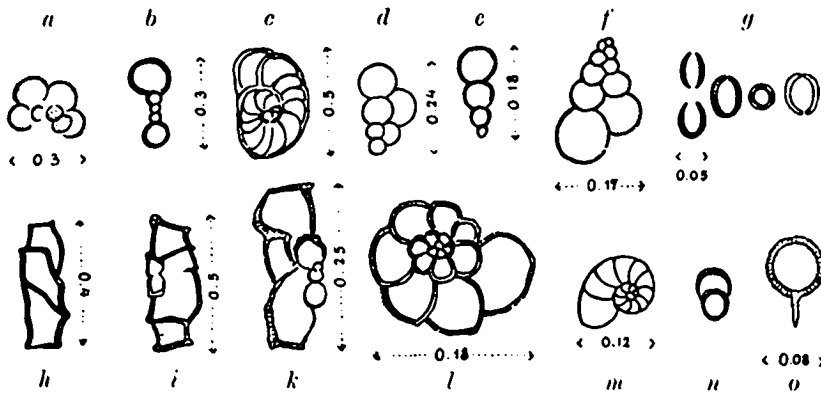


Fig. 56. Foraminiferen aus dem Leistmergel.
(Dimensionen in Millimetern, gezeichnet vom Verfasser.)

- a = *Globigerina cretacea* d'ORB. (Medianschnitt).
b = *Globigerina aequilateralis* BRADY? (Querschnitt).
c = *Discorbina* sp. ind. (schiefer Medianschnitt).
d-e = *Textularia globulosa* EHRENB.?
f = *Textularia conulus* REUSS?
g = *Orbulinaria ovalis* KAUFM. sp.
h-k = *Discorbina canaliculata* REUSS.
l = *Rotalide*?
m-n = *Nonionina* sp.?
o = unbekannt.

***Globigerina bulloides* d'ORBIGNY,**
BRADY, Challenger p. 593, Taf. 79, vereinzelt.

***Globigerina cretacea* d'ORBIGNY,**
BRADY, Challenger, pl. 82, f. 11.
EGGER, Seewener Kreidesch., p. 31, Taf. III, Fig. 20—21.
häufig, klein, scheint typisch zu sein (Fig. 56 a).

***Globigerina aequilateralis* BRADY.**

BRADY, Challenger 1884, p. 605, pl. LXXX, f. 18—21.
EGGER, Seewener Kreideschichten, p. 32, Taf. III, Fig. 19, 23—28.

häufige Querschnitte, die für diese Art nach EGGER bezeichnend sind; Durchmesser bis 0,3 mm (vergl. Fig. 56 b).

***Discorbina (Rosalina) canaliculata* REUSS.**

Synonym: *Pulvinulina tricarinata* Quereau, Iberg 1893, und *Globigerina Linnaeana* d'ORB. in Lorenz, Rätikon 1901.

EGGER, Seewener Kreideschichten, p. 33, Taf. III, Fig. 1—4, 11—18, Taf. V, Fig. 1, 2, 5, 7.

Dies ist wohl neben *Orbulinaria ovalis* die für die helvetische und präalpine Oberkreide der Schweizeralpen typischste Foraminifere, die infolge ihrer Grösse von bis über 0,5 mm im Gestein schon mit der Lupe erkannt werden kann. Sie ist häufig im gewöhnlichen Leistmergel. Die scharfeckigen, für die Art charakteristischen Querschnitte treten erst in den späteren Kammern auf, während die inneren noch globigeriniform sind (vergl. Fig. 56 h—k).

***Discorbina (Rosalina) rudis* REUSS?**

Ein Querschnitt wie EGGER, Seewener Kreideschichten p. 40, Taf. II, Fig. 22, Taf. III, Fig. 22.

***Discorbina* sp. ind. (vergl. Fig. 56 c).**

***Textularia globulosa* EHRENB.**

EGGER, Seewener Kreideschichten p. 20, Taf. II, Fig. 14—15; ziemlich häufig (Fig. 56 d—e).

***Textularia globifera* REUSS.**

EGGER, Seewener Kreideschichten p. 22, Taf. II, Fig. 16; nicht selten.

***Textularia conulus* REUSS?**

EGGER, Seewener Kreideschichten p. 21, Taf. II, Fig. 1, 2, 17 (vergl. Fig. 56 f).

***Orbulinaria ovalis* KAUFMANN (*Lagena*).**

Synonym: *Pithonella ovalis* LORENZ.

EGGER, Seewener Kreideschichten p. 5—16, Taf. V. Im gewöhnlichen Leistmergel selten, in den Kalkbänken im Leistmergel aber häufig und relativ gross, mit kleinem Durchmesser bis 0,063 mm; ununterscheidbar von denen des Seewerkalkes (Fig. 56 g).

Diese in der ganzen helvetischen Oberkreide verbreitete Art zeigt ein hemistenopisches Verhalten, indem sie den Tonschlamm flieht und den Kalk bevorzugt.

Ausser diesen Arten finden sich unsichere Schnitte von *Lagena*, *Rotalina*, *Miliolina Kochi*, *Glandulina*, *Polymorphina*, *Virgulina*, *Nodosaria*, *Oligostegina laevigata* KAUFM., *Marginulina*, „*Nonionina Escheri* KAUFM.“, cf. *Nonionina globulosa* EHRENB., vereinzelt kleine *Schwammnadeln*; *Heteropodenschalen*.

Makrofauna der Leistmergel ¹⁾.

	Parentill	Raderbach	Beerenbach-Großried	Zwingsgraben, Leichalp	Ostseite des Flickeupfils, Alpi, oberer Leistbach, Hinter-Leist	Südseite des Haderenberges	Unterer Leistbach, Mias	Unt. Leistbach entl. Mias, Jungbühl, Christbrugg und Waldrand Mias	Mittl. SS. Rand, Unterwasser-Leichalp	Gesamtzahl
Ventriculites Escheri RAUFF. RAUFF in J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 21, Taf. I, Fig. 1, 1a-d.					1 163					1
Spatangidarum sp. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 25.		1 157								1
Ostrea (Pycnodonta) vesicularis LAM. COQUAND, Monogr. du genre Ostrea, p. 35, Taf. 13, Fig. 2—10. BAYLE, Expl. carte géol. France 1874, Atlas pl. CXXXV.						Zahlreich, meist schlecht erhalten				∞
Inoceramus cf. salzburgensis FUGGER et KASTNER. FUGGER und KASTNER, naturw. Studien und Beob. Salzburg. 1885, p. 78—79, Zeichn. 7, 8. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 27.		Bruchstücke	1 158	Bruchstücke						∞
Nucula sp. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 28.				1 160						1
Nuculana sp. J. BÖHM u. ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 28, Taf. II, Fig. 41, 41a—b, 42, 42a.				1 160					1 166	1
Nuculana sp. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 29, Taf. II, Fig. 40.					1 163					1
Trigonia sp. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 29, Taf. II, Fig. 44.								1 165		1

¹⁾ Die fetten Ziffern in den Kolonnen rechts bedeuten die Anzahl der gefundenen Exemplare der betreffenden Lokalitäten, diejenigen in gewöhnlicher Schrift darunter bezeichnen die Seite, auf welcher in dieser Arbeit die betreffenden Lokalitäten und Versteinerungen im einzelnen beschrieben sind.

	Parentkall	Binderbach	Berebnach-Grosried	Zwingenrath, Lechalp	Ostseite des Fliegenapfels, Alpi, oberer Leithach, Hinter-Leist	Südseite des Haderenberges	Unterer Leithach, Riss	Unt. Leithach ostl. Riss, Jangholz, Chriesbrugg, und Waldrand Riss	Stattin SE Rand, Unterwasser-Lechalp	Gesamtzahl
Axinus Arnoldi J. BÖHM. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 30, Taf. II, Fig. 43, 43a—c.								1 165		1
Cardium sp. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 30, Taf. II, Fig. 37, 37a—d.								1 165		1
cf. Margarita radiatula FORBES. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 31.					1 163					1
Solariella alpina J. BÖHM. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 32, Taf. II, Fig. 18, 19, 20.		2 157		5 160			1 165	7 165		15
Margaritella Ganzl J. BÖHM. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 34, Taf. II, Fig. 10a—c.				1 160						1
Margaritella lensiformis J. BÖHM. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 34, Taf. II, Fig. 1a—d.			2 158							2
Margaritella conoidea J. BÖHM. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 33, Taf. II, Fig. 2, 2a—c.			4 158	1 160						5
Astrarium Arbenzi J. BÖHM. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen, p. 34, Taf. II, Fig. 21a—c.			1 158							1
Trochus granifer J. BÖHM. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen, p. 35, Taf. II, Fig. 24a—d.				1 160						1
Discohelix cf. simplex HOLZAPFEL. J. BÖHM u. ARN. HEIM, Senonbild. 1909, p. 38.			1 158							1
? Scala sp. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 38, Taf. II, Fig. 4a—b.		1 157								1

	Parantkühl	Rinderbach	Berenbach-Grossried	Zwingenhaus, Lechalp	Ostseite des Pilgrimsplatz, Alppl., oberer Leisibach, Unter-Leisibach	Südseite des Hildersberg	Unterer Leisibach, Müs	Unt. Leisibach v. d. Sän. Jungbühl, Christenbrugg, und Waldfried Müs	Säntis SE. Rand, Unterwasser-Lechalp	Gesamtzahl
Turritella sp. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 39, Taf. II, Fig. 7.					1 162					1
Natica protensa J. BÖHM. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1900, p. 39, Taf. II, Fig. 11a—b, 12a, 13a.			1 158	1 160				1 167		3
Pyrgulifera helvetica J. BÖHM. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 41, Taf. II, Fig. 27a—b, 33a.	1 154			1 160						2
Cerithium Baumgärtneri J. BÖHM. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 43, Taf. II, Fig. 28a.					1 162					1
Drepanocheilus vagans J. BÖHM. J. BÖHM u. ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 44, Taf. II, Fig. 29a—b, 30, 31a, 32.		5 157	14 158	13 160	1 162			5 167		38
Avellana sp. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, pag. 46, Taf. II, Fig. 8a—d.				2 160						2
Avellana sp. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 47, Taf. II, Fig. 5a, b.		1 157								1
Ringicula sp. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 47.				1 160						1
Tornatellaea subdoliolum J. BÖHM. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 48, Taf. II, Fig. 3a.								1 167		1
Bullinella Heimi J. BÖHM. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 48, Taf. II, Fig. 14a—d.		1 157								1
Dentalium sp. J. BÖHM u. ARN. HEIM, Senonbild. 1909. p. 49.		1 157								1

	Farenstätt	Kinderbach	Bernbach-Gresfeld	Zwingenrus, Lechalp	Ostseite des Fliegenapfels, Alp, oberer Leithach, Mitter-Leist	Südseite des Häckerberges	Unterer Leithach, Siles	Unt. Leithach ostl. Siles, Jungbühl, Charsbrugg, und Waldrand Siles	Statt SE Rand, Unterrasser-Leithalp	Gesamtzahl
Phylloceras sp. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 49, Taf. I, Fig. 8a—d.				2 160-161						2
Gaudryceras sp. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 51.				1 160						1
Tetragonites subepigonum J. BÖHM. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 52, Taf. I, Fig. 5a—b (10a—c).			1 158							1
Pachydiscus cf. Wittekindi SCHLICHTER sp.							1 166			1
Hamites (Anisoceras) Roemeri GEINITZ? HOLZAPFEL, Paläontographica 34, t. 5, f. 4 5.									1 168	1
Hamites sp. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 52, Taf. I, Fig. 7a—c.								1 167		1
Baculites sp. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 53.				1 160						1
Baculites cf. vertebralis LAM.							1 166			1
Gesamtzahl	1	12+1	25+1	32+1	6	∞	3	18	1	98

Faunencharakter.

Häufigkeit. Ein Blick auf die vorangehende tabellarische Zusammenstellung ergibt in bezug auf die relative Häufigkeit der einzelnen Arten die folgende Reihenfolge:

Drepanocheilus vagans (38 Ex.), *Solariella alpina* (15 Ex.),

Margaritella conoidea (5 Ex.), *Natica protensa* (3 Ex.):

Von allen übrigen liegen nur 1—2 Exemplare vor.

Leitwert. Die im Leistmergel häufigste Art *Drepanocheilus vagans* ist zugleich auch schon in den älteren Leibodenmergeln bei weitem die häufigste Art.

Die übrigen oben genannten, relativ häufigen Arten sind allein für die Leistmergel bezeichnend; *Solariella alpina* kann im besonderen vorläufig als Leitfossil der Leistmergel bezeichnet werden.

Von den übrigen, seltenen Arten sind besonders die folgenden bisher nur im Leistmergel gefunden worden:

Ventriculites Escheri, *Ostrea gr. vesicularis*, *Axinus Arnoldi*, cf. *Margaritella radiatula*, *Astrarium Arbenzi*, *Trochus granifer*, *Discohelix* cf. *simplex*, *Pyrgulifera helvetica*, *Cerithium Baumgärtneri*, *Tornatellaea subdoliolum*, *Bullinella Heimi*, *Phylloceras* sp., *Tetragonites subepigonum*.

Grösse. Eine besonders charakteristische und auffallende Eigenart der Leistmergel-Fauna ist ihr pygmäenhafter Charakter. Schon ein Blick auf die Tafeln in „Senonbildungen“ l. c. 1909 kann eine Vorstellung der im allgemeinen zwerghaften Ausbildung der Mollusken geben. In der Natur selbst fällt diese Erscheinung noch mehr auf, indem in den Tafeln im allgemeinen nicht die kleinsten Exemplare abgebildet und doch diese am häufigsten sind. Die häufigsten Mollusken der Leistmergel bleiben unter 1 cm zurück und erreichen vielfach nur wenige Millimeter Durchmesser. Diese zwerghafte Ausbildung ist nicht nur für einzelne Arten, sondern scheint für sämtliche Arten und Gattungen der Mollusken bezeichnend zu sein, die Inoceramen ausgenommen. Da nun die meisten Arten 1909 neu beschrieben worden sind, so könnte man zunächst vermuten, dass die Zwerggestalt ein normales Merkmal der betreffenden Arten bedeute. Diese Ansicht hat aber sehr wenig Wahrscheinlichkeit für sich, da auch die übrigen, mit bereits von früher bekannten Arten vergleichbaren Individuen relativ klein sind. Ich vermute deshalb, dass man einmal auch noch grössere Exemplare der aus den Leistmergeln genannten neuen Arten finden werde. Da die Erscheinung der Pygmäenfauna biopisch (= biologisch-faciell) von besonderem Interesse zu sein scheint, sind im speziellen Teil meist die Grössendimensionen der Individuen einzelner Lokalitäten notiert worden.

Die Zwerggestalt ist auch die Ursache, weshalb bis 1905 in den Senonbildungen der helvetischen Schweizeralpen noch keine bestimmbar Versteinerungen bekannt geworden sind.

Alter.

Da es sich um vorherrschend neue Arten handelt, ist die Altersbestimmung recht schwierig und noch nicht mit vollkommener Schärfe durchführbar. J. BÖHM schreibt (l. c., p. 60) folgendes:

„Arten wie *Solariella alpina*, *Trochus granifer*, *Discohelix* cf. *simplex* haben ihre nächsten Verwandten in solchen des Campanien, und von den wichtigen Echinodermen weist der an der Basis der Leistmergel gefundene *Micraster* cf. *Brongniarti*¹⁾ auf dieselbe Stufe hin. Formen wie cf. *Margarita radiatula*, *Discohelix* cf. *simplex*, cf. *Lunatia Stoliczkai* und *Tornatellaea subdoliolum* finden wir in nahestehenden Arten in den Schichten mit *Actinocamax quadratus* bei Aachen und anderer Lokalitäten Norddeutschlands wieder. Formen wie die *Margaritella*-Arten, *Trochus granifer* und *Solariella alpina* in solchen der zur Zone mit *Belemnitella mucronata* v. SCHLOTH. gehörigen Siegsdorfer Schichten.“

Ich füge nur hinzu, dass die Amdenerschichten, insbesondere die Leistmergel trotz des auffallenden, vollständigen Fehlens der sonst für das Campanien so bezeichnenden *Belemniten* im Sinne von J. BÖHM den Siegsdorfer Schichten Bayerns zum mindesten nahe stehen. Obwohl nach J. BÖHM, abgesehen von den Austern, keine einzige der genannten Arten der Leistmergel mit denen der Gerhardsreiterschichten gemein ist, war ich doch bei einem zwar flüchtigen Besuch von Siegsdorf von der lithologischen Ähnlichkeit beider Mergelbildungen überrascht. Eine direkte chronologische Übereinstimmung scheint mir trotz Faunenverschiedenheit auch bei ursprünglich direkter Meerverbindung möglich zu sein. Wenn aber hier die paläontologische Methode voll-

¹⁾ Vom Minsterbach bei Ober-Iberg, Schwyz; l. c., Taf. I. Fig. 2 a - c.

ständig versagt, wird eine genaue, lithologisch vergleichende Untersuchung der Senonbildungen von der bayrischen Flyschzone über das Vorarlberg bis zum Säntis-Churfirstengebiet wohl einst die Lösung bringen.

L. ROLLIER gelangte schon 1905 zu dem gleichen Resultate wie J. BÖHM und ARN. HEIM, dass die Leistmergel die Stufe des Campanien vertreten.

Einen weiteren Anhaltspunkt gibt der Fund, den J. OBERHOLZER in den Leistmergeln des Oberseetales bei Näfels (Säntisdecke) machte, und über den sich J. BÖHM (l. c., p. 61) wie folgt aussert:

„Die jüngste Zone des Campanien, die des *Scaphites constrictus* Sow., wird am Obersee bei Näfels durch das Vorkommen von *Scaphites* cf. *Niedzwiedzkii* UHLIG, eines nahen Verwandten der erstgenannten Spezies, angezeigt.“ Die genannten Leistmergel am Obersee liegen aber stratigraphisch nicht höher, als die Leistmergel der gleichen Muldenzone von Amden auf der gegenüberliegenden Talseite. Aus allem Gesagten geht einstimmig hervor, dass die Leistmergel das ganze **Campanien** vertreten. Wahrscheinlich reichen sie auch bei voller Entwicklung noch in die Maëstricht-Stufe hinauf und können so im Sinne von DE LAPPARENT¹⁾ dem **Aturien** gleichgestellt werden.

Die Mikro-Organismen, auf die kein zu grosses Gewicht gelegt werden darf, stimmen mit denen der Rügener und ostalpinen Senonbildungen überein.

Facies und Lithogenesis, Meertiefe.

Die wildflyschartigen Lagen mit Blöcken sollen hier ausser Betracht gelassen werden, da einerseits die diesbezüglichen Fragen schon früher im Abschnitt Blöcke im Flysch behandelt wurden, und andererseits die ganze Erscheinung noch nicht genügend aufgeklärt ist, um bei faciiellen Fragen mit Erfolg erörtert werden zu können.

Die Leistmergel gehören zu den terrigenen Sedimenten (terrigenous deposits), die an eine nicht allzu ferne Küste gebunden sein mussten. Der feine Kalktonschlamm enthält relativ wenig Foraminiferen von teils planktonischen (*Globigerinen*), teils bentonischen Arten (*Orbulinarien*, *Textulariden*, *Nonioninen*, *Discorbinen* etc.). *Orbulinarien* wurden nach RUMBLER bei Ascension in einer Tiefe von 240 m gefunden. Sie sind nach EGGER auch massenhaft in der Schreibkreide (Rügen), die man als bathyale Bildung betrachten muss (bis 1000 m Tiefe).

Die grossen häufigen *Inoceramen* mit ihren äusserst dünnen Schalen, die schon fast unter ihrem eigenen Gewichte zerbrechen, sind sprechend für einen ruhigen, tieferen Meergrund. Auch nimmt man mit E. HAUG im allgemeinen an, dass die Gattungen *Phylloceras* und *Lytoceras* (*Gaudryceras*), die in den Leistmergeln vertreten sind, zu den sogenannten stenothermen Formen bathyaler Facies gehören.

Aus JOH. WALTHER'S „Einleitung“²⁾ können für lebende Arten der aus den Leistmergeln erwähnten Gattungen folgende Angaben der Lebenstiefen entnommen werden:

Nucula reicht bis 2800 m hinab.

Ostrea. Die meisten Arten leben nur in Tiefen geringer als 100 m. *O. cochlear* POLI lebt in Tiefen von 1—1828 m, ist als typisch eurybath. Ähnliche Lebenstiefen, wenn auch vielleicht weniger extreme, möchte ich für *Ostrea vesicularis* annehmen, die übrigens aus den Amdenerschichten nur am Südhang des Häderenberges gefunden wurde.

Axinus bevorzugt im allgemeinen die tiefe Sec, bis 3263 m hinab. Manche Arten sind eurybath, andere nur in der Tiefe, wie *A. eumyrius* SARRS (365—2662), *A. planatus* JEFFR. (789—994), *A. subocatus* JEFFR. (2377—2574).

Trochus, im allgemeinen neritisch, weist jedoch auch bathyale und sogar abyssale Arten auf, die noch in 2000 m Tiefe gedredet wurden.

Natica, euryopiisch, reicht bis 2358 m hinab.

¹⁾ DE LAPPARENT, Traité de Géologie 1906, Bd. III.

²⁾ JOH. WALTHER, Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft, Jena 1893.

Cerithium, im allgemeinen typisch neritisch, in Tiefen oberhalb 100 m, weist einzelne bathyale und eine abyssale Art auf. (*C. gracile* JEFFR. 1245—2305 m.)

Ringicula, ebenso meist typisch neritisch, oberhalb 100 m, weist eine tiefseeische Art auf (*R. peracuda* W., 639—1965 m).

Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich, dass der Annahme einer Tiefseebildung der Leistmergel von Seiten der ontologischen Methode nichts im Wege steht. Die für die Leistmergel so bezeichnende Zwerghaftigkeit der Mollusken mit Ausnahme der Inoceramen, sowie die gleichmässige vertikale Verteilung ohne besondere Fossillagen, lassen sich ebenso am ehesten bei Annahme grösserer, nahrungsarmer, aber gleichmässiger, wenig wechselnder Meertiefen verstehen.

Während des langen Zeitabschnittes vom Emscher bis mindestens zum Schluss des Campanien herrschte im allgemeinen gleichförmige, langsame Schlammbablagerung ohne einheitliche, vertikale Faciesveränderung.

Die horizontale Verbreitung zeigt, dass die Leistmergel einmal weit über die jetzigen, durch alte Denudationen und Transgressionen zugeschnittenen Grenzen nördlich und südlich hinwegreichte. Die Küste ist unbekannt¹⁾.

Auch in horizontaler Dimension lässt sich nur undeutliche Faciesveränderung erkennen

Alle genannten Gründe führen dazu, den Leistmergel als eine tiefbathyale Bildung zu betrachten.

Faciesveränderungen und isometrische Richtung.

Vergleichen wir die Leistmergel der nördlichen Zone Goggeien-Stock mit denen der südlichen Zone der Fliegenspitmulde, so ergeben sich ausser den vielleicht nur sekundär verschiedenen Mächtigkeiten folgende Unterschiede:

1. Die Leistmergel der nordwestlichen Zone sind petrefaktenärmer; es wurde hier noch keine bestimmbare Versteinerung gefunden²⁾.
2. Sie scheinen besonders am Stock bräunlicher zu verwittern, reicher an Schwefeleisen und etwas sandiger zu sein, als in der südöstlichen Zone.

Infolge der unscharfen und geringfügigen Faciesveränderungen kann die isopische Richtung nicht genau angegeben werden. Sicher ist nur, dass die Facies quer zum Alpenstreichen sich rascher als in der Längsrichtung verändert.

Dagegen lassen sich die sekundär-isometrischen Linien in grossen Zügen klar feststellen.

Die Nordgrenze der Leistmergel verläuft von der Föhnern (östl. Säntisgebirge) fast parallel den Säntisketten entlang, südlich Leser und nördlich Lauiboden im westlichen Säntis vorbei, dann unweit nördlich des Goggeien über den Mattstock-Gipfel, unweit nördlich Friedlispietz westlich der Linth bis zur Nordseite der beiden Aubrige, von hier über Schwyz, Stans nach Kerns und Sachseln. Die Richtung, eine Folge der alten Denudation, verläuft durchschnittlich W 27° S.

Die Zone maximaler Mächtigkeit (200—300 m) verläuft etwa vom Fliegenspietz³⁾ nach dem Wiggisgebiet, springt dann aber auf die Räderten- und Drusbergdecke über, deren Stirn nun die Leistmergel in gewaltiger Mächtigkeit folgen. Abermals greift die mächtige Zone von Iberg innerhalb der Drusbergdecke in eine etwas südlichere Zone nach Illgau, wo die Leistmergel in grosser Mächtigkeit ausgedehnte Bachgebiete einnehmen. Weiter südwestlich sind die Leistmergel noch nicht verfolgt. Die abgewinkelte durchschnittliche Richtung der Maximalzone verläuft nach dem gesagten zirka W 35° S.

¹⁾ Möglicherweise standen die helvetischen Amdenerschichten einst südlich mit den Couches rouges und diese mit der Scaglia, nördlich möglicherweise sogar indirekt mit dem Schreibkreidegebiet in Verbindung.

²⁾ Das gleiche kann allerdings vom Aubrig (Kt. Schwyz) nicht gesagt werden, wo die Leistmergel etwa ebenso mächtig wie am Stock und Goggeien sind, aber so wie in der Fliegenspitmulde aussehen.

³⁾ Vielleicht ist die Mächtigkeit weiter östlich im Gebiet der Voralp noch grösser.

Die Südgrenze, bedingt durch die Transgression der Wangschichten, ist in der Alviergruppe noch nicht bekannt. Sie verläuft innerhalb der Drusbergdecke zwischen Schülberg und Forstberg, von hier wahrscheinlich in unregelmässiger Linie nach SW über den Oberbauenstock. Die Richtung ist also soweit annähernd parallel der Maximalzone.

Landschaftlicher und tektonischer Charakter.

So wie im einzelnen die Leistmergel oft nicht von eocänem Flyschmergel (z. B. Flibach) zu unterscheiden sind, so gleichartig mit dem sandfreien Flysch-Körnchenschiefer ist auch der landschaftliche Charakter. Sie verwittern sehr leicht und bilden mit dem Flysch gemeinsame Böschungen, der Grund, weshalb so selten die Grenze zwischen beiden aufgeschlossen ist. Ausgedehnte, frische Abrisse finden sich auf dem Gebiet der Walenseekarte nur auf der Nordseite des Leistkammes.

Auch in tektonischer Hinsicht verhalten sich die Leistmergel mehr wie Flysch als wie Kreide. Diese Erscheinung kommt am allerdeutlichsten in komplizierten tektonischen Gebieten zum Ausdruck, wie besonders zwischen Stock, Gulmen und Häderenberg.

9. Die Leibodenmergel.

Allgemeine lithologische Diagnose.

Frisch bläulichgraue bis grünlichgraue, homogene Mergel mit gelblich bis grünlicher Anwitterung¹⁾, feinst faserig im Bruch, griffelig zerfallend, muschelig brechend, mit dem Messer leicht zu bearbeiten. Wo keine starke Pressung vorhanden, nicht schieferig. Ohne Kalkbänke (zum Unterschied gegenüber dem Liegenden und Hangenden). Stets ohne Blockeinschlüsse und frei von sandigen Lagen (zum Unterschied gegen Leistmergel). Tongehalt grösser als Seewerschichten und gleichmässiger verteilt, etwas geringer als Leistmergel. Übergangsfacies von den oberen Seewerschichten zum Leistmergel. Mikrofauna spärlich, mehr bentonisch als planktonisch. Makrofauna charakteristisch. Eine Probe von der Leibodenalp ergab in Salzsäure 52,3 % unlöslichen Rückstand. Vertikale Abgrenzung oft schwierig, besonders bei tektonischen Komplikationen; Mächtigkeit durchschnittlich 15—40 m.

Das mikroskopische Bild zeigt vollkommen dichte, homogene Struktur. Quarzkörnchen sind äusserst klein und äusserst spärlich, oft gar nicht vorhanden. FeS₂ in feinsten Körnchen und als Steinkern von Foraminiferen.

Mikro-Fauna der Leibodenmergel.

Die Mikro-Fauna der Leibodenmergel hat den gleichen Charakter wie diejenige der Leistmergel, ist aber an Arten und Individuen ärmer. Mit dem Fehlen der Kalkbänke wird auch *Orbulinaria ovalis* meist vermisst oder nur vereinzelt gefunden.

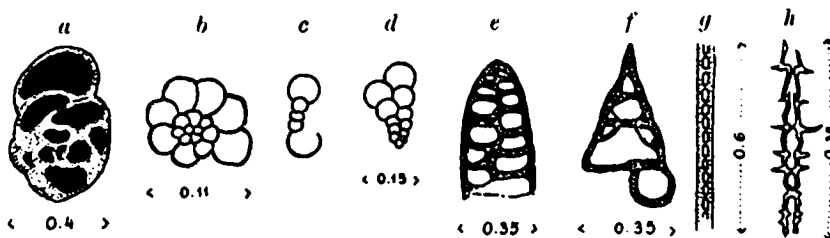


Fig. 57. Foraminiferen aus dem Leibodenmergel.

a = *Cassidulina* sp.? b = *Rotalide*? d = *Textularia globifera* REUSS?, die übrigen unbestimmt.

Ein dreieckiger Querschnitt mit zwei Stacheln ist vielleicht als eine calcitisierte Radiolarie und zwar eine *Nassellarie* zu deuten.

Globigerina bulloides d'ORBIGNY, spärlich.

Globigerina cretacea d'ORBIGNY, spärlich.

Textularia globifera REUSS (Fig. 57 d).

¹⁾ Oft kaum zu unterscheiden von eocänem, grünlichem Flyschmergel, wie z. B. am Flibach.

Textularia globulosa EHRENBURG.

Textularia pupa REUSS.

EGGER, Seewener Kreideschichten, p. 21, Taf. I, Fig. 26.

Discorbina canaliculata REUSS, typisch, gleich wie im Leistmergel.

„**Oligostegina laevigata**“ KAUFMANN.

EGGER, Seewener Kreideschichten, p. 17, Taf. I, Fig. 25, Taf. II, Fig. 5—13.

Nonionina globulosa EHRENBURG?, mit 17 Kammern, 8 auf eine Windung.

Nonionina Escheri KAUFM.?, mit 4 Kammern.

O. HEER, Urwelt der Schweiz, 1865, p. 198.

Orbulinaria ovalis KAUFM. sp., selten.

Ferner die in Fig. 57 abgebildeten, unbestimmbaren Mikro-Organismen, sowie fragliche Schnitte von *Polymorphina* und *Ostracoden*.

Makro-Fauna der Leibodenmergel.

	Hinter- Gegelen	Stock	Andenerhöhe- Beerenbach	Leibodenalp	Südl. Starkenbach Selunalpweg	Gesamtzahl
Spatangidarum sp. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 25.		1 154			1 viell. aus oberst. Seewersch.	2
Ostrea cf. semiplana Sow. (= O. flabelliformis). O. REIS, Hachauerschichten. Geogn. Jahreshefte 1907, München 1908, p. 27. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 27.	1 152					1
Inoceramus sp. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 27, Taf. II, Fig. 36a—b.		Bruch- stücke		Bruch- stücke		∞
Nucula Stachei ZITTEL. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 27, Taf. II, Fig. 38, 39a—b.				2 159		2
Eutrochus Escheri J. BÖHM. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 36, Taf. II, Fig. 25a—c.				1 159		1
Turbo sp. ind.			1 157	1 159		2
Trochus trillix J. BÖHM. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 36, Taf. II, Fig. 17a—c.				1 159		1

	Hinter- Gegenden	Stock	Andenerhöhe- Beerenbach	Leithodenalp	Südl. Starkenbach Schulmupweg	Gesamtzahl
Trochus (Ziziphinus) Studeri J. BÖHM. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 37, Taf. II, Fig. 26 <i>a, b</i> , 45 <i>a</i> .				6 159		6
Trochus (Ziziphinus) cf. Studeri J. BÖHM. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 38, Taf. II, Fig. 35 <i>a—b</i> .		2 154		1 159		3
Margaritella lensiformis J. BÖHM. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 34, Taf. II, Fig. 1 <i>a—d</i> .				1 159		1
Margaritella cf. conoidea J. BÖHM. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 33, Taf. II, Fig. 2 <i>a—c</i> .				1 159		1
Margaritella Ganzi J. BÖHM. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 34, Taf. II, Fig. 10 <i>a—c</i> .				1 159		1
Lunatia cf. Geinitzi d'ORBIGNY sp. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 40, Taf. II, Fig. 23 <i>a—b</i> .				1 159		1
Pyrgulifera cf. acinosa ZEKELI sp. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 41, Taf. II, Fig. 15.				1 159		1
Nerinea (Ptygmatis?) sp. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 42, Taf. II, Fig. 16 <i>a</i> .		1 154		1 159		2
? Chenopus sp. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 44, Taf. II, Fig. 6.		1 154				1
Drepanocheilus vagans J. BÖHM. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 44, Taf. II, Fig. 29 <i>a—b</i> , 30, 31 <i>a</i> , 32.	5 152		3 157	66 159-160		74
? Spinigera sp. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 45, Taf. II, Fig. 22 <i>a</i> .		1 154				1

	Hinter- Goggefen	Stock	Amdenerhöhe- Beerenbach	Leibodenalp	Südl. Starkenbach Selinalpweg	Gesamtzahl
Avellana fabaeformis J. BÖHM. J. BÖHM und ARN. HEIM. Senonbildungen 1909, p. 46, Taf. II, Fig. 9a—c.				1		1
Gaudryceras cf. mite v. HAUER sp. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 50, Taf. I, Fig. 4a—b.				1		1
Baculites Oberholzeri J. BÖHM. J. BÖHM und ARN. HEIM. Senonbildungen 1909, p. 52, Taf. I, Fig. 9a—b.				1		1
Desmoceras cf. diphyloides FORBES sp. J. BÖHM und ARN. HEIM, Senonbildungen 1909, p. 54, Taf. I, Fig. 6a—c.				1		1
Gesamtzahl	6	6+x	4	83+x	1	105+x

Faunencharakter und Alter.

Häufigkeit. Das weitaus häufigste Fossil ist *Drepanocheilus vagans*, von dem mehr als doppelt soviel Individuen gefunden wurden, wie von allen übrigen Arten zusammen. An zweiter Stelle kommt *Ziziphinus Studeri*. Alle übrigen liegen nur in 1—3 Exemplaren vor.

Leitwert. Die genannte häufigste Art ist zugleich auch in den Leistmergeln die häufigste, also nur für die Amdenerschichten im allgemeinen bezeichnend. Dagegen scheint *Ziziphinus Studeri* J. BÖHM als Leitfossil der Leibodenmergel bezeichnet werden zu können. Ausserdem sind auf die Leibodenmergel beschränkt die folgenden Arten:

Nucula Stachei ZITTEL, *Eutrochus Escheri* J. BÖHM, *Trochus trilix* J. BÖHM, *Ziziphinus Studeri* J. BÖHM, *Lunatia cf. Geinitzi* d'ORB, *Pyrgulifera cf. acinosa* ZEK., *Avellana fabaeformis* J. BÖHM, *Gaudryceras cf. mite* v. HAUER, *Baculites Oberholzeri* J. BÖHM, *Desmoceras cf. dipholloides* FORBES.

Grösse. Auch für die Leibodenmergel ist die zwerghafte Ausbildung ihrer Mollusken bezeichnend, wenngleich hier diese Erscheinung noch etwas weniger stark ausgeprägt zu sein scheint als in den Leistmergeln. (Vergl. Spezialprofile).

Alter. Ich wiederhole hier nicht die ausführliche Ableitung von J. BÖHM (Senonbildungen l. c. 1909, p. 58—59), sondern gebe hier nur das Resultat seiner Untersuchung. Auf Grund des Faunenvergleichs, wobei besonders auf *Nucula Stachei*, *Pyrgulifera cf. acinosa* und *Gaudryceras cf. mite* abgestellt wird, gelangt J. BÖHM zu dem Resultate, dass die Leibodenmergel insbesondere der Zone des *Gauthiericeras margae* SCHLÖTER sp. und damit dem Coniacien oder Emscher entsprechen.

Möglicherweise ist aber auch die nächst jüngere Stufe des Santonien, vielleicht sogar diese allein vertreten, da die liegenden oberen Seewerschichten bereits einen Emscher-*Inoceramus* aufweisen. Sicher ist wohl DE LAPPARENT's Stufe des Emschérien [Coniacien (Emschermergel) + Santonien] in den Leibodenmergeln vertreten.

Facies und Faciesveränderungen, Meertiefe.

Was vom Leistmergel in bezug auf die Facies gesagt wurde, gilt zum Teil auch für die Leibodenmergel, doch mit dem Unterschiede, dass die Leibodenmergel eine lithologisch noch viel einfachere Bildung sind, in der auch sandige und blockartige Einschaltungen nirgends gefunden wurden. Der durchaus homogene, feinste, sandfreie Mergel mit spärlichen Mikroforaminiferen verlangt die Annahme einer langsamen, kontinuierlichen, äusserst ruhigen Sedimentation in grosser Meertiefe. Die kleinen Formen von *Gaudrycerus* und *Desmoceras* deuten auf das Gleiche hin. Auch von den Leibodenmergeln ist eine Küste unbekannt.

Über die Tiefen lebender Verwandter der Arten aus den Leibodenmergeln kann auf das p. 180 Gesagte hingewiesen werden.

Lunatia, gewöhnlich neritisch, reicht bis 1600 m hinab (*L. fringilla* DALL. 714—1609 m).

Ich nehme an, dass die Leibodenmergel in ebenso grosser oder noch grösserer Tiefe abgelagert wurden, wie die Leistmergel und möchte sie als tief bathyal (zirka 1000 m) betrachten.

Deutliche Faciesveränderung kann ich bis jetzt auch im Leibodenmergel nicht erkennen. Die geringere Mächtigkeit und etwas andere Art der Anwitterung am Goggeien und Stock ist vielleicht teilweise tektonisch bedingt. Immerhin glaube ich, dass auch primär im NW die Leibodenmergel in geringerer Mächtigkeit abgelagert worden sind, da sie auch am Aubrig, wo eine tektonische Reduktion nicht erkennbar ist, auf etwa 5 m reduziert sind¹⁾.

Da die Leibodenmergel ausserhalb der Churfürsten-Mattstockgruppe ausser am Aubrig noch nirgends mit Sicherheit nachgewiesen sind, fehlen auch noch die Daten zur Bestimmung der Isopen.

10. Berichtigungen zu meiner Arbeit über den westlichen Teil des Säntisgebirges. Bemerkungen zur Walenseekarte.

Obwohl 1905 bereits das Campanien durch L. ROLLIER erkannt worden war, hielt ich den oberen Teil der Leistmergel zum Teil schon als eocänen „unteren Flysch“, z. B. als fragliches Londien. Durch diese Arbeit ist der Nachweis gebracht, dass die „Körnchenschiefer“ (ESCHER) nur eine Facies sind, die in kaum unterscheidbarer Ausbildung sowohl im Senon (Leistmergel) als auch im sicher eocänen Flysch vorkommt. Die komplizierten Verhältnisse am Nordrand des Säntisgebirges haben mich verwirrt. Die gelblichen Mergelschiefer am Nordwestrand des Mattstocks sind als Eocän, diejenigen am Ausgang der Thurschlucht als senone Leistmergel festgestellt.

Am Nordrand des Häderenberges glaubte ich aus den Aufschlüssen des Baches bei Schwandbuchenweid schliessen zu dürfen, „dass der Körnchenschiefer bis an die Nummuliten des Dürrenbaches heranreicht“, und gab zirka 500 m als Mächtigkeit des „unteren Flysches“ an dieser Stelle an. Erneute Beobachtungen 1906 haben mich nun überzeugt, dass, wie in der Walenseekarte angegeben, bei Schwandbuchenweid auch Flysch mit Sandstein und exotischen Blöcken zwischen Körnchenschiefer und Fucoidenschichten vorkommt, dass also dieser Körnchenschiefer zur Wildflyschgruppe zu rechnen ist. Das in der genannten Arbeit betonte Resultat, dass der grösste Teil des Flysches dem „Parisien“ (= Lutétien) und nicht dem Oligocän zuzuschreiben sei, ist seither mehrfach bestätigt worden.

Besondere Schwierigkeit bietet die Altersbestimmung der Mergel des Dürrenbaches zwischen Goggeien und Häderenberg. Hatte ich 1905 an einer Stelle durch orangegelbe Punkte „oberen“ oder „dunkeln“ Flysch angegeben, so muss ich mich heute eher fragen, ob es sich hier nicht

¹⁾ Vergl. Nummuliten- und Flyschbildungen, 1909, p. 55, Fig. 8.

noch um oberste Kreidemergel handelt. Vielleicht gehören die in der Walenseekarte aus Verlegenheit durch gelbe Farbe bezeichneten Streifen zwischen Häderenberg und Goggeien noch ganz zur Kreide. Die inwendig blaugrauen, bräunlich angewitterten Mergel mit in Blöcke zerbrochenen tonigen, etwas glimmersandigen Kalklagen des Dürrenbachbettes von 1200—1300 m stellen vielleicht eine besondere Facies der Leistmergel dar. Versteinerungen fand ich keine.

Zum Schluss muss vor allem noch betont werden, dass überall in der Walenseekarte eher zu wenig als zu viel Kreidemergel eingetragen wurde, und möglicherweise noch grössere Gebiete, insbesondere am Dürrenbach und auf der Nordseite des Leistkammes (Tschelliswald) zum Senon gehören.

11. Beziehungen der Amdenerschichten zu den isochronen Bildungen ausserhalb des Untersuchungsgebietes.

(Obwohl die Leiboden- und Leistmergel von allen bisher bekannten isochronen Bildungen gänzlich verschiedene Formen aufweisen, lassen sich doch einige Vergleiche ziehen.

Am nächsten verwandt sind die Amdenerschichten den von den bayrischen Voralpen in helvetischer Facies schon längst bekannten und von deutschen Geologen mehrfach genau untersuchten senonen Schichten der Umgebungen von Mattsee, Siegsdorf und Tölz. Wie bereits auf Seite 179 ausgeführt wurde, sind die Leistmergel den Gerhardsreiterschichten von Siegsdorf, die besonders von J. BÖHM¹⁾ und O. REIS²⁾ beschrieben wurden, auffallend ähnlich. Sie werden auch von den genannten Forschern ins Senon gestellt. Das vollständige Fehlen der in den bayrischen Alpen so häufigen *Belemniten* ist für unser Gebiet sehr auffallend und bei der doch wahrscheinlichen direkten Meerverbindung nicht unmittelbar verständlich.

H. IMKELLER³⁾ stellt für die Umgebungen von Tölz die folgende Gliederung auf, von unten: Grünsandstein mit *Belemnitella mucronata*, Pattenauerschichten, Gerhardsreiterschichten, Hachaucher Sandsteine. Der Grünsand, dessen Fauna nach IMKELLER schon unzweifelhaft senon ist, erinnert an den von ERNST BLUMER⁴⁾ im östlichen Säntis entdeckten Seewergrünsand und stellt möglicherweise dessen nach oben mehr ausgedehntes Äquivalent dar. Gerhardsreiterschichten und Hachauer-schichten entsprechen wohl unseren Leistmergeln samt ihren oberen, wildflyschartigen, unklaren Grenzschichten, und damit beide Gruppen dem Aturien.

Mit den sogenannten „Couches rouges“ der Klippendecke, insbesondere der Préalpes médianes zeigen die Amdenerschichten in vielen Punkten auffallende Übereinstimmung. Die Mikrofauna ist die gleiche, und die weisslichen und grauen Schiefermergel der „Couches rouges“ können kaum von Leistmergel unterschieden werden. Ich bin auch überzeugt, dass die Couches rouges, wie auch DE LAPPARENT 1906 annimmt, vom Turon in das Aturien hinaufreichen und somit den Amdenerschichten grösstenteils isochron sind. Zum Unterschied der Couches rouges muss betont werden, dass in den helvetischen, zentralen und östlichen Schweizeralpen bisher niemals rote Mergellagen in den Amdenerschichten gefunden worden sind.

Die Oberkreide der ostalpinen Decken ist lithologisch schon sehr verschieden. Zeitlich entsprechen die Amdenerschichten offenbar den Gosauschichten.

Ähnlicher als diesen ostalpinen Gosauschichten mit ihren Konglomeraten und *Hippuriten* ist den Amdenerschichten wieder die südalpin-dinaridische Scaglia, z. B. von Chiasso.

¹⁾ JOH. BÖHM: Die Kreidebildungen des Fürbergs und Sulzbergs bei Siegsdorf in Oberbayern. Paläontographica Bd. 38. Stuttgart 1891.

²⁾ OTTO REIS: Erläuterungen zur geol. Karte d. Voralpenzone zwischen Bergen und Teisendorf. Geognostische Jahreshefte, München, Jahrg. 1895.

³⁾ HANS IMKELLER: Die Kreide- und Eocänbildungen am Stallauer Eck und Enzenauer Kopf bei Tölz. Programm zum Jahresber. d. städtischen Handelsschule in München. 1895/96.

⁴⁾ ERNST BLUMER: Östlicher Teil des Säntisgebirges. „Beiträge“ n. F., Liefg. 16. 1905, p. 526.

Wir finden aber selbst deutliche Anklänge der Amdenerschichten an das ausseralpine Schreibkreide-Gebiet, was bereits J. BÖHM hervorgehoben hat. Durch die Untersuchungen von EGGER¹⁾ ist die Übereinstimmung der Foraminiferen der helvetischen Oberkreide mit der Rügener Schreibkreide neuerdings besonders betont worden. Wie die Seewerschichten schon nach ihrem äusseren Aussehen den Plänerkalken (z. B. von Goslar am Harzrand) ähnlich sind, so entsprechen die Mergel des Emscher Grundes den Leibodenmergeln, die Schreibkreide den Leistmergeln. Und wie man an Stevns Kridt Klint (Dänemark) in prächtiger Weise mit scharfer Grenze das Danien (Faxekalk) auf der Schreibkreide aufliegen sieht, so findet man im Gebiet der Drusbergdecke mit scharfer Grenze die Wangschichten auf den Leistmergeln abgelagert.

Wir können somit in einem Profil vom Tessin nach Dänemark etwa folgende Faciesreihenfolge erkennen: Scaglia—Couches rouges—Amdenerschichten—Schreibkreide.

Seewerschichten.

Turon.

1. Definition, vertikale Begrenzung.

Der Begriff Seewer ist fast allgemein, aber wie mir scheint mit Unrecht auf die hangenden Mergel ausgedehnt worden, die nun als Amdenerschichten mit besonderer Fauna abgetrennt sind. Die Amdenerschichten wurden als Seewermergel oder auch Seewerschiefer bezeichnet. Der Typus Seewerkalk von Seewen bei Schwyz wird aber konkordant von den Bürgenschichten (Assilinengrünsand) abgeschnitten; es fehlt dort jede Spur von Mergelbildungen der oberen Kreide. Da die hangenden Mergel, wo solche vorhanden sind, allmählich aus den Seewerkalken hervorgehen, konnte früher bei dem vermeintlichen Fehlen von bestimmbarren Makrofossilien die Ausdehnung des Seewerbegriffes gerechtfertigt erscheinen.

Da es nicht ratsam wäre, die seit ESCHER gebräuchliche, vortreffliche Bezeichnung Seewerkalk resp. Seewerschichten fallen zu lassen, so ist zur genaueren Fixierung der Schichtfolgen, wie sie die neuere Stratigraphie verlangt, eine Einschränkung des Begriffes Seewer auf seinen Typus notwendig.

Die oberen, mergeligen Seewerschichten, die bei Seewen²⁾ nicht vorhanden sind, enthalten häufig noch Bänke von gewöhnlichem Seewerkalkgestein. Es ist also notwendig, für diese den Begriff Seewer noch gelten zu lassen und je nach der lithologischen Ausbildung von Seewerschiefer oder neutral von oberen Seewerschichten zu sprechen, zum Unterschied von Seewerkalk oder unteren Seewerschichten.

Unter Seewerschichten ist zu verstehen die vorherrschend aus dichten, flaserigen Kalken bestehende Schichtgruppe zwischen Überturrilitenschichten unten und Leibodenmergel (Amdenerschichten) oben.

Wo die Amdenerschichten fehlen, ist die obere Grenze nur um so klarer, indem entweder Wangschichten (z. B. Forstberg) oder Nummulitenschichten (Bürgenschichten) mit aller Schärfe die obere Grenze bezeichnen. Die untere Grenze ist im allgemeinen leicht zu ermitteln. Wo die wenig mächtigen Überturrilitenschichten fehlen, ist sie um so schärfer von den liegenden Turrilitenschichten oder dem Gault abgeschnitten.

Dagegen bietet der südlichste helvetische Faciestypus (Forstberg, Luitere-Zug-Melchtal?) einige Schwierigkeit. Ich konnte mich nämlich dort von der Auffassung ERNST GANZ'S³⁾ überzeugen,

¹⁾ J. G. EGGER: Foraminieren der Seewener Kreideschichten. Sitzungsber. d. Bayr. Ak. d. W., München 1909, Abt. 11.

²⁾ Vergl. ARNOLD HEIM: Über das Profil von Seewen-Schwyz etc. Vierteljahrsschr. d. nat. G. Zürich 1908.

³⁾ Gemeinsame Exkursion auf d. Forstberg, 10. August 1908.

dass die Gaultknollenschichten über der Lochwaldschicht am Forstberg (Schwyz) in der Facies des kompakten Seewerkalkes ausgebildet sind. Dieser Seewergault zeigt aber immerhin noch einzelne grüne Glauconitnester, was im gewöhnlichen Seewerkalk nicht der Fall ist. Von dieser etwa 4 m mächtigen Schicht führt nach oben ein Übergang in den eigentlichen Seewerkalk, ohne dass die gewiss vertretenen Turrilitenschichten abtrennbar wären. Auf diese Weise wird nun auch die bisher nicht recht verständliche „Seewerkalk“-Grundmasse verständlich, in der die phosphorit- und petrefaktenreichen Grünsandnester der Lochwaldschicht¹⁾ des Gebietes der Engelberger Aa eingebettet sind.

2. Spezialprofile.

Die Seewerschichten sind überall, in allen tektonischen Gruppen des alpinen Teiles der untersuchten Gegenden ausgebildet. Die Seltenheit von Makrofossilien und die vertikal und horizontal minimalen Faciesveränderungen lassen jedoch keine exakt gegliederten Spezialprofile aufstellen. Infolgedessen sollen im folgenden grössere Gebiete gemeinsam behandelt werden.

a) Kapfenberg.

Der Seewerkalk des Kapfenberges bildet das Liegende der Malmüberschiebung und ist demzufolge so stark zerdrückt, dass keine erfolgreichen stratigraphischen Beobachtungen gemacht werden können. Trotzdem erreichen die Seewerschichten bei Höfe über 30 m Mächtigkeit. Das Gestein ist typisch linsig, auf frischem Bruch auffallend dunkel. Ganze Gesteinspartien sind stark mergelig-schieferig, so dass es sich fragt, ob auch die oberen Seewerschichten vertreten seien.

b) Mürtshendecke.

In der Mürtshendecke ist der Seewerkalk durchweg mit messerscharfer Grenze konkordant von Assilinengrünsand bedeckt. Nur im Seeretobel bei Betlis ist der obere Teil stellenweise mergelig-schieferig, während die unmittelbar unter dem Assilinengrünsand liegenden Bänke wieder als kompakter, echter Seewerkalk ausgebildet sind. Es ist zweifelhaft, ob diese obere Partie bereits den oberen Seewerschichten zuzuzählen ist. Sicher ist, dass in der ganzen Mürtshendecke auf der Nordseite des Walensees der oberste Teil der Seewerschichten fehlt. Die ursprüngliche Mächtigkeit lässt sich also nicht mehr feststellen. Wohl aber kann die jetzige Mächtigkeit des von der mitteleocänen Denudation verschont gebliebenen Seewerkalkes ermittelt werden. Ich schätze sie im Seeretobel bei Betlis auf zirka 50 m.

Weiter östlich nimmt innerhalb der Mürtshendecke die Mächtigkeit deutlich zu. Ich schätze sie östlich Stäfel, Punkt 1554 über 100 m, wo allerdings möglicherweise eine Doppelung vorliegt. Seewerschiefer sind noch nicht zum Vorschein gekommen, auch fehlt überall in der Mürtshendecke die rote Ausbildung des Seewerkalkes.

Im allgemeinen ist der Seewerkalk der Mürtshendecke verhältnismässig kompakt, in den unteren Partien knorrig-bankig, im ganzen weniger gelblich angewittert und inwendig dunkler grau als der Seewerkalk der Säntisdecke.

c) Flifalte.

In der Flifalte scheinen die oberen Seewerschichten deutlich vorhanden zu sein (vergl. Spezialkarte, Taf. XIV). Wir finden etwa die folgende, jedoch nicht scharf getrennte Zweiteilung, von oben:

- zirka 20 m obere Seewerschichten (Seewerschiefer),
- zirka 50 m untere Seewerschichten, Seewerkalk.

¹⁾ JACOB et TOBLER: Gault de la Vallée de la Engelberger Aa. Mém. Soc., pal. Suisse, Vol. XXXIII 1906.

Der Seewerkalk ist überall gut aufgeschlossen, wenn auch nirgends in einem einfachen, normalen Profil zu verfolgen. Er ist ausgesprochen knorrig, grobbankig in seinem unteren Teil, was besonders deutlich im Steinbruch an der Strasse nach Amden zu sehen ist. Die Bruchfläche erscheint feinkörnig, grau, weniger dicht als im südlichen Gebiet der Säntisdecke. Das Gestein enthält zerstreut feine, z. T. von Echinodermen stammende Calcitsplitterchen.

Im Steinbruch konstatiert man auffallend glänzend pechschwarze, bituminöse, unregelmässige Häute zwischen den Kalkbänken, die bis zu 1 mm Dicke erreichen, und vom Kalk leicht abblättern. Meist hat eine innere Gesteinsverschiebung auf diesen Häuten stattgefunden, wodurch vielleicht deren Glanz und Glatte bedingt sind. Wo keine Gleitbewegung stattgefunden hat, haben sie eine raue Oberfläche. Das Gestein lässt sich nach seinen groben, bis 1 m dicken Banken lostrennen. Inwendig sieht man manchmal dunklere Schlieren und Flecken im grauen Kalk. Fe S₂ Knollen sind häufig.

Die oberen Seewerschichten sind nur kontinuierlich aufgeschlossen im oberen Teil des Brandbaches nördlich Hochbühl, dort aber schwer zugänglich. Über dem eigentlichen Seewerkalk folgen zunächst dunkelgraue Mergelschiefer, 5—10 m, darüber wieder eine vielleicht 5 m mächtige, kompaktere Seewerkalkbank, dann abermals schieferige Mergel, zirka 10 m. Die obersten 2 m, unmittelbar unter dem Assilinengrünsand, sind wieder vorherrschend kalkig wie der untere Seewerkalk (vergl. Fig. 41, p. 135). Man kann also hier sehr deutlich feststellen, dass die oberen Seewerschichten aus wechselnden Lagen von Schiefermergel und Seewerkalk bestehen.

d) Säntisdecke.

Die Seewerschichten sind vollständig entwickelt, wo die Amdenerschichten als Hangendes auftreten. Doch sind die Mächtigkeiten wegen tektonisch aussergewöhnlichen Komplikationen im Gebiet des westlichen Säntis und der Mattstockgruppe nicht genau zu bestimmen, um so weniger, als die Seewerschichten relativ geeignet sind zu tektonischer Reduktion und Metamorphose. In den hohen Churfürsten anderseits, die durch normal mächtige Schichtlage ausgezeichnet sind, fehlen infolge rezenter Denudation die Amdenerschichten auf den Seewerschichten, so dass deren obere Grenze unbestimmt bleibt. Hier sind ausserdem die Seewerschichten nur teilweise zugänglich.

Säntisgebirge.

Der Typus der Flifalte kehrt wieder am Nordrand des mittleren Säntisgebirges, wo auf Bommenalp-Blättli der Assilinengrünsand ebenso den oberen Seewerschichten aufsitzt (vergl. Fig. 42, p. 137).

Der Muldenkern II zwischen Tierwies (resp. Girespitz) und Säntisgipfel besteht aus fahl grünlichem, dünnlinsigem Kalk und blätterigen Schiefern mit dunkeln, tonigen Ablosungen. Diesen grünlichen Schiefer habe ich sonst in der Churfürsten-Mattstockgruppe und weiter westlich nicht wieder in gleicher Ausbildung gefunden. Der liegende Seewerkalk, der den Säntisgipfel bildet, ist typisch und wie überall ausgebildet, zeigt jedoch an der Basis eine Belemnitenbank, die ich anderswo nicht wieder gefunden habe. Es ist eine lithologisch nicht abtrennbare Schichtlage von 1 m Mächtigkeit, 4—5 m über der Turrilitenbank und 3 m über den Über-turrilitenschichten, die zahlreiche Belemniten enthält. Das 1910 gesammelte Material genügt nicht zu einer sicheren Bestimmung. Immerhin scheint die Art am ehesten übereinzustimmen mit

Belemnopsis ultima d'ORB. sp.

In der nördlichen Säntiskette ist die rote Varietät des Seewerkalkes nirgends bekannt. Roter Seewer folgt erst in der mittleren (III) und den südlichen Säntisketten (IV—VI), und zwar nach ALBERT HEIM 2—5 m mächtig in einer Höhe von 8—15 m über dem Gault.

Die Mächtigkeit der Seewerschichten betragen nach ALBERT HEIM im mittleren Teil des Säntisgebirges „mindestens 100, wahrscheinlich vielfach 150 m“.

Am Schwendigrat, auf der Südostseite des mittleren Sántisgewölbes III bei Alt St. Johann sind die unteren und oberen Seewerschichten mächtig entwickelt, und führen in verkehrter Schichtfolge allmählich in Leibodenmergel über, in denen ich aber keine Petrefakten fand (Walenseekarte, Nordrand). Der untere Seewerkalk ist durch ein 1 m mächtiges, rotes Band in etwa 15 m Höhe über dem Gault ausgezeichnet. Es ist das gleiche, das sich wieder in den Churfirten findet. Nach der Karte kann die Mächtigkeit der Seewerschichten am Schwendigrat auf gegen 200 m geschätzt werden, wovon vielleicht 140 m auf den Seewerkalk entfallen. Die Mächtigkeiten entsprechen denen des Gulmen.

Um so auffallender ist die relativ geringe Mächtigkeit der Seewerschichten an der Sántisthur bei Unterwasser, wo trotz normaler Schichtfolge ohne jede sichtliche Reduktion die Mächtigkeit von 100 m bei weitem nicht erreicht zu sein scheint.

Am Südostfuss des Häderenberges bei Säss, wo die Seewerschichten vertikal stehen (Fig. 53, p. 166), schätze ich zirka 70 m Seewerkalk und zirka 40 m obere, mehr mergelige Seewerschichten.

Mattstockgruppe.

Goggeien. Normale Mächtigkeiten nicht bestimmbar, Ausbildung etwa wie bei Säss, primär eher mehr als 100 m Seewerschichten (vergl. Fig. 45 und 46, p. 152).

Stock. Zirka 80 m Seewerkalk + 50 m obere Seewerschichten, wovon die obersten zirka 20 m als gelbliche Seewerschiefer ausgebildet sind. Primäre Mächtigkeit der Seewerschichten um 150 m (vergl. Fig. 47, p. 154).

Mattstock. Seewerkalk primär durchweg vorhanden, obere Seewerschichten aber nur auf der Südostseite. Einziges vollständiges, aber verkehrtes und wahrscheinlich etwas reduziertes Profil zwischen Walau und Rah, wo sich auch die Leiboden- und Leistmergel erkennen lassen. Der steil stehende Seewerkalk ist ausgezeichnet durch ein rotes Band in seinem unteren Teil. (Zerdrückte Oberkreide bei Stollen am Furgglenkopf abgebildet in Chromophot. Taf. XI, am Mattstock-Nordostende bei Rah in Chromophot. Taf. XII.)

Durschlägiberg-Amden. Abgesehen von dem kompliziert reduzierten Nordostende des Durschlägiberges (Taf. XI) sind die Seewerschichten normal und mächtig ausgebildet. Das Dorf Amden steht zum grossen Teil auf Seewerkalk. Die oberen Seewerschichten sind als Seewerschiefer mächtig entwickelt in der Äschenrüns. Ein normales Profil mit Mächtigkeitsangabe lässt sich jedoch nicht feststellen.

Eine fleischrote Seewerkalklage lässt sich im unteren Teil des Seewerkalkes an der Durschlägi, zirka 20 m über den Turrilitenschichten, beobachten.

Gulmen. Die Mächtigkeit der Seewerschichten ist sehr gross und dementsprechend auch die horizontale Ausbreitung bedeutend (Walenseekarte). Eine normale, vollständige Schichtfolge lässt sich nur am Südostabhang verfolgen, wo jedoch infolge der mit dem Abhang gleichsinnig fallenden Schichtlage die Mächtigkeiten nicht genau bestimmbar sind. Ich schätze zwischen Altschen und Schweinsöhlen die Seewerschichten auf etwa 200 m, wovon etwa 150 auf den eigentlichen Seewerkalk, 50 auf die oberen Seewerschichten mit Schiefermergellagen entfallen. Die Grenze der unteren zu den oberen Seewerschichten ist aber infolge sehr allmählicher Übergänge ganz verwischt.

Die rote Seewerkalk-Varietät habe ich am Gulmen nicht gefunden.

Churfirtengruppe.

Westliche Churfirten. Leistkamm, Scheere und Selun sind Seewerkalkgipfel. Von den mächtigen Seewerschichten ist hier nur noch der untere Teil erhalten geblieben. Die Gipfel liegen stratigraphisch 50—80 m über dem Albien.

Am Nordfuss der Churfirten fallen die Seewerschichten steil zur Tiefe und sind viel weniger mächtig, durchschnittlich etwa 100—120 m, was vielleicht teilweise Folge tektonischer Reduktion ist. Rote Schichten sind am Selungrat in 2—3 Bänden, 13—23 m über dem Gault, sehr ausgesprochen. Das Spezialprofil Strichboden wird im Abschnitt „Mittlere Kreide“ gegeben.

Östliche Churfirten. Am Nordfuss (Schwendi-Freienalp) sind die Seewerschichten ebenso wie weiter westlich auffallend wenig mächtig trotz der normalen, wenig gestörten und kaum reduzierten Schichtlage.

Bei Freienalp, am Nordfuss des Gamserrugg, lässt sich bei 45° N. Fallen folgendes Profil feststellen:

Zirka 7 m unterster Seewerkalk, bankig, linsig, sehr dicht, inwendig gelblichgrau.

1.5 m roter, linsiger Seewerkalk; beidseitig durch Übergänge mit dem gewöhnlichen, gelblichgrauen Seewerkalk verknüpft.

Zirka 50 m Seewerkalk, oberer Teil, gelblichgrau.

40—50 m obere Seewerschichten, mergelig.

Das am besten zugängliche und vollkommen normale Seewerprofil bietet der Gamserrugg mit seiner horizontalliegenden, zirka 80 m mächtigen Kappe von Seewerkalk (vergl. Profilzeichnung im Abschnitt „Mittlere Kreide“).

Über der scharfen, oberen Grenze der Turrilitenschichten folgen:

$\beta = 0.4$ m Überturrilitenbank mit Glauconitkörnchen. — Übergang in

$\gamma = 17$ m unterer Seewerkalk, vollkommen dicht, hellgrau, etwas gelblich angewittert, ohne Glauconitkörnchen; untere Hälfte in Bänken von 5—20 cm, oben mehr linsig. Übergang in

$\delta_1 = 1$ m roter Seewerkalk, besonders im mittleren Teil intensiv pfirsichblütenrot, nach oben und unten allmählich ausbleichend. Übergang in

$\delta_2 = 9$ m grauer, linsiger Seewerkalk. Übergang in

$\delta_3 = 0.6$ m bräunlicher Seewerkalk.

$\delta_4 = 0.4$ m roter Seewerkalk.

$\delta_5 = 1.5$ m blass bräunlichroter Seewerkalk, linsig.

$\epsilon = 50$ m grauer, oberer Seewerkalk.

Vom Hinterrugg bis zum Tristenkolben bildet der Seewerkalk eine ausgedehnte und sehr mächtige, fast horizontale, normalmächtige Kappe auf dem Gault. Am Tristenkolben und wenig westlich davon bei Punkt 2201 sind auch obere, etwas mergelige, lokal auch schieferige Seewerschichten in eng geknickten, einspringenden Fältelungen erhalten. Die Abgrenzung liess sich auf der Karte jedoch infolge dieser komplizierten Zickzackfaltungen und des allmählichen, unbestimmten Überganges vom kompakteren und bankiglinsigen, gelblichgrauen, vollkommen dichten Seewerkalk zum mergelig-schieferigen Gestein nicht genau ausführen. In den oberen Grenzschichten des Seewerkalkes fielen mir auf dem Rosenboden stellenweise massenhaft weissfaserige, bis über $\frac{1}{2}$ cm dicke *Inoceramenschalen* auf. Schon ARNOLD ESCHER VON DER LINTH hat diese notiert. Es gelang mir nicht, bestimmbare Exemplare zu gewinnen. Es handelt sich vermutlich um *Inoceramus Cuvieri* oder grössere Verwandte.

Durch photogrammetrische Bestimmung erhalte ich für die normale Mächtigkeit der Seewerschichten am Rosenboden (Punkt 2201):

1. vom Güslen bei Oberterzen 1830 aus 198 m.
2. vom Tannenboden südlich Walenstadt, zirka 1600 m aus, zirka 190 m.
3. vom Punkt 1976 nordwestlich Sichelkamm aus 195 m.

Davon fallen etwa $\frac{4}{5}$ auf den Seewerkalk, so dass die unteren Seewerschichten oder der eigentliche Seewerkalk auf gut 150 m, die oberen Seewerschichten auf 40 m notiert werden dürfen. Vielleicht waren darüber noch weitere 20 m obere Seewerschichten vorhanden, so dass hier die Gesamtmächtigkeit der Seewerschichten auf rund 200 m zu schätzen ist.

Die rote Färbung des Seewerkalkes ist, wie im Profil des Gamserrugg angegeben, auf zwei Bänder im unteren Seewerkalk verteilt. Sowohl die rote Ausbildung wie deren Schichthöhen scheinen in den östlichen Churfürsten konstant zu sein. Besonders auffallend tritt rings um den Rosenboden herum das untere rote Band des Gamserruggs, 15–20 m über den Turrilitenschichten auf. Es entspricht wohl genau dem unteren roten Band am Selun-Strichboden ¹⁾.

e) Alviergruppe.

Die Mächtigkeit der Seewerschichten scheint gegen Osten und Südosten langsam abzunehmen und in der Gegend des Margelkopfes im Vergleich zu den Churfürsten noch etwa die Hälfte zu betragen.

Roten Seewerkalk fand ich noch in der Sichelkamm-Mulde bei Nausalp-Obersäss, nicht mehr aber auf der Rosswies zwischen Kapf und Margelkopf.

Die Ausbildung bei Naus-Obersäss erinnert etwas an diejenige des unten zu besprechenden Sandloches bei Starkenbach: Die Linsen des unteren Seewerkalkes sind vielfach quer zerbrochen, so dass das Gestein unter der Frostwirkung in eckige Stückchen zerfällt. Mit den roten und blassrötlichen Varietäten wechseln gelbliche und grünliche, wobei die einzelnen Kalkfasern von grünlichen, tonigen Häuten getrennt sind.

f) Sandloch-Starkenbach.

Das in verdrehter Schichtlage mitten in der Fliegenspitz-Wildhausermulde liegende, höchst sonderbare Vorkommnis von Oberkreide des Sandloches an der Strasse bei Starkenbach ist bereits im Säntisgebirge, Beiträge 1905, p. 443–444 und 462 beschrieben und abgebildet worden.

Die Seewerkalklinsen sind durch Querrisse zerbrochen, so dass der Seewerkalk mit Vorteil als Strassenschotter verwendet wird — daher der Name „Sandloch“.

In stratigraphischer Hinsicht ist die verschiedenfarbige Bänderung von grünen, grauen, gelblichen und roten Schichten des Seewerkalkes besonders auffallend. Ausser den zwei schon 1903 bestehenden Gruben wurde 1906 auch in einer dritten, südöstlichen gearbeitet, so dass die Walenseekarte gegenüber derjenigen der Taf. VI des „Säntisgebirges“ verbessert werden konnte ²⁾. Es zeigten sich hier, nicht mehr gut aufgeschlossen, noch mergelige, feiner zerbröckelnde Schichten, die wohl den oberen Seewerschichten angehören, ferner östlich daranlehnend gelbliche Mergel vom Typus der Amdenerschichten. Seewerkalk bis Amdenerschichten scheinen einem tektonisch einheitlichen Fetzen von Oberkreide anzugehören.

Wie bereits 1905 abgeleitet, kann die genannte Oberkreide weder dem nach N absteigenden Schenkel der Churfürsten, noch dem aufsteigenden des Säntis angehören. Dementsprechend ist auch abgesehen von der „tektonischen Facies“ der Seewerkalk durch seine farbige Bänderung verschieden von demjenigen der näheren Umgebung. Die überaus reiche Mikrofauna ist aber die typische Seewerfauna, wie sie sich überall wiederholt ³⁾. Meine 1905 ausgesprochene Vermutung, solchen Seewerkalk in der Alviergruppe zu finden, hat sich teilweise bestätigt. Ich betrachte den Oberkreide-Fetzen des Sandloches als einen Fetzen einer höheren Überschiebung.

¹⁾ Auf der Walenseekarte ist am Gamserrugg roter Seewerkalk nur auf dessen Nordseite eingezeichnet. Seither (1910) habe ich aber konstatiert, dass die roten Bänder rings um den Gamserrugg ziehen.

²⁾ Als ich im Juli 1910 wieder nach Starkenbach kam, war eine vierte Ausbeutungsstelle geöffnet, und zwar 100 m westlich des alten Sandloches, unmittelbar unter der in der Walenseekarte als auf Moräne stehend eingezeichneten Scheune an der Strasse. Hier liegt normaler, hellgrauer, helvetischer Seewerkalk vor, der auch normales Streichen (E 20° N) bei 20° SSE Fallen aufweist.

³⁾ Schon ARNOLD ESCHER hatte das Sandloch-Gestein als unzweifelhaften Seewerkalk erkannt.

3. Verbreitung.

Die Seewerschichten haben eine bedeutendere Verbreitung als die Amdenerschichten, indem sie als deren Liegendes über weitere Gebiete von späteren Denudationen verschont geblieben sind (Fig. 55, p. 169).

Im Gebiet der Säntis-Mattstock-Churfirstengruppe hat die vormittlereocäne Denudation nirgends die Seewerschichten ganz entfernt; der Seewerkalk ist durchweg noch fast ganz verschont geblieben und wird mit glatter und messerscharfer, accordanter (bis paenaccordanter) Grenzfläche von Assilinengrünsand bedeckt.

Die oberen Seewerschichten oder Seewerschiefer sind in der Mütschendecke grösstenteils, wenn nicht vollständig entfernt. Das gleiche betrifft den Nordrand der Säntisdecke am Mattstock und bei Leser im westlichen Säntis. Auf Bommenalp und am Klammeneggzug scheinen die oberen Seewerschichten auch grösstenteils entfernt zu sein. Dagegen herrscht Vollständigkeit der Seewerschichten überall da, wo die Amdenerschichten vorhanden sind, das heisst überall in der Säntisdecke (Säntis-Mattstock-Churfirstengebiet) mit Ausnahme der genannten Stellen am Nordrand.

Die Seewerschichten sind in den östlichen Schweizeralpen ein konstantes Glied der helvetischen Alpen. Sie sind nur im nördlichen und westlichen Teil des autochthonen Gebirges am Nordrand des Aarmassivs vormittlereocän denudiert, sonst aber nicht nur im südöstlichen und östlichen autochthonen Gebiet, sondern auch in allen helvetischen Decken durchweg vorhanden. Erst im südwestlichen Teil der Drusbergdecke südwestlich des Forstberges macht sich die vordaniane Denudation geltend, so dass nicht nur die Amdenerschichten, sondern auch die Seewerschichten zu fehlen beginnen und die Wangschichten direkt der mittleren oder unteren Kreide aufliegen.

4. Allgemeiner lithologischer Charakter — mikroskopisches.

Der Seewerkalk ist schon vielfach gut beschrieben worden, besonders in diesen Beiträgen von KAUFMANN, und in letzter Linie von ALBERT HEIM (Säntisgebirge 1905, p. 21). Ich brauche also hier der Vollständigkeit halber nur nochmals in Kürze die durchweg charakteristischen Merkmale zusammenzufassen.

Dichter, fast chemisch reiner Kalkstein, von flaserigen, schwarzen oder grauen, tonig-bituminösen Häuten durchzogen, die dem Gestein eine charakteristisch linsige Textur verleihen. Kompaktere Bänke wechseln vielfach mit dünnschichtigeren, die leichter zurückwittern. Mikroskopisch erweist sich der Seewerkalk als dichter Kalkabsatz mit unzähligen, meist mikroskopischen Foraminiferenschalen, worunter die an Zahl alle andern Gattungen übertreffenden *Orbulinarien* (*Lagenen* früherer Autoren) dem Gestein sein mikroskopisch charakteristisches Gepräge geben. Diese können inkl. deren Steinkerne schätzungsweise bis 40 % des Gesteins ausmachen. Die Foraminiferensteinkerne bestehen meist aus farblosem, körnigem Calcit, aber auch häufig aus dichtem Seewerkalk oder Schwefeleisen (Taf. XVI, Fig. 1—2).

Während der eigentliche Seewerkalk 93—99 % CaCO_3 (im übrigen hauptsächlich Ton) enthält¹⁾, nimmt der Tongehalt im allgemeinen nach oben zu, so dass die oberen Seewerschichten durch abwechselnde Lagen von Seewerkalk mit mergelig-schieferigen Lagen, Mergelkalk oder Mergelschiefer ausgezeichnet sind.

In allen von mir untersuchten Dünnschliffen der Seewerschichten fehlen Quarzsand-Körnchen vollständig (zum Unterschied gegenüber den Leistmergeln und Wangschichten). Feine Echinodermen-trümmer finden sich nicht selten (Fli, Betlis). Im dichten Kalk sind auch gelegentlich einzelne

¹⁾ Nach Analysen vom Seewerkalk bei Fli, Firma J. FURRER & Cie.

schöne glasklare, aus Lösung auskristallisierte Calcit rhomboëderchen eingebettet. Gewöhnlicher, grüner Glauconit wurde in den eigentlichen Seewerschichten im Hangenden der Basisbank oder Überturrilitenschicht nicht gefunden, wohl aber einzelne tiefbraune, isotrope Körner, die mit Glauconit nahe verwandt sind. In einem Schliff (Nr. 146) aus dem oberen Teil des unteren Seewerkalkes vom Gänsenstad befinden sich fünf kleine solcher brauner Körner und ein unregelmässig geformtes grösseres von $\frac{1}{2}$ mm Durchmesser. Es sind dies vermutlich autochthone, d. h. am damaligen Meergrund entstandene Gebilde, die ihrer Form nach nicht als Foraminiferensteinkern gedeutet werden können, wohl aber indirekt von Organismen abzuleiten sind.

5. Mikro-Fauna.

Während die Amdenerschichten bisher in bezug auf ihren Foraminiferengehalt unbekannt waren, sind die Foraminiferen des Seewerkalkes schon wiederholt untersucht worden, zuerst durch F. J. KAUFMANN und OSWALD HEER¹⁾, in letzter Linie durch J. G. EGGER²⁾.

In den untersuchten Dünnschliffen glaube ich folgende Arten zu erkennen:

Orbulinaria ovalis KAUFMANN (*Lagena*) = *Pithonella* LORENZ³⁾ Genus.

Es ist die weitaus häufigste Art, gesteinsbildend. EGGER hält die Öffnungen der beiden Enden des Tönnchens als sekundär eingebrochen infolge der dort dünneren Schale, und betrachtet deshalb die von O. HEER (Urwelt d. Schweiz 1865, p. 195) zuerst abgebildete Art für eine der lebenden *Orbulinaria fallax* (RHUMBLER, Foraminif. von Laysan etc., Zoolog. Jahrb. XXIV, 1906) sehr nahe stehende Art. Dementsprechend fiel mir auf, dass die Grösse der Öffnungen, falls überhaupt zwei solche vorhanden, starken Unterschieden unterworfen sind, und bei *Orbulinaria sphaerica*, deren Schale gleichmässiger Dicke aufweist, solche in der Regel vermisst werden. Das Verhältnis von Länge zur Dicke des Tönnchens ist sehr variabel. Es gibt Formen, die $2\frac{1}{2}$ mal so lang wie dick sind. Der Kreisschnitt hat durchschnittlich 0.04 bis 0.05 mm Durchmesser, im Maximum wurde 0.08 mm beobachtet.

Orbulinaria sphaerica KAUFM. (*Lagena*).

Diese Form wurde von LORENZ als Kreisschnitt der *Pithonella ovalis* gedeutet. Ich glaube jedoch, dass es sich um zwei verschiedene Formen handelt, und zwar 1. weil die in Frage kommenden kreisförmigen Ringschnitte einen stets grösseren Durchmesser haben als der Kreisschnitt der *Pithonella ovalis*, 2. weil die Schale dicker oder doch gleichmässiger dick ist, 3. weil die Häufigkeit der *Ovalis*-Form weit grösser ist. Durchschnittlicher Durchmesser = 0.06, grösster beobachteter 0.12 mm. Häufigkeit $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{10}$ von *Orb. ovalis*.

Globigerina cretacea d'ORBIGNY,

klein, 0.25 mm Durchmesser, nicht selten, jedoch oft schwer zu unterscheiden von

Globigerina aequilateralis BRADY,

ziemlich häufige Querschnitte, die den Abbildungen EGGER's von dieser Art entsprechen. Doch scheint mir auch EGGER's Bestimmung nach dem Challenger Report etwas zweifelhaft zu sein.

Discorbina canaliculata REUSS,

ziemlich häufig und typisch, in gleicher Form wie in den Amdenerschichten.

? **Discorbina biconcava** PARKER & JONES,

ein schmaler, dünnchaliger Querschnitt, stimmt mit BRADY, Challenger, p. 653, pl. XCI, f. 2—3.

Discorbina rudis REUSS,

einige kleine Quer- und Längsschnitte wie EGGER, Seewener Kreide, Taf. II, Fig. 22 und III, Fig. 22.

? **Pulvinulina** gr. **Menardii** d'ORB.,

einzelne Querschnitte wie *P. canariensis* d'ORB.

Textularia globulosa EHRENBURG,

häufig im Seewerkalk.

¹⁾ O. HEER, Urwelt der Schweiz 1865, p. 194.

²⁾ J. G. EGGER, Foraminiferen der Seewener Kreideschichten. Sitzungsber. kgl. bayrischen Ak. d. W., München 1909.

³⁾ TH. LORENZ, Südlicher Rhätikon, Freiburg 1901.

Textularia pygmaea REUSS,

in einzelnen Schliffen (z. B. obere Seewerschichten Starkenbach) sehr häufig, sehr klein, Länge 0.2 mm; wie EGGER, l. c. 1909, Taf. II, Fig. 20—21.

Textularia pupa REUSS,

vereinzelt; obere Seewerschichten.

Textularia aculeata EHRENB.

seltene, kleine Schnitte wie EGGER, Seewener Kreide, Taf. I, Fig. 22.

Vereinzelt findet man auch feine Kalkschalen von *Ostracoden* und calcitisierte *Spongiennadeln*, ferner fragliche Schnitte von *Cristellaria*, *Nodosaria*, *Lagena*, *Cassidulina*, *Nonionina*, *Anomalina complanata*. Kieselige Organismen wie *Haplophragmium* und ? *Astrorhiza* sind selten.

Dagegen zeigt fast jeder Schliff einheitlich auslöschende Stäbe oder polygonale Schnitte von solchen. Ich glaube, sie mit Bestimmtheit als Bruchstücke von *Inoceramenschalen* deuten zu dürfen, die sich ja häufig makroskopisch im Seewergestein erkennen lassen und leicht in einzelne feine Prismen zerfallen. Die Schälchen der Foraminiferen daneben sind jedoch mit Ausnahme der Öffnungen bei den *Orbulinarien* im allgemeinen nicht zerbrochen (zum Unterschied gegenüber den *Überturrilitenschichten*).

Die *Orbulinarien* sind die weitaus häufigsten Foraminiferen des Seewerkalkes und machen nach ihrer Individuenzahl wohl 95—98 % aller Mikroorganismen aus. In den mergeligen Lagen der oberen Seewerschichten oder Seewerschiefern aber treten sie zurück und können ganz fehlen. Da sie auch in den meisten Schliffen von Leiboden- und Leistmergel ganz vermisst wurden, aber in den Kalkbänken im Leistmergel wieder zahlreich erscheinen, muss angenommen werden, dass diese Foraminiferen in besonderem Masse stenopisch sind. Sie lieben bathyalen Kalkabsatz und fliehen den Tonschlamm. Sie sind aber nicht für Senon bezeichnend, wie irrtümlich angenommen wurde, sondern finden sich bereits schon vereinzelt im Albien und dann schon massenhaft in den Turrilitenschichten. Ihre maximale Entfaltung aber fällt auf den turonen Seewerkalk und damit auf die tiefste und reinste Kalkablagerung der Oberkreide.

Ein Unterschied der Mikrofauna von den unteren und oberen Seewerschichten lässt sich nur insofern erkennen, als es sich um Faciesunterschiede handelt. Während die *Orbulinarien* im Mergel der oberen Seewerschichten verschwinden, scheint *Textularia pygmaea* durch *T. globifera* ersetzt zu werden. Die so bezeichnende und leicht erkennbare *Discorbina canaliculata* geht aber durch die ganze Oberkreide hindurch. *Globigerinen* sind im Seewerkalk im ganzen wohl nicht häufiger als in den hangenden Mergelhorizonten, was wieder zeigt, dass der Seewerkalk dem rezenten Globigerinenschlick nicht gleichgestellt werden kann.

6. Makro-Fauna.

Während die Seewerschichten von Mikro-Organismen ganz erfüllt sind, ist bekanntlich deren Gehalt an bestimmaren makroskopischen Fossilien sehr gering. Bestimmare Petrefakten gehören zu den Seltenheiten. Mit Benützung einiger in der geologischen Sammlung des eidgen. Polytechnikums Zürich niedergelegten Stücke können immerhin einige bisher unbekannte und für die Altersbestimmung besonders wichtige Arten aufgeführt werden. Da der Seewerkalk im Sântisgebiet und dem Profil von Seewen durchaus gleichartig entwickelt ist, so sollen auch einige noch unbekannte Versteinerungen dieser Gegenden hier mit denen der Churfürsten-Mattstockgruppe berücksichtigt werden.

Holaster laevis (DE LUC) AGASSIZ var. **Trecensis**.

DE LORIO, Echinologie helvétique, Mat. Pal. Suisse 1873, p. 322, pl. XXVII, f. 5 (non 1—4). Ein ganzes Exemplar, jedoch ohne deutliche Ambulacralfelder, mit dichtem Seewerkalk-Steinkern, Länge 63, Breite 60, Höhe 40 mm; stimmt genau mit der cit. Abbildung DE LORIO's.

Fundort und Schichthöhe: Unterer Seewerkalk, 5 1/2 m über der Turrilitenschicht, Gänsestad am Walensee, Mürtschendecke (vergl. Profilzeichnung im Abschnitt „Mittlere Kreide“. Anderwärts bekannt aus dem Cenoman von Ste-Croix (Rotomagien).

Echinocorys vulgaris BREYNIUS (= Ananchytes ovata LAM.).

DE LORIOI, Echin. crét. Suisse, Mat. Pal. Suisse. Genève 1873, p. 308, zitiert vom „Säntis, Fählenalp (Appenzell) — Mutterschwanden (Unterwald) — Gartenalp (Säntis). Seewerkalk, étage sénonien, Collection Musée de Zurich.“

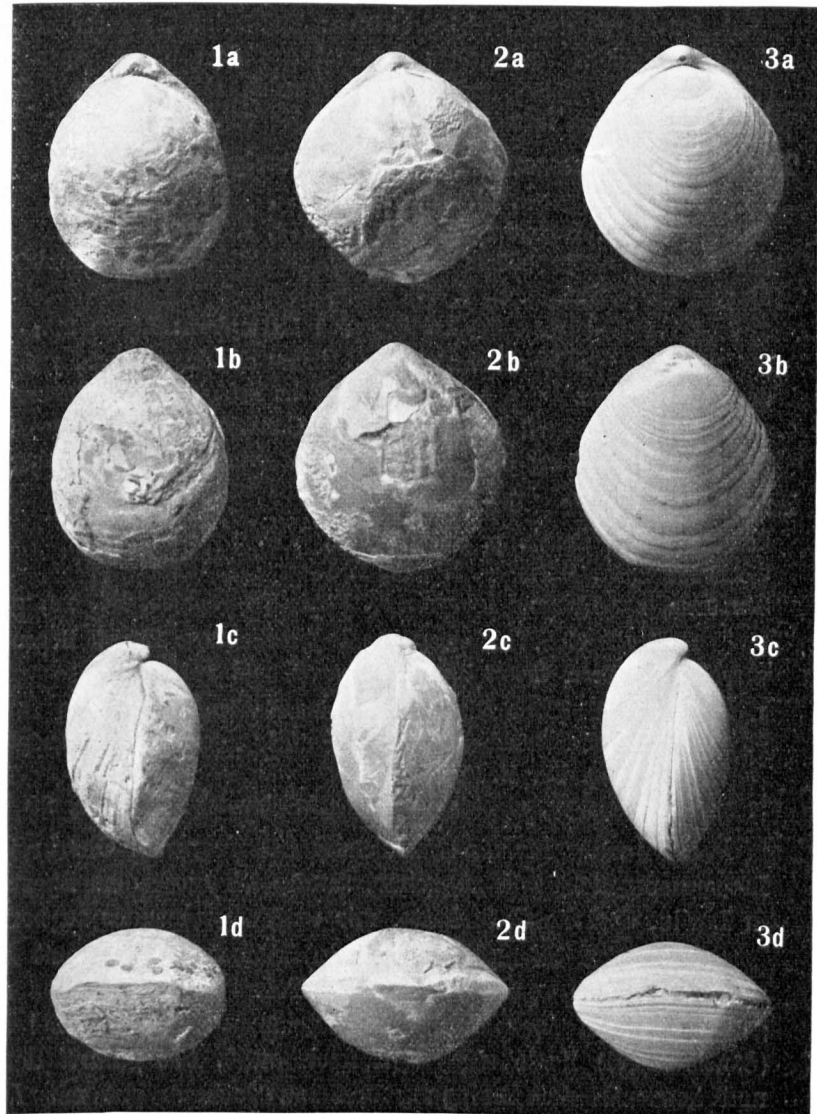
Ein 55 mm langes Bruchstück der geolog. Sammlung, von A. ESCHER gefunden am Säntis; zwei weitere, schlechte Bruchstücke vom Kapf NW-Abhang bei Amden, alles aus Seewerkalk = unteren Seewerschichten.

Mit DE LORIOI wurde sogar in allgemeinen Lehrbüchern insbesondere auf Grund dieses Leitfossils der Seewerkalk als Senon bezeichnet. MAYER-EYMAR ordnete alle Seewerpetre-fakten in das Senon, zumal Senonian III.

Es können nun auf Grund des Säntiswerkes die Schichthöhen der von DE LORIOI genannten Fundorte einigermaßen bestimmt werden. Die Petrefakten, die MÖSCH von Gartenalp zitiert, stammen von der Ebenalp, wo nur Seewerkalk (unt. Seewerschichten) vorhanden sind. Der Säntisgipfel besteht nur aus unterem Seewerkalk; das Exemplar der Fählenalp stammt offenbar auch aus Seewerkalk. Am Mutterschwandenberg schliesst die Kreide mit den oberen Seewerschichten ab. Die *Ananchytes* können aus keinem höheren Niveau stammen.

cf. **Micraster cor-testudinarium GOLDF.**

Ein nicht sicher bestimmbarer Steinkern von zirka 55 × 52 × 32 mm. Herr Prof. J. BÖHM schreibt mir darüber folgendes: „Ähnlichkeit mit *M. cor-testudinarium* liegt vor, doch ist der Abfall der hinteren Oberseite etwas



Natürliche Grösse.

Phot. Arnold Heim.

Fig. 58.

- 1 = *Terebratula subrotunda* Sow. aus dem unteren Seewerkalk Gänsestad.
 - 2 = *Terebratula carnea* Sow. aus dem unteren Teil des oberen Seewerkalkes. Säntisgipfel.
 - 3 = *Terebratula carnea* Sow. aus dem „Upperchalk“ (Senon) von Kent.
- a Ansicht der kleinen Schale.
b Ansicht der grossen Schale.
c Seitenansicht.
d Ansicht der Pallialgegend, die kleine Schale nach oben gestellt.

abweichend von dem norddeutschen Stücke, wie auch der Winkel zwischen den beiden vorderen Petala grösser ist als bei letzteren.“

Fundort: Klammeneggzug, Säntis-E, aus Seewerkalk (untere Seewerschichten).

Terebratula carnea Sow.¹⁾

SOWERBY, Min. Conch., p. 47, pl. 15, f. 5—6.

d'ORBIGNY, Pal. française, p. 103, pl. 513, f. 5—8,

ein ganzes Exemplar, abgebildet in nebenstehender Fig. 58, stimmt im ganzen gut mit der genannten Art überein. Schale teilweise am Schnabel abgefallen, daher scheinbar weniger vorspringender Schnabel als beim Typus.

Dimensionen: Länge 30, Breite 27.5, Dicke 17 mm.

Fundort und Schichthöhe: Säntisgipfel, unterer Seewerkalk, höchstens 40 m über der Turrilitenschicht. Anderwärts bekannt aus dem Senon, spezifisch für die senone Schreibkreide (Upper Chalk) Südenglands (Kent), Meudon (Maëstrichtien), Rouen, Rügen; kommt aber nach SCHLOENBACH auch im norddeutschen Pläner vor.

Terebratula subrotunda Sow. (= *T. semiglobosa* Sow.).

SOWERBY, Min. Conch., pl. 15, f. 9 non 7.

d'ORBIGNY, Pal. française, p. 105, pl. 514, f. 1—3 (non 4).

Ein schönes, vollständiges Exemplar, abgebildet in nebenstehender Fig. 58; stimmt am besten überein mit d'ORB., l. c., f. 1.

Dimensionen des vorliegenden Exemplars: Länge 29.5, Breite 23.5, Dicke 18.5 mm.

Anderwärts ist *T. semiglobosa* bekannt aus der senonen, weissen Schreibkreide, neben *T. carnea*: nach SCHLOENBACH²⁾ aber auch massenhaft im Brognarti- und Rotomagensis-Pläner (Cenoman und Turon).

Fundort und Schichthöhe: Gänsestad am Walensee (Mürtschenderke), unterster Seewerkalk, 2—15 m über der Turrilitenschicht (vergl. Profilzeichnung im Abschnitt „Mittlere Kreide“).

Inoceramus Cuvieri SOWERBY.

SOWERBY, Min. Conch. p. 59, pl. 441, f. 1.

GOLDFUSS, Petr. Germ. 2, t. 111, f. 1.

SCHLÜTER, zur Gattung *Inoceramus*, Palaeontographica, Bd. 24, p. 266.

In der geolog. Sammlung des Polytechnikums Zürich liegen aus der Thurgruppe 4 Exemplare vor, die als *Inoc. Cripsi* bestimmt waren, und zwar:

1. zwei Exemplare von der Roslenalp im Säntisgebirge von je 9—10 cm Länge mit starken Rippen;
2. ein nicht sicher bestimmbares Bruchstück eines grossen Exemplares von der Rütneralp, Säntis-Ost, gefunden von Dr. E. BLUMER;
3. ein sehr grosses, nicht ganz sicher bestimmtes Exemplar, 20 cm lang, vom Säntisgipfel.

Um in der für die Ermittlung des Alters der Oberkreide so wichtigen Bestimmung der Inoceramen nicht fehl zu gehen, sandte ich diese dem Spezialkenner Herrn Prof. Dr. J. BÖHM in Berlin, der die Güte hatte, mir darüber folgendes zu berichten:

„Das eine Exemplar (Roslenalp) stimmt durchaus mit *Inoceramus Cuvieri* Sow. überein, wie die Art aus dem norddeutschen Turon vorkommt: das zweite Exemplar ist leider flachgedrückt, kann aber wohl nur dieselbe Spezies sein; bei dem dritten (grössten) Exemplar (Säntis-Gipfel) liesse sich wohl noch an *I. Brongniarti* denken, aber die ganze Gestaltung und konzentrische Berippung stimmen doch so gut mit *I. Cuvieri* überein, dass ich wohl dieser Spezies unbedenklich die drei Stücke zuweisen darf.“

Bezüglich der Schichthöhe lässt sich auf Grund des Säntiswerkes folgendes feststellen: Das grosse Exemplar vom Säntisgipfel kann höchstens 40 m über den Turrilitenschichten gelegen haben. Auf Roslenalp sind obere Seewerschichten nicht ganz ausgeschlossen. Das Gestein, das den zwei Inoceramen anhaftet, ist aber typischer Seewerkalk (untere Seewerschichten). Auf Rütneralp endlich sind obere Seewerschichten nach E. BLUMER nicht vorhanden.

¹⁾ Herr Prof. Dr. J. BÖHM in Berlin hatte die Güte, meine oben gegebenen Bestimmungen zu revidieren.

²⁾ SCHLOENBACH: Brachyopoden der norddeutschen Cenoman-Bildungen, München 1867.

Es kann somit als festgestellt gelten, dass *Inoceramus Cuvieri* bereits in den unteren Seewerschichten auftritt¹⁾.

Sonstige Schichthöhe: Leitfossil für oberstes Turon.

***Inoceramus (Volvoceramus) involutus* SOWERBY²⁾.**

WOLLEMAN, Lüneburg, Abh. Preussisch. geol. Land.-Anst., Heft 37, t. 2, f. 8. Ein grosses Exemplar mit 12.5 cm Höhe der kleinen Schale vom Rand bis zum Schloss und zirka 15 cm Länge; grosse Schale nur zum kleinen Teil erhalten. Bestimmung von Herrn Prof. JOH. BÖHM; Abbildung in Fig. 59.

Schichthöhe: Unterer Teil der oberen Seewerschichten; gelb angewitterter, etwas mergeliger Kalk.

Fundort: Nordseite der Strasse Amden-Durschlägi, bei Fur der Walensee-karte, gefunden von Hrn. stud. BERGMANN auf gemeinsamer Exk. mit d. Verf.

Sonstige Schichthöhe: Leitfossil für unteren Emscher, Coniacien.

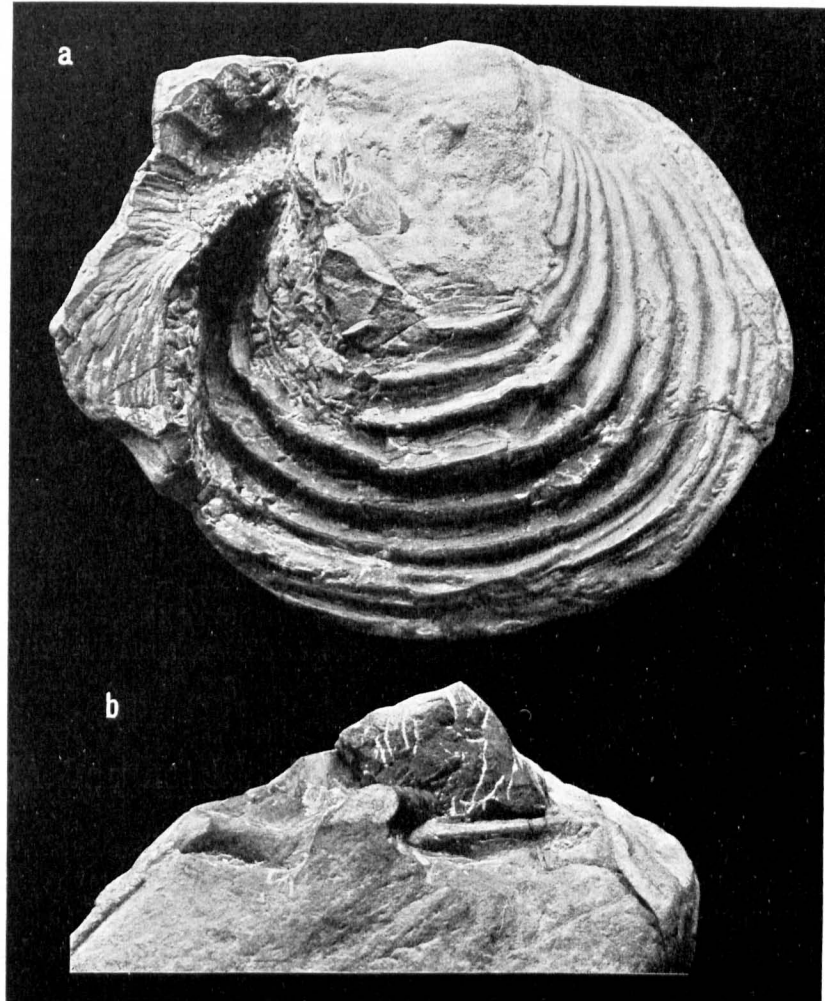
***Inoceramus* sp. ind.**

Grosse, dünnschalige, flache Form von 30 cm Durchmesser auf 2 mm Schalendicke, auf der einen Seite mit parallelnervigen Rippen im Abstand von 3—6 mm. Im grünlichen Seewerschiefer mit Seewerkalkzwischenlagen (obere Seewerschichten) an der Strasse Wildhaus-Schönenboden, südöstlich Punkt 1127 der Säntis-karte.

***Belemnopsis ultima* d'ORBIGNY sp.**

SCHLÜTER, Cephalopoden der oberen deutschen Kreide. Palaeontographica Bd. 24, 1876/77, p. 184, Taf. 52, Fig. 1—5.

Da ausser einigen Bruchstücken nur ein gutes Exemplar vorliegt, ist die Bestimmung nur als Annäherungswert aufzufassen. Querschnitt fast kreisrund, Dicke bis über 8 mm, Länge bis zirka 60 mm, Furche 20 mm lang.



Phot. Arnold Heim.

Fig. 59. *Inoceramus (Volvoceramus) involutus* Sow. aus den oberen Seewerschichten von Amden; linear $\frac{7}{10}$ nat. Gr.

a kleine Schale mit abgebrochener grosser Schale links.
b Schlossrand, Unterseite von a.

¹⁾ Ein weiteres kleineres und nicht ganz sicher bestimmbares Exemplar von *Inoceramus Cuvieri* wurde neulich auf einer geologischen Exkursion im mittleren Seewerkalk bei Seewen gefunden, also wieder in gleicher Schichthöhe.

²⁾ Über das hier zitierte und abgebildete Exemplar ist eine Beschreibung von Herrn Prof. J. BÖHM im Zentralblatt f. Min., G. & P. im Druck, auf den ich verweise: Zur Verbreitung des *Inoceramus involutus* Sow.

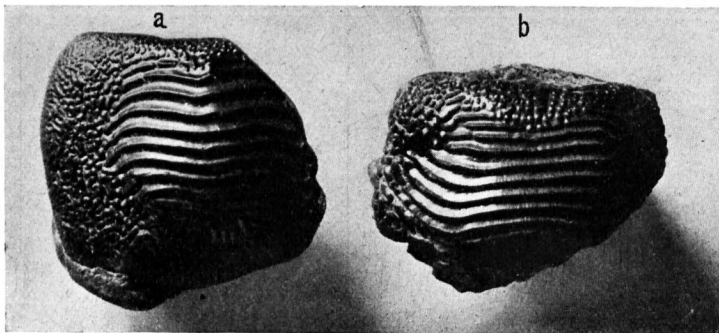
Fundort und Schichthöhe: Weg von Tierwies zum Sântisgipfel, unterer Seewerkalk γ , 4—5 mm über der Turrilitenschicht (vergl. Abbildung im Abschnitt Cenoman).

Anderwärtiges Vorkommen: Tiefstes Cenoman, chloritic marl, Upper Greensand, Gault Folkestone.

Ptychodus polygyrus Ag.

AGASSIZ, Recherches sur les poissons foss. Vol. 3, p. 156, pl. 25, f. 4—11.

Es liegen die zwei schönen, porzellanschwarzen Zähne vor, die in nebenstehender Fig. 60 abgebildet sind. Der vollständigere *a* hat 45 mm Breite und stimmt am besten überein mit AGASSIZ, l. c., f. 7.



Phot. Arnold Heim.

Fig. 60. *Ptychodus polygyrus* Ag., in natürlicher Grösse.

a aus dem Seewerkalk von Amden.

b aus dem Seewerkalk der Mürtischendecke bei Quinten.

Fundorte und Schichthöhe: Fig. 60a mit Etiquette „Amden-Walensee“, Gestein typischer Seewerkalk, untere Seewerschichten. Fig. 60b „bei Quinten, Senon“, Gestein typischer Seewerkalk; jüngere Kreide als Seewerkalk = untere Seewerschichten kommt ob Quinten (Mürtschendecke) nicht vor.

Anderwärtiges Vorkommen: Obere weisse Kreide Südenglands (Kent) = Senon, mit oder über *Terebratula carnea* und *Bel.*

*mucronata*¹⁾, aber auch neuestens im Eocän und Miocän des Apennin nachgewiesen²⁾.

C. BURCKHARDT³⁾ erwähnt aus dem Kreidegebirge nördlich des Klöntals:

Micraster breviporus Ag., aus dem oberen Seewerkalk.

Ananchytes ovata? LAM., aus dem mittleren Seewerkalk.

Inoceramus cf. cuneiformis d'ORB., aus dem mittleren Seewerkalk.

7. Faunencharakter und Alter.

Während die Mikrofauna mit derjenigen der jüngeren Amdenerschichten im wesentlichen übereinstimmt, zeigt die Makrofauna einen von jenen total verschiedenen Charakter. Es fehlen vollständig die für die Amdenerschichten so bezeichnenden Gastropoden und Bivalven, und auch Cephalopoden sind ausser Belemniten noch keine gefunden worden.

Die oben angeführten Arten haben mit Ausnahme der im Cenoman auftretenden *Holaster Trecensis* und *Belemnopsis ultima* und des für die oberste Zone des norddeutschen Turon (Cuvieri-Pläner) leitenden *Inoceramus Cuvieri* einen durchaus **senonen** Charakter. Es sind zum grossen Teil Formen, die aus dem ausseralpinen Schreibkreide-Gebiet bekannt sind. Von *Ananchytes ovata* bemerkt d'ORBIGNY „c'est peut-être de toutes les espèces la plus caractéristique du 22° étage sénonien, ou de la craie blanche de toute l'Europe“ (Campanien, Maëstrichtien). Über die *Terebrateln* schreibt mir Herr Prof. JOH. BÖHM folgendes: „SCHLÖNBACH, STOLLEY. WOLLEMANN lassen die ersten Angehörigen von *Terebratula carnea* im oberen Emscher auftreten und SCHLÖNBACH ist der Ansicht, dass alle als *T. carnea* bestimmten Exemplare aus dem norddeutschen Pläner die *T. subrotunda* sind.“

¹⁾ Proceedings geol. Assoc. 1900.

²⁾ GIUSEPPE CANASTRELLI, Denti di *Ptychodus* Ag. nel Tertiario dell' Apennino Tosco-Emiliano. Pisa, Stab. Tipogr. succ. FF. Nistri, 1910.

³⁾ BURCKHARDT, Beiträge 1896, p. 88.

Nun glaube ich aber, festgestellt zu haben, dass *Terebratula subrotunda* noch in tieferem Niveau als *Inoceramus Cuvieri*, und *T. carnea* in gleichem Niveau mit diesem auftritt! Der Leitwert der einen oder anderen Art muss also unbedingt herabgesetzt werden. *Inoceramus Cuvieri* ist aber nicht die einzige turone Leitart der Seewerschichten. Auf einer geologischen Exkursion wurden kürzlich bei Seewen (Schwyz) im mittleren Seewerkalk (sicher untere Seewerschichten) zwei 3.5 resp. 4.5 cm grosse Exemplare gefunden von

Inoceramus striatus MANTELL (d'ORBIGNY, Pal. franc., p. 508, pl. 405),
einer ebenso typisch turonen Art.

Aus den oberen Seewerschichten ist einzig *Inoceramus involutus* bekannt, ein Leitfossil des norddeutschen unteren Emschers. Auf Grund dessen vermutete Herr Prof. JOH. BOHM in einem Briefe, dass die oberen Seewerschichten der Walenseekarte im Gebiet der Durschlägi den Leibodenmergeln der Leibodenalp entsprechen. Ich kann jedoch diese Ansicht nicht teilen, da die oberen Seewerschichten keine nennenswerte Faciesveränderungen aufweisen und die gleichen gelblichen, oberen Seewerschichten wie an der Strasse Amden-Durschlägi auch im Gebiet der Leibodenalp die Leibodenmergel unterlagern. Die dickschaligen Inoceramen scheinen auch auf die Seewerschichten beschränkt zu sein; nirgends habe ich noch in Leiboden- oder Leistmergel so dickschalige Inoceramen gefunden.

Betrachten wir die Inoceramen für sich, so lassen diese in der helvetischen Oberkreide eine mit der norddeutschen übereinstimmende, zeitliche Folge erkennen:

- J. concentricus*, Albien und Basis des Cenoman;
- J. Cuvieri* und *striatus*, Seewerkalk, untere Seewerschichten;
- J. involutus*, obere Seewerschichten.

Betrachten wir also diese für sich als unantastbare Leitfossilien, so würde sich ergeben:

- obere Seewerschichten = Unt. Emscher = Coniacien,
- oberer Seewerkalk = Ober-Turon.

Die bisher gefundenen Echiniden sind leider im allgemeinen zu schlecht erhalten, als dass sie zur Altersbestimmung stark ins Gewicht gezogen werden könnten. Auffallend ist, dass an gleicher Lokalität im gleichen unteren Seewerkalk ein cenomaner *Holaster Trecensis* neben der senonen *T. subrotunda* auftritt. Sowohl dieser Echinide also, wie die Inoceramen, sprechen dafür, dass auf die zwar sehr gut erhaltenen Terebrateln bezüglich der Altersbestimmung kein zu grosser Wert gelegt werden darf.

Nach dem Gesagten gelange ich zu folgenden Resultaten. Das schon lange vermutete turone Alter des oberen Seewerkalkes ist nunmehr bewiesen:

1. stratigraphisch durch die Kontinuität der Ablagerungen vom zweifellosen Cenoman (Turrititen- und Überturrititenschichten) bis zu den Leibodenmergeln mit untersenoner Fauna;
2. direkt paläontologisch durch die turonen Inoceramen¹⁾.

Entsprechen die Leibodenmergel dem unteren (und nicht dem oberen) Emschérien DE LAPPARENT'S, so muss freilich für die Schweizeralpen angenommen werden, dass hier die Inoceramenarten

¹⁾ H. DOUVILLÉ (Les Ralligstöcke et le Gerihorn, B. S. G. F. 1908, p. 194) hielt es für wahrscheinlich, dass der Seewerkalk der Waldegg am Thunersee die ganze Kreide vom Cenoman bis zum Campanien repräsentiere. Auf Grund seiner Bemerkungen führt DE LAPPARENT, der sonst mit Recht den Seewerkalk hauptsächlich dem Turon zuweist, in seinem *Traité de Géologie* 1906, p. 1458, diese Schichten unter dem Aturien (Campanien-Maëstrichtien) an. Diese Zustellung hat sich als unzutreffend erwiesen. Der Seewerkalk der Waldegg ist von vormitteloocäner Denudation bis auf seine untersten kaum 10 m mächtigen Schichten zugeschnitten worden, deren Alter nur dem Cenoman und allenfalls noch dem unteren Turon zugeschrieben werden kann.

Die Auffassung, wie sie E. HAUG im neuesten Bande seines „*Traité de Géologie*“ gibt, stimmt hingegen mit der meinigen im ganzen überein.

schon früher auftraten als im deutschen Pläner und Emscher. *Inoceramus Cuvieri* tritt vielleicht im Seewerkalk schon im unteren Turon, *Inoc. involutus* schon im oberen Turon auf. Die übrigen im ausseralpinen Senon bekannten Arten, insbesondere Terebrateln, erscheinen im Seewerkalk sicher schon in der Turonzeit.

8. Gliederung.

In erster Linie lässt sich durchweg die Zweiteilung erkennen

- obere Seewerschichten (Seewerschiefer),
- untere Seewerschichten (Seewerkalk).

wobei meist etwa $\frac{2}{3}$ — $\frac{3}{4}$ auf den Seewerkalk, $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ auf die oberen Seewerschichten entfallen, deren Gesamtmächtigkeit zwischen etwa 80 und 200 m schwankt. Diese Zweiteilung lässt sich aber infolge der stets vorhandenen allmählichen Gesteinsübergänge in vertikalem Sinne nicht scharf durchführen. Die in der Walenseekarte scharf gezogenen Grenzlinien sind in Wirklichkeit in vertikalem Sinne oft auf 10—20 m auf oder ab unbestimmt. Faunistisch lässt sich die Trennung ebensowenig scharf fixieren, da die Mikrofauna durch beide Unterabteilungen hindurchreicht und bestimmbare Makrofossilien zu den Seltenheiten gehören.

Innerhalb der oberen Seewerschichten lassen sich zwar wieder ohne Schärfe gelegentlich zwei Teile unterscheiden, wobei die untere Hälfte noch durch das Vorhandensein typischer Seewerkalklagen zwischen mergeligen Partien, der obere hingegen durch gleichmässige, gelbliche Schiefer mit Körnchen ausgezeichnet ist (Stock, Leistkamm etc.).

Viel deutlicher und auf weite Strecken verfolgbar lässt sich der eigentliche Seewerkalk in zwei Gruppen zerlegen, wobei die untere selbst wieder zweiteilig ist, insofern die glauconithaltige Basisbank als Überturrilitenschicht vom echten Seewerkalk abgetrennt wird:

2. Oberer Seewerkalk, Hauptmasse, um 80 % des ganzen Seewerkalkes, 40—130 m.
1. Unterer Seewerkalk, 20—30 m.
 - b. Seewerkalk mit roten Lagen, obere Hälfte.
 - a. Grauer Seewerkalk, untere Hälfte.

Wie im speziellen Teil gezeigt wurde, nehmen die roten Schichten des Seewerkalkes stets ein Niveau innerhalb der Grenzen von 7—30 m über der Turrilitenschicht ein. Sie verteilen sich auf mindestens zwei Bänke, wobei aber nicht immer beide in roter Varietät zu finden sind. Höhere rote Lagen habe ich in den Seewerschichten der Säntisdecke nirgends beobachtet. Man kann also das Niveau von 7—30, resp. 17—30 m über der Turrilitenschicht als das Niveau des roten Seewerkalkes bezeichnen. Wo die rote Ausbildung nicht auftritt, wie von der Mürtchen-decke bis zum Nordrand der Säntisdecke, lässt sich die genannte Zweiteilung des Seewerkalkes nicht sicher erkennen.

Die unter dem roten Niveau liegenden Schichten bestehen aus gewöhnlichem grauem Seewerkalk, der auf der Überturrilitenschicht aufruht und meist in Kontinuität der Ablagerung aus dieser hervorgeht.

Berücksichtigen wir noch die ihrer Schichthöhe nach fixierten Makrofossilien, so ergibt sich die folgende, zwar nicht überall durchführbare Gliederung der Seewerschichten, wobei rechts zwei verschiedene Auffassungen der Altersstellung in getrennten Kolonnen gegeben sind:

				I	II
Leibodenmergel		Fauna siehe p. 182—185		Coniacien	Santonien
Obere Seewerschichten 30—50 m	Seewerschiefer 20 m		grosse, flache, dünnschalige <i>Inoceramen</i>	η	Ober-Turon
	Seewerkalklagen und Mergellagen 30 m		<i>Inoceramus involutus</i> Sow.	ε	Coniacien
Untere Seewerschichten Seewerkalk 40—150 m	oberer Seewerkalk 30—130 m	grauer Seewerkalk, Hauptmasse 40—130 m	<i>Inoceramus Cuvieri</i> Sow. ¹⁾ <i>Inoceramus striatus</i> MANT. <i>Terebratula carnea</i> Sow.	ε	Unter-Turon
	unterer Seewerkalk 20—30 m	Niveau des roten Seewerkalkes; grauer Seewerkalk mit roten Lagen (Seewergrünsand vom Säntis-Ostende) 10—15 m	<i>Terebratula subrotunda</i> Sow. ²⁾	δ	Ober-Cenoman
		grauer Seewerkalk 7—17 m	<i>Holaster laevis</i> AG. var. <i>Trecensis</i> <i>Belemnopsis ultima</i> d'ORB.?	γ	Unter-Turon
Überturrilitenschicht 1—2 m		<i>Belemnopsis ultima</i> und <i>minima</i> d'ORB.		β	Unter-Cenoman
Turrilitenschicht 1 m		reiche Fauna		α	Cenoman

Diese Gliederung stimmt im Prinzip vollständig überein mit derjenigen, die ERNST BLUMER³⁾ 1905 vom Ostende des Säntisgebirges gegeben hat. Er unterscheidet ebenso einen oberen Seewerkalk und eine untere, zirka 20 m mächtige Abteilung, in der von oben nach unten folgen:

- 3—4 m roter Seewerkalk,
- einige „ grauer Seewerkalk,
- 1 „ Seewergrünsand,
- 10—20 „ unterster Seewerkalk, grau, unten mit einzelnen Glauconitkörnchen (Überturrilitenschicht).

Der „untere Seewerkalk“ BURCKHARDT'S⁴⁾ entspricht nur unserer Überturrilitenschicht. Gegenüber dem Hotel Richisau im Klöntal, an der Stirn der Axendecke, fand ich aber auch noch im Seewerkalk γ einzelne Belemniten, also ganz die gleiche Erscheinung wie am Säntisgipfel.

Es ergibt sich also, dass ein unterer Seewerkalk von zirka 20—30 m mit relativ mannigfaltiger Schichtfolge und verschiedenen untergeordneten Facies (rote Varietät, Grünsand und gelegentlich *Belemniten* und *Holaster* führend) von einem mächtigeren, eintönig grauen, oberen Seewerkalk über weite Gebiete unterschieden werden kann.

¹⁾ Reicht vielleicht auch noch tiefer hinab.

²⁾ Sollte vielleicht eine Linie tiefer gesetzt sein.

³⁾ E. BLUMER, Säntisgebirge, Beiträge n. F. Liefg. 16, 1905, p. 524—529.

⁴⁾ C. BURCKHARDT, Kreideketten u. Klöntal, Beiträge n. F. Liefg. 5, 1896, p. 86.

9. Facies und Lithogenesis.

Da die oberen Seewerschichten ein facielles Übergangsglied zu den Amdenerschichten bilden, deren Facies bereits behandelt wurde, befassen wir uns im folgenden nur mit dem eigentlichen Seewerkalk.

Unter der Mikrofauna haben planktonische Formen (Globigerinen) einen relativ geringen Anteil. Mehr als 90% der Mikro-Individuen sind *Orbulinarien*, deren nächste lebende Verwandte, *Orbulinaria fallax*, nach RHUMBLER¹⁾ bei Ascension im Atlantic in einer Tiefe von 240 m gefunden wurden.

Die Makrofauna gibt über die Ablagerungstiefe keine bestimmte Auskunft, da auch die Ablagerungstiefen des Pläner und der Schreibkreide von verschiedenen Geologen verschieden bewertet werden. Auch wenn im Sinne von CAYeux mit Recht die Schreibkreide als eine vom pelagischen Globigerinenschlick ganz verschiedene, küstennähere und im allgemeinen weniger tiefe Bildung betrachtet wird, so kann doch ihr Charakter einer Tiefseebildung (tiefer als 200 m) nicht mehr bezweifelt werden. Jukes-Browns nimmt für den Upperchalk eine Ablagerungstiefe von 1000 brasses = über 1500 m an. Die beschriebenen *Terebrateln*, sowie *Ananchytes ovata* aus dem Seewerkalk sind also aus diesem Grunde als Tiefseeformen zu betrachten. Für Annahme einer Tiefsee spricht aber auch die grosse Seltenheit makroskopischer Organismen.

Sir JOHN MURRAY, der mich im Frühjahr 1909 in freundlichster Weise in seinem Challenger-Office in Edinburgh aufgenommen, hält den Seewerkalk auf Grund meiner Dünnschliffe als eine unter den recenten Sedimenten unbekannte Facies. An Stelle der planktonischen Globigerinen des Globigerinenschlickes treten die benthonischen *Orbulinarien*, so dass man den Seewerkalk als **Orbulinarienschlick** bezeichnen möchte (Taf. XVI, Fig. 1—2).

Die horizontale Ausdehnung der Seewerschichten ist gross. Ihr jetziges Areal ist durch spätere Denudationen zugeschnitten. Nirgends ist eine flachseeische Facies bekannt. Faciesveränderungen in horizontalem Sinne sind sehr gering und lassen von den helvetischen Decken bis zum Autochthonen keine bathymetrischen Veränderungen erkennen. Auch in vertikalem Sinne sind nur langsame Faciesveränderungen vorhanden, die keine rasche Veränderung der Meertiefe erkennen lassen. Die gelegentlich scharfe untere Grenze lässt sich auf Resession, d. h. submarin entstandene Diskontinuität zurückführen²⁾. Sandige Beimischungen sind in den Seewerschichten (zum Unterschied der Leistmergel) unbekannt, vom Seewergrünsand BLUMERS abgesehen, für den aus Analogie mit recenten Grünsanden eine Ablagerungstiefe von 1000 m wohl angenommen werden könnte.

Aus allen genannten Gründen geht hervor, dass der Seewerkalk eine **Tiefseebildung** ist. Ich nehme an, dass er in Tiefen von etwa 1000 m abgelagert wurde. Die Küsten des Seewermeeres sind unbekannt³⁾.

Zur Beurteilung der Natur des Sedimentes selbst sind folgende Gesichtspunkte zu berücksichtigen:

1. Gute Erhaltung der Mikro-Foraminiferenschalen.
2. Gleichmässige Dichte der Seewer-Grundsubstanz, die auch in gleicher Art die Foraminiferenkammern ausfüllt.

Während mit MURRAY alle reinen Kalke der Gegenwart als organogene Bildungen betrachtet werden, muss ich für den Seewerkalk mit Entschiedenheit einen vorherrschend **chemischen Kalkabsatz** annehmen. So massenhaft auch die Foraminiferenschalen sind, treten sie doch quantitativ zurück gegenüber der dichten Grundsubstanz. Korallenriffe, die, wie für Jurakalk angenommen werden kann, den feinsten Kalkschlamm hätten liefern müssen, sind in der näheren Umgebung des Seewer-Faciesgebietes zur Seewerzeit unbekannt. Auch haben sich korallogene Bruchstücke im Seewergestein mikroskopisch noch nicht auffinden lassen. Die häufigen calcitischen Stäbchen

¹⁾ RHUMBLER, Foraminiferen von Laysan und den Chataminseln. Zoologische Jahrbücher 1906.

²⁾ Das Auskeilen des Seewerkalkes im südlichsten Gebiet der helvetischen Facies am Südrand der Drusbergdecke der Zentralschweiz, sowie im Vorarlberg unter den Kreidemergeln ist noch nicht näher aufgeklärt. Es ist denkbar, dass die Mergelfacies dort tiefer hinabgreift.

³⁾ Nach CAYeux zeigt die mikroskopische Struktur des Seewerkalkes (Thunersee-Waldegg) die grösste Analogie mit derjenigen des Turon im Pariserbecken. (H. DOUVILLÉ, B. S. G. F. 1903, p. 194.)

der Marwies über den Schwendigrat zum Mattstock, der Durschlägi und dem Wiggis. Südlich dieser Zone tritt die rote Seewerfacies, stets im unteren Seewerkalk, wieder konstant auf in den östlichen Churfürsten. Demgegenüber ist aber diese unbekannt am Häderenberg, Goggeien, Stock, Gulmen und in der Gegend des Leistkammes, also in dem breiten Gebiet in der Umgebung der Fliegenspitzmulde. Vielleicht findet man sie noch da oder dort, da sie vielfach so blassrot sind, dass sie leicht unbeachtet bleiben. Wahrscheinlich jedoch sind innerhalb der Säntisdecke zwei getrennte Zonen der roten Facies im unteren Seewerkalk vorhanden.

Der Nordrand der ersten nördlicheren Rotseewerzone fällt innerhalb der Säntisdecke und läuft durchschnittlich dem Alpenstreichen parallel.

Ob aber innerhalb der genannten zwei Rotseewergebiete eine Konstanz der roten Ausbildung vorhanden ist, bleibt fraglich. Manchmal habe ich auch an Stellen vergeblich nach rotem Seewerkalk gesucht, wo solcher zu erwarten gewesen wäre. Auch frage ich mich, ob und wo der Rotseewer des Schwendigrates im westlichen Säntis mit dem des Mattstockes in Verbindung stehen könnte.

Die Facies des Seewergrünsandes, den E. BLUMER¹⁾ am Ostende des Säntisgebirges gefunden hat, ist im Churfürsten-Mattstockgebiet nirgends sicher nachgewiesen. Die genannten Seewergrünsandschichten sind mit BLUMER als ein lokaler Rückfall der Gaultfacies, „eine Sandstein- und Glauconitfacies von kurzer Dauer mitten in der foraminiferischen Tiefseefacies“ zu betrachten, und sind in unserem Gebiete durch gewöhnlichen Seewerkalk ersetzt (vergl. p. 203).

Mächtigkeitsveränderungen sind deutlich, doch muss vielfach die Frage unentschieden bleiben, ob es sich um primäre oder tektonische Reduktionen handelt. In Fig. 61 sind die wichtigsten Profile der Oberkreide des Untersuchungsgebietes dargestellt. Wir erhalten so den Eindruck, dass in einem Querprofil zur helvetischen Facieszone des untersuchten Gebietes 3 Maximalzonen mit 2 Reduktionszonen wechseln. Die erste, unsichere Reduktionszone würde der Flifalte entsprechen, vorausgesetzt, dass diese der Axen- und nicht der Mütschendecke angehört. Weit bedeutender scheint die zweite Reduktionszone zu sein, die sich im mittleren Teil der Säntisdecke ausbreitet und zwar dem östlichen Teil der Fliegenspitz-Wildhausermulde eigen ist. Die relativ geringen Mächtigkeiten der Seewerschichten am Ostfuss des Häderenberges, im Bett der Säntisthur bei Unterwasser, sowie am Nordfuss der Churfürsten, besonders bei den Schwendiseen, lässt sich kaum auf tektonische Ursachen zurückführen. Diese jetzige Muldenzone entspricht vielleicht einer früheren, ganz lokalen und unbedeutenden Geantiklinale. Die maximalen Mächtigkeiten der Seewerschichten fallen auf den Südostabhang des Gulmen und auf die östlichen Churfürsten (Fig. 61).

Ist die genannte Reduktionszone im Gebiet der Wildhausermulde wirklich primär verursacht, so ergibt sich daraus eine isopische Richtung parallel dem Alpenstreichen.

11. Beziehungen zu den isochronen Bildungen ausserhalb des Untersuchungsgebietes.

Nach Abwicklung der Decken gelangen wir südlich zunächst in das präalpine (vindelizische) Faciesgebiet der sogenannten „Couches rouges“. An deren Basis hat ROESSINGER bei Leysin (Waadt) eine Fauna gefunden, deren Echiniden und Inoceramen auf Senon. deren Rudisten hingegen nach H. DORVILLE auf Cenoman hinweisen²⁾. Diese Kalke führen nach oben in die mächtige, mergelige Serie der „Couches rouges“ über, deren senones Alter nicht mehr bezweifelt wird.

Wir begegnen also bei der präalpinen Oberkreide genau den gleichen chronologischen Schwierigkeiten wie bei der helvetischen Oberkreide. Beide sind durch gleichzeitiges Auftreten

¹⁾ ERNST BLUMER, Ostende des Säntisgebirges. Beiträge n. F. Liefg. 16: 1905, p. 526—529.

²⁾ Vergl. E. HAUG, Traité de Géologie 1910, p. 1260.

cenomaner bis senoner Arten ausgezeichnet. Am wahrscheinlichsten entspricht die Fauna von Leysin ebenso wie die „senone“ Fauna der Seewerschichten insbesondere dem Turon.

Die Bezeichnungen zu den ausseralpinen synchronen Bildungen springen in die Augen. Als ich 1905 den Nordrand des Harzes besuchte, glaubte ich im dortigen Pläner (insbesondere Brongniarti- und Cuvieri-Pläner) unmittelbar den Seewerkalk wieder zu erkennen, wenn auch die Facies mehr an die kreidige Ausbildung anklingt. Anderseits zeigt der Übergang vom „Upper-Greensand“ über den chalk-marl in den eigentlichen „Chalk“, den ich 1909 an der englischen Küste östlich Folkestone zu verfolgen Gelegenheit hatte, eine überraschende Analogie mit den isochronen Übergängen von den Knollen- und Turrilitenschichten in den Seewerkalk.

Plänerkalk, „chalk-marl“, „chalk without flints“ und „chalk rock (middle chalk)“ entsprechen den helvetischen Seewerschichten, mit denen sie vielleicht unter dem Molasseland hindurch und über Jura-Vogesen hinweg in direkter Verbindung standen, wie dies auch DE LAPPARENT annimmt ¹⁾.

So verstehen wir die sonst unbegreiflichen faunistischen Analogien, und auch die annähernd gleichzeitige, gleichsinnige Faciesveränderung in vertikaler Richtung wird verständlicher.

12. Landschaftlicher Charakter.

Die Seewerschichten bilden im Kartengebiet steile, trockene, zum Teil schön begraste Alpgehänge (Amden, Gulmen, Schwendi-Alt St. Johann, Selun-Käserrugg-Gamserrugg); zum Teil sind sie auch mit Tannenwald bedeckt (Durschlägi, Gulmen-W, Stock, Gschwendwald westlich des Leistkamm, Goggeien, Häderenberg, Schwendigrat, Nordfuss der östlichen Churfürsten). Vermöge des geringen Tongehaltes sind sie auch geeignet zur Bildung schroffer Felswände, die zwar allerdings denen des massigeren Schrattenkalkes noch nicht gleichkommen.

Seewerkalk bildet den Gipfel des Gulmen 1792 m in der Mattstockgruppe, die Churfürstengipfel Leistkamm 2105, Glattkamm 2081, Scheere 2201, Selun 2207, Hinterrugg 2309 (der höchste Churfürstengipfel), Käserrugg 2266, Tristenkolben 2179 m (Churfürsten-Panorama, Taf. I). Einen ganz eigenartigen Eindruck gewährt die ebene Hochfläche des Rosenbodens 2200 m (östlich Churfürsten), auf der zahlreiche Versickerungstrichter in dem zerklüfteten Seewerkalk ausgelaugt sind.

Karrenbildung ²⁾ ist auf den Höhen über 1500 m nicht selten, doch infolge der schichtigen Textur nicht so ausgesprochen wie im Schrattenkalk.

Die kahlen Felsen erscheinen von weitem stets mit einem Stich ins Gelbliche (oft ähnlich dem Diphyoideskalk des Valangien), und lassen sich dadurch wie durch ihre Dünnschichtigkeit und die vielfachen Fältelungen schon auf grosse Ferne deutlich vom bläulichen Schrattenkalk unterscheiden, von dem sie durch das dunkle Band der mittleren Kreide getrennt sind.

Auch im Säntisgebirge hat der Seewerkalk eine hervorragende Bedeutung im Aufbau der Kämme und Gipfel. Es ist das jüngste Gestein, das am Aufbau des höheren Teiles im jetzigen Säntisgebirge, über 1500 m, noch teilnimmt. Bei steiler Stellung entstehen oft scharfe, wilde Zacken (Stoss 2000—2100, Geierspitz bei Kraialp, Jöchli westlich Schafberg ³⁾ etc.). Haupt-Seewerkalkgipfel sind:

Kamm 1820 (l. c., Taf. XXVI), Lütispitz 1900, Zähne nördlich Stoss 2094 (l. c., Taf. XXIV), Säntis 2504, Girespitz 2450, Kalbersäntis 2373, Moor 2346, Mutschen 2126, Roslenfirst 2154, Kamor 1750.

¹⁾ DE LAPPARENT, *Traité de Géologie* 1906. Kartenskizze p. 1420.

²⁾ Vergl. ARNOLD HEIM und PAUL ARBENZ, *Karrenbildungen in den Schweizeralpen. Geologische Charakterbilder*, Taf. III—IV; im Druck.

³⁾ Vergl. ALBERT HEIM, *Säntisgebirge* 1906.

13. Technische Verwendung.

Der Seewerkalk wird an zwei Orten im Gebiet der Walenseekarte zu ganz verschiedener Verwendung ausgebeutet:

1. Der Seewerkalk des „Sandloches“ bei Starkenbach wird als Strassenschotter verwendet (vergl. p. 193). Das scharfeckige, zerbröckelte, tonhaltige Seewergestein eignet sich ausgezeichnet zur Beschotterung der Toggenburger Landstrasse.
2. Der Seewerkalk-Steinbruch Fli ist auf der Spezialkarte Taf. XIV so dargestellt, wie er 1907 aussah. Seither ist er noch bedeutend erweitert worden. Der ganze Seewerkalkrücken bei Fli wird mit der Zeit weggesprengt werden. Die Firma JACQUES FERRER & Cie., Steinindustrie, Weesen, verwendet den Seewerkalk:
 - a) Zur Herstellung von Kalksteinmehl zur Kalkdüngung. Das Kalksteinmehl wird mit Vorteil auf kalkarmen Böden ausgestreut und soll sich für Wiesen, Äcker, Weinberge, Obstbaumkulturen und Gärten, auch für Moorboden eignen. Man streut 600 bis 1200 kg Kalkmehl pro Jucharte (à 3600 m²) aus. Das Kalkmehl enthält garantiert mindestens 90 % CaCO₃. Der Bedarf nimmt stetig zu. Preis Fr. 1.60 pro 100 kg bei Abnahme von weniger als 500 kg.
 - b) Zur Terrazzo-Fabrikation, wozu sich die dichte Struktur des Seewerkalkes in Mischung mit andersfarbigen Komponenten eignet.

Turriliten- und Überturrilitenschichten.

Cenoman.

1. Benennung, vertikale Abgrenzung.

Zwischen den eigentlichen Gault-Grünsandschichten und dem echten Seewerkalk lassen sich zwei, stets nur wenige Meter mächtige Schichten abtrennen, die sowohl lithologisch wie paläontologisch den Übergang vom Liegenden zum Hangenden vermitteln; es sind

- β) Die Überturrilitenschicht oder Basisbank des Seewerkalkes, mit spärlichen Glauconitkörnchen und gelegentlich häufigen *Belemniten*.
- α) Die Turrilitenschicht oder Bergerischicht, deren reiche Fauna schon seit ARNOLD ESCHER bekannt ist und die früher ohne weitere Unterscheidung als Gault bezeichnet wurden.

Die Turrilitenschicht bildet stets das Hangende der Gault-Knollenschichten oder von dessen massigem Grünsandstellvertreter, und das Liegende der Überturrilitenschicht, oder wo diese fehlen, des gewöhnlichen untern Seewerkalkes γ.

Die Überturrilitenschicht bildet stets das Liegende des gewöhnlichen glauconitfreien Seewerkalkes γ und überlagert die Turrilitenschicht, oder, wo diese letztere, fehlt direkt die Knollenschichten.

2. Spezialprofile.¹⁾

a) Mürtschendecke.

Gänsestad.

Das beste Profil bilden die Steinbruchaufschlüsse am Gänsestad, bei den Häusern Talegg am Walensee. Es können hier im Liegenden des Seewerkalkes γ unerschieden werden:

¹⁾ Die meisten zu dieser Beschreibung gehörigen Profilzeichnungen folgen im Abschnitt „Mittlere Kreide“.

- β) 0,5 m Basisbank des Seewerkalkes mit einzeln zerstreuten, feinsten, dunkelgrünen Glauconitkörnchen, die unten reichlich sind, nach oben allmählich verschwinden. — Übergang
α) 1,3 m Turrilitenschicht mit reicher Fauna, liegt ohne scharfe Grenze auf massigem Grünsandgestein.

In einem losen Stück, das nach seiner Gesteinsbeschaffenheit offenbar aus dem unteren Teil von β stammt, fand ich

Terebratula Sowerbyi HAGENOW? (non *obesa* Sow.)

HAGENOW, Neues Jahrb. 1882.

SCHLOENBACH, Brachyopoden der norddeutschen Cenoman-Bildungen, München 1876, p. 439, Tab. 21, Fig. 7.

Ein grosses, flach konvexes Bruchstück von einem zirka 60 mm langen und 48 mm breiten Exemplar. Grosse Schale eher schwächer gewölbt als SCHLOENBACHS Fig. 7 b. Leichte radiale und konzentrische Streifung; HAGENOWS Punktierungen nicht sichtbar. HAGENOW zitiert *T. Sowerbyi* aus der Rügener Schreibkreide (Senon).

Fundort und Schichthöhe: Gänsestad am Walensee (Mürtschendecke); höchstens 1 m über der Turrilitenschicht, wenn nicht aus der obersten Turrilitenschicht selbst.

Die Turrilitenschicht bildet ein lithologisches Übergangsglied vom Albien-Grünsand zum Seewerkalk. Grauer, dichter bis feinkörniger, foraminiferenreicher Kalk mit massenhaft gleichmässig zerstreuten, feinen, schwarzgrünen Glauconitkörnchen; daneben Grünsandschlieren bis zu einigen Centimetern Dicke. Der Glauconitgehalt nimmt nach oben ab, indem besonders die verworrenen Grünsandschlieren dünner werden, bis sie in der Überturrilitenbank vollständig verschwunden sind. Die Fauna ist am reichsten da, wo Grünsand und Kalk etwa im Gleichgewicht sind, d. h. im mittleren Teil der Turrilitenschicht:

Douvilléceras gr. **Mantelli** Sow.,

einige sich ergänzende Exemplare, worunter

1. ein grosses Bruchstück mit kräftigen, ziemlich abstehenden Rippen, die über den runden Rücken hinweg gehen und nur schwache Andeutung zu je einem Knotenpaar zeigen; ähnlich PICTET et CAMPICHE, Ste-Croix, pl. XXVI, f. 16;
2. ein grosses Exemplar von 12 cm Durchmesser und zirka 3 cm dicker Windung, mit sehr kräftigen Rippen ohne deutliche Knoten, an Parahoplites erinnernd.

Schloenbachia varians BRONG.,

ein typisches Bruchstück mit relativ schwachen Rippen und Knoten, schwächer als in d'Orbigny pl. 92, f. 4-5; schmale Form.

Schloenbachia Coupei BRONG., (= weibliche *Schl. varians* nach d'ORBIGNY)

ein typisches Bruchstück mit relativ schwachen Rippen und Knoten, schwächer als in d'ORBIGNY pl. 92, f. 2.

Turrilites Bergeri BRONG.,

häufig, typisch, geht durch die ganze Mächtigkeit der Turrilitenschicht von der Basis bis zur oberen Grenze durch, wird allerdings oben spärlich.

Turrilites cf. **Bergeri** BRONG.,

ein Exemplar mit kräftigen, aber nur 3 deutlichen Knotenreihen.

Turrilites Morrisii SHARPE.,

zwei gute Bruchstücke mit zirka 18 mm Windungsdurchmesser, stimmen vollständig überein mit SCHLÜTER, Cephalopoden der deutschen Kreide, Taf. 38, Fig. 10.

Belemnopsis, wahrscheinlich **minimus** LISTER,

häufig über die ganze Mächtigkeit der Turrilitenschichten.

Inoceramus concentricus PARK.,

ein kleiner Steinkern der grossen Schale, von kleineren Exemplaren der Albien-„Concentricusschichten“ kaum zu unterscheiden.

Holaster laevis (DE LUC) AGASSIZ,

ein prächtiger, vollkommener Steinkern, Länge 41, Breite 38, Höhe 23 mm.

Discoides cylindricus (AG.) LAMARCK (*Galerites*),

ein schöner, ganzer Steinkern, Länge 34, Breite 30, Höhe 22 mm, entspricht genau DE LORIOI, Echinides crét. Suisse 1873, pl. XIII, f. 13 (non 14).

Quinten.

Bei Betlis-Wingel und Seretobel ist die Turrilitenschicht stets typisch ausgebildet, etwa 1 m mächtig und besonders reich an *Turrilites Bergeri*. Von hier aus zieht sie in die Höhe und reicht bis zur Sälsalp, wo sie tektonisch abgeschnitten wird.

Am besten aufgeschlossen ist die Turrilitenschicht am Alpweg von Quinten nach Laubegg, bei * der Walenseekarte. 10 m oberhalb des Weges lassen sich an freistehenden, verwitterten Felsen mit Mühe die folgenden Unterabteilungen unterscheiden, von oben:

- a₃) 0.2—0.3 m glauconitischer Kalk mit zurücktretenden glauconitischen Schnüren, Petrefakten nicht mehr häufig. *Baculites Gaudini* Pict. et C.
- a₂) 0.5 m feinkörniger Kalk, erfüllt mit feinen, dunkeln Glauconitkörnchen und dazu durchsetzt von verworren maschigen, dunkeln Grünsandschlieren, ganz erfüllt mit vorragenden grünsandigen Petrefaktenknollen: *Turrilites Bergeri* BRONG. (13 Exemplare), *Baculites Gaudini* Pict. (4 Exemplare). *Nautilus Montmollini* Pict. et C., *Latidorsella latidorsatum* MICH. ? (2 Exemplare), *Douvilléceras* gr. *Mantelli* Sow., *Brancoceras*?, *Belemnopsis*, ferner 2—3 cm grosse schüsselförmige kieselige Gebilde wie Schwämme.
- a₁) 0.2 m Glauconitkalk mit weniger Petrefakten. *Turrilites Bergeri* BRONG. (3 Exemplare). — Übergang zum liegenden Grünsand.

b) Flifalte.

(Spezialkarte 1 : 3000, Taf. XIV.)

Die Turriliten- und Überturrilitenschichten sind durchweg ausgebildet, bleiben aber zusammen unter 2 m Mächtigkeit. Die Ablagerungen sind auch hier vom Albien bis zum Seewerkalk nicht unterbrochen. Das beste Profil befindet sich im Walde versteckt südwestlich des Hauses Sattel:

- β) 1 m Überturrilitenbank, knorrig, mit vereinzelt feinen, dunkelgrünen Glauconitkörnchen und glitzernden Calcitkörnchen. — Übergang
- α) 0.7 m Turrilitenschicht, bestehend aus
 - a₃) 0.2 m grünlicher, körniger Kalk mit reichlichen Glauconitkörnchen.
 - a₂) 0.3 m körniger, knorriger Glauconitkalk, weniger glauconitreich als α₁; Hauptniveau der Turriliten: *Turrilites Bergeri* BRONG., häufig.
 - a₁) 0.2 m Glauconitkalk, dunkelgrün, mit kleinen schwarzen Phosphatknollen. Glauconit in Form feiner dunkler, zerstreuter Körnchen im Kalk, und zudem in Schlieren angehäuft. Fossilreiches Niveau. *Belemnopsis minima* List., *Ammonites* gr. *Mantelli* Sow.

Wie dieses Profil zeigt, lassen sich hier zwar ohne Schärfe die gleichen Unterabteilungen erkennen wie bei Quinten.

Östlich vom Ober-Fligade, im Scheitel des Gewölbchens, bei * der Spezialkarte Taf. XIV, ist die Turrilitenschicht nur 0.4 m mächtig, aber sehr fossilreich:

Douvilléceras Mantelli Sow. sp.,

- 1. ein grosser Steinkern von 10 cm Durchmesser mit einer ausgesprochen paarigen Knotenreihe;
- 2. ein weiteres gutes Bruchstück mit je einer schwachen Knotenreihe und schwachen Rippen; 3. ein Bruchstück mit kräftigen Rippen wie d'ORIGNY, Pal. française, pl. 104, f. 1.

Turrilites Bergeri BRONG.,

häufig und typisch, 7 Exemplare.

Turrilites Morrisii SHARPE.,

ein typisches Bruchstück von 24 mm Durchmesser bei 15 mm Windungshöhe, links drehend.

Turrilites elegans d'ORB.?,

ein Bruchstück mit zwei mittleren Knotenreihen und dazwischen unterbrochenen Rippen.

Hamites virgulatus BRONG.,

ein kleines Bruchstück.

Hamites maximus Sow.?,

ein Bruchstück von 2 cm Durchmesser.

Nautilus Montmollini PICT. et CAMP.,

ein sicheres und ein fragliches Exemplar.

Belemnopsis minima LISTER? 9 Exemplare.

Inoceramus cf. cuneiformis d'ORB.,

ein Exemplar, dessen grosse Schale weniger gewölbt ist als in d'ORBIGNY, pl. 407, f. 2.

Inoceramus sp. ind.,

ein Exemplar ähnlich *J. concentricus*, jedoch symmetrisch und grosse Schale viel weniger gewölbt, Grenzlinie beider Schalen eben.

c) Säntisdecke.

Säntisgebirge.

Längs des ganzen Nordrandes, d. h. in den Gewölben I und II, ist die Turrilitenschicht durchweg fossilreich ausgebildet und verrät ganz den Typus der Mürtischendecke.

Auch die Überturrilitenschicht scheint überall vorhanden zu sein. Sicher festgestellt habe ich sie zwar nur an zwei Stellen:

a) Am Wänneli-Nordseite, Säntis-West¹⁾, wo sie 1.5 m mächtig ist und normal über der Turrilitenschicht liegt.

b) Am Weg von Tierwies zum Säntisgipfel²⁾, wo sie ebenso das Bindeglied zwischen Turrilitenschicht und Seewerkalk bildet und 1.5 m Mächtigkeit erreicht (Fig. 62).

Da an diesen Stellen von der mittleren Kreide an bis in das Turon kein Unterbruch der Sedimentation stattgefunden hat, ist das Cenoman vollständig vertreten.

Die Mächtigkeit der Turrilitenschicht schwankt überall um 1 m und die Fauna ist, soweit bekannt, durchweg die gleiche³⁾. Doch tritt am Nordrand des westlichen Säntisgebirges, am Kamm (Neuenalpkamm) ein sonst nicht bekannter, für das Unter-cenoman charakteristischer Vertreter hinzu, nämlich *Turrilites Puzosianus*. Rings um den Kamm ist die Turrilitenschicht besonders fossilreich; sie ist hier schon von ARNOLD ESCHER ausgebeutet und von dort PICTET zur Untersuchung vorgelegt worden. Eine Revision der 1905 in „Säntisgebirge“, p. 330, gegebenen Liste hat das folgende ergeben:

Fauna der Turrilitenschicht am Kamm, Säntis-W.

Turrilites Puzosianus d'ORB.

5 typische Exemplare gesammelt, das grösste mit 60 mm Durchmesser der Windung und 31 mm maximaler Windungshöhe. Aus dem mittleren und unteren Teil der Turrilitenschicht.

Turrilites Bergeri BRONG.,

häufig und typisch.

Turrilites sp. nov.?,

ein kleines Bruchstück von zirka 12 mm Windungshöhe, links drehend, ähnlich *T. elegans* var. in PICTET et CAMPECHE, Ste-Croix, pl. 57, f. 8—10, mit 3 deutlichen Knotenreihen.

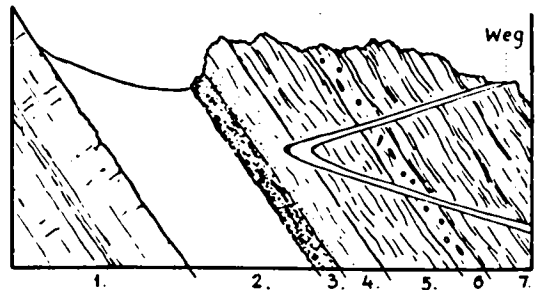


Fig. 62. Albien und Cenoman am Säntis (Weg Tierwies-Säntisgipfel).

- 1 = oberer Schrättalk, Bedoulien (Gargasien und unteres Albien fehlen).
- 2 = oberes Albien, war zur Zeit der Untersuchung (26. Juli 1910) ganz mit Schnee bedeckt, zirka 4 m. Übergang in
- 3 = 1 m Turrilitenschicht; Glauconitkalk mit *Turrilites Bergeri*, *Holaster* etc. Übergang in
- 4 = 1.5 m Überturrilitenbank; dichter Kalk mit spärlichen Glauconitkörnern. Übergang in
- 5 = 3 m unterster Seewerkalk, flaserig.
- 6 = 1 m *Belemnitenbank*, sonst wie 5 (vergl. p. 199).
- 7 = unterer Seewerkalk wie 5, mit *Holaster*.

¹⁾ Vergl. „Säntisgebirge“ 1905, Taf. I, Pr. 5.

²⁾ Vergl. „Säntisgebirge“ 1905, Taf. XXI und XXII.

³⁾ Über Fauna der Turrilitenschicht am Seetalsee vergl. das betreffende Spezialprofil im später folgenden Abschnitt „Mittlere Kreide“.

Turrillites taeniatus Pict. et C.,

ein grosses Bruchstück von 40 mm Durchmesser der äusseren Windung bei 19 mm Höhe derselben.

Desmoceras (Puzosia) gr. Mayoriana d'ORB.,

wahrscheinlich *P. planulata* Sow. sp.; ein grosses Bruchstück mit relativ kleinem Nabel; 27 mm Höhe des Umganges auf 21 mm Dicke.

Hoplites gr. Raulianus d'ORB. (= *Amm. Guersanti* d'ORB.),

ein grosses Bruchstück mit kreisrundem Querschnitt von 23×23 mm, stark evolut, mit relativ schwachen Knoten und Rippen, wie PICTET et CAMPICHE, Ste-Croix, pl. 29, f. 5.

Desmoceras Beudanti BRONG.?,

ein kleines, schlechtes Bruchstück ohne Loben, dessen Form aber genau mit *D. BEUDANTI* übereinstimmt.

Desmoceras (Latidorsella) latidorsatum MICH.?,

ein schlecht erhaltenes Bruchstück.

Desmoceras Parandieri d'ORB.,

Mortoniceras gr. inflatum Sow.,

ein kleines, schönes Bruchstück, mit nahezu quadratischem Querschnitt von 6 mm Breite auf 5 mm Höhe, mit weit abstehenden, kräftigen Rippen, deren sich je zwei zu einem kräftigen Nabelknoten vereinigen; je zwei Knoten nahe am Kiel. Wahrscheinlich die gleiche Form, die JACOB in Etudes 1907, p. 53, Nr. 23, aus seiner Zone VIa beschreibt.

Brancoceras varicosum Sow.,

3 Exemplare; ein kleineres, relativ schmal, mit 27 mm Durchmesser; ein grösseres Bruchstück, relativ dick, mit 11 mm Dicke der Windung auf 10 mm Höhe. Kiel bei beiden schon bei dieser geringen Grösse fast verschwunden. Die Exemplare sind ununterscheidbar von denen der älteren Lochwaldschicht.

Hamites virgulatus BRONG.,

ein schlechtes Bruchstück.

Baculites Gaudini PICTET et C.,

7 Bruchstücke, das grösste mit 18×17 mm Durchmesser.

Nautilus Montmollini,

ein schönes, ziemlich grosses Bruchstück.

Dentalium sp.,

ein Bruchstück mit trompetenförmiger Mündung von 8 mm Durchmesser.

Pleurotomaria Thurmanni PICTET et ROUX,

ein gutes Exemplar, zum Teil mit Schale, 31 mm Durchmesser.

Discoides cylindricus (AG.) LAMARCK (Galerites)

Der eine gute Steinkern, den ich früher als *D. rotula* bestimmt habe, gehört doch eher zu der oben genannten Art.

Trochocyathus conulus FROMENTEL,

ein kleines Exemplar (wie aus der Lochwaldschicht).

Den 1905 erwähnten *Desmoceras Parandieri* d'ORB. habe ich in der Sammlung nicht wieder gefunden. Die durch PICTET et CAMPICHE erwähnten *Douvilléiceras mamillatum* SCHLOTH, *Parahoplites Millelianus* d'ORB., *Stollezkala dispar* d'ORB. und *Scaphites Meriani* Pict. et C. vom Neualpkamm müssen ebenso aus der Turrilitenschicht stammen, da die dortigen älteren und jüngeren Bildungen fossilarm sind.

Mattstockgruppe.

Die Turriliten- und Überturrilitenschichten sind sicher nachgewiesen am Mattstock südwestlich Rah. am Gulmen und von der Durschlägi bis zur Amdenerstrasse. Doch sind sie mit Ausnahme der zuletzt genannten Stelle fossilarm.

Am Ostende des Gulmen, wo der Weg von Auf der Höhe nach dem Schönenboden über die Felsen führt, konnte ich im Juli 1910 folgendes Profil feststellen, von unten:

Knollenschichten. Übergang in

- $\alpha = 1$ m Turrilitenschicht; grünsandiger Kalk mit Grünsandschlieren, ausser *Belemniten* keine Petrefakten gefunden. — Übergang in
- $\beta = 1.5$ m Überturrilitenschicht; relativ kompakte Bank von Seewergestein, das von knorrigen, feinen Nühten durchzogen ist, und im unteren Teil reichlich, im oberen nur vereinzelte intensiv grüne Glauconitkörnchen enthält. — Übergang in
- $\gamma =$ gewöhnlicher Seewerkalk, flaserig, ohne Glauconitkörnchen.

Das beste, im Abschnitt „Mittlere Kreide“ abgebildete Profil bietet die Durchschlägi westlich Amden. Wir finden hier 10 m oberhalb des Weges allmählich aus den Knollenschichten hervorgehend:

- α) 1—1.5 m Turrilitenschicht. Feinkörniger, glauconitischer Kalk, im unteren Teil stark glauconitisch mit Grünsandschlieren, die sich im oberen Teil verlieren. Vorragende Fossilsteinkerne ziemlich häufig, aber doch weit spärlicher als von der Mürtschendecke bis zum Säntisnordrand. *Turrilites Bergeri* BRONG. (6 Exemplare), *Hamites virgulatus* BRONG. (2 Exemplare), *Baculites Gaudini* PICT. et C. (ein Exemplar), *Belemnopsis minima* LIST. häufig. Übergang 0.2 m in
- β) 1—1.5 m Überturrilitenschicht, kompakt, etwas knorrig, hellgrau, dicht, mit spärlichen, einzeln verstreuten, feinen, dunkelgrünen Glauconitkörnchen, aber keine Grünsandschlieren mehr. Bis über eigrosse FeS₂ Knollen. Fauna der Turrilitenschicht verschwunden mit Ausnahme häufiger Belemniten, nach ERNST GANZ *Belemnopsis minima* LIST. und *Belemnopsis ultima* D'ORB.¹⁾ Der Übergang in den gewöhnlichen Seewerkalk vollzieht sich allmählich, indem die Glauconitkörnchen und die Belemniten verschwinden, dunkle tonige Häute auftreten und das Seewergestein völlig dicht wird.

Vom Albien bis zum Turon scheint in der Mattstockgruppe durchweg Kontinuität der Ablagerung vorhanden zu sein.

Westliche und mittlere Churfirsten.

Während die bisher besprochenen Gebiete durch Kontinuität der Ablagerungen vom Albien-grünsand bis zum Seewerkalk ausgezeichnet sind, treten wir jetzt in das Gebiet lokaler Diskontinuitäten der Albien-Cenomangrenze.

Am Selun und in den östlichen Churfirsten scheint der obere Teil der Turrilitenschicht (und oft auch die Überturrilitenbank) verschwunden zu sein.

Am Leistkamm hingegen fehlt vielleicht umgekehrt der unterste Teil des Cenoman, oder wenigstens scheint dieser fossilleer zu sein. Auf dem obersten Teil der Knollenschichten mit *Belemnopsis minima* ruht am Leistkamm in ziemlich scharfer Grenze eine 0.2 m dicke, kompakte Kalkbank von Seewertypus, ohne Tonhäute, mit feinen Glauconitkörnchen, die ihrerseits in den Seewerkalk überführt. Ob diese Bank aber der Überturrilitenschicht (Gänsestad, Durchschlägi) entspricht, ist fraglich, da sie *Turrilites Bergeri* BRONG. und *T. cf. Bergeri* mit stark längsgezogenen, durch Rippen verbundene Knotenreihen enthält²⁾.

Einen weiteren Anhaltspunkt bietet das Profil bei Strichboden am Nordrücken des Selun. Es folgt hier über den Knollenschichten:

0.5 m Turrilitenschicht; dichter bis feinkörniger gelblicher Kalk, reich an feinen, ovalen, dunkelgrünen Glauconitkörnchen von etwa $\frac{1}{8}$ mm, ferner von gröberen Grünsandschlieren durchzogen; nussgrosse FeS₂ Knollen; fossilleer, mit Ausnahme des häufigen *Belemnopsis minima* LIST. — Scharfe, meist klaffende Schichtfuge gegen den hangenden, unteren Seewerkalk, der keine Glauconitkörnchen mehr enthält.

Die 0.5 m mächtige Bank entspricht offenbar der ausser Belemniten und Mikroorganismen fossilleer gewordenen Turrilitenschicht, insbesondere deren unterem und mittlerem Teil. Der obere Teil der Turrilitenschicht und die Überturrilitenbank scheinen verschwunden zu sein.

¹⁾ Trotz wiederholter Versuche gelang es mir nicht, bestimmbare Exemplare aus dem spröden Seewergestein herauszumeisseln, vielleicht weil dort zuvor mein Freund E. GANZ gesammelt hatte.

²⁾ Die genannte Stelle auf der Ostseite des Leistkamms, östlich Punkt 1787, sollte jedoch noch nachgeprüft werden, da meine Notizen von 1903 nicht zuverlässig genug sind.

Am Selungipfel lässt sich ebensowenig eine glauconithaltige Basisbank des Seewerkalkes nachweisen; die scharfe Grenze von Knollenschichten zum Seewerkalk scheint hier ausserdem sekundär zur Rutschfläche geworden zu sein.

Östliche Churfürsten.

Die cenomane Diskontinuität ist noch sehr ausgesprochen in der Gegend der Niederi, des Gamserruggs und der Alp Schlawiz, verschwindet aber von hier an nach Osten.

Nideri.

Hier findet man das Cenoman als flachen Muldenkern besonders gut aufgeschlossen bei Ritsche der Walenseekarte. Der Typus des Selun findet sich hier wieder. Von der Turrilitenschicht, die steril ist, scheint nur die untere Hälfte vorhanden zu sein. Darauf folgt mit meist klaffender, messerscharfer Schichtfuge unmittelbar der untere graue Seewerkalk. Da ich 1906 in diesem keine Glauconitkörner fand, ist anzunehmen, dass die Überturrilitenbank an der genannten Stelle ganz fehlt. Es ist aber wahrscheinlich, dass da oder dort doch noch der oberste, sehr glauconitarme Teil der Überturrilitenbank zu finden wäre. Von besonderer Wichtigkeit ist eine Stelle, wo die Seewerbasis bei sonst normaler, horizontaler Schichtlage in eine Vertiefung von etwa 20 cm in die liegende Turrilitenschicht eingreift. Damit ist ein, wenn auch minimaler Abtrag vor der Ablagerung der Seewerbasis festgestellt.

Um so schwerer verständlich wird aber auf den ersten Blick die Beobachtung, dass unmittelbar neben der scharfen Diskontinuität wieder Übergänge vom Liegenden zum Hangenden innerhalb von 5–10 cm konstatiert werden können.

Gamserrugg.

Auf der Südseite des Gamserruggs lässt sich das folgende Profil klar feststellen, von unten 12¹⁾ = Gault-Knollenschichten. — Übergang in

13 = 0,9 m Turrilitenschicht; glauconitischer Kalk mit Grünsandschlieren, die nach oben verschwinden. Gestein typisch, aber ausser *Belemniten* keine Petrefakten gefunden. — Meist als tiefe, klaffende, relativ glatte Schichtfuge ausgebildete scharfe Grenze und Diskontinuität gegen

14 = 0,4 m Überturrilitenschicht, oberer Teil. Graues, dichtes Seewerkalkgestein mit vereinzelt zerstreuten, feinen, intensiv dunkelgrünen Glauconitkörnern. Keine Makroorganismen, aber massenhaft *Globigerinen*, *Discorbina canaliculata* etc.

1300 m weiter nördlich, bei Gadels, ist das Profil noch kaum verändert. Die Turrilitenschicht ist nicht ganz vollständig; sie enthält ausser massenhaften *Belemnopsis minima* List. auch

Terebratula cf. *Dutempleuna* d'ORB., wovon ein ganzes Exemplar und ein Bruchstück herausgeschlagen werden konnten. Die Form ist kleiner als in der Durchschlägischicht und die Stirnkommissur weniger gefaltet.

Auf der nach oben scharf abgeschnittenen Turrilitenbank folgt mit 0,5 m auch hier die Überturrilitenbank, die ihrerseits wieder in den Seewerkalk überführt.

Schlawiz²⁾.

Gute Aufschlüsse des Cenoman findet man wieder weiter östlich im Bachbett bei Wiesen nordöstlich der Niederi. Die Diskontinuität ist auch hier wieder durch eine scharfe, ziemlich glatte Schichtfuge zwischen der fossilarmen Turrilitenbank und der Überturrilitenbank gezeichnet. Doch zeigt sich hier bereits eine Verminderung des Diskontinuitätsgrades, indem die Turrilitenbank mit 0,9 m vollständig und die Überturrilitenbank mindestens 60 cm mächtig ist. Es fehlt also etwa die untere Hälfte der Überturrilitenbank.

¹⁾ Diese Nummern entsprechen denen des im Abschnitt „Mittlere Kreide“ folgenden Gesamt-Spezialprofils.

²⁾ Auf der Siegfriedkarte 1:25,000 steht Schlewizalp.

Geht man nun dem neuen Weg entlang nach dem Kurhaus Voralp, so ist man überrascht, nordöstlich Stocken, unmittelbar über der N—S verlaufenden Gaultwand, ferner von hier an nördlich bis nach Gamperfin die Turrilitenschicht fossilreich und ganz vom Typus des nördlichen Gebietes wieder zu finden. Sie enthält neben vielen Belemniten häufig *Turrilites Bergeri* BRONG. Die Diskontinuität ist möglicherweise verschwunden oder doch geringer geworden; die derzeitigen Aufschlüsse genügen nicht zu einer sicheren Feststellung. Das Wiedererscheinen der Turriliten, westlich und östlich begleitet von steriler Facies der Turrilitenschicht, macht den Eindruck einer Oase am untercenomanen Meeresgrund. Weiter östlich oder südlich wurden nirgends mehr Turriliten gefunden.

d) Alviergruppe.

Soweit bis jetzt beobachtet, herrscht in der Alviergruppe wieder durchweg Kontinuität vom Albien zum Turon. Die Turriliten- und Überturrilitenschichten sind steril, sonst aber gleich wie im nördlichen Gebiet ausgebildet.

Ich notierte:	Turriliten- schicht	Überturriliten- schicht
Am Sichelkamm bei Gulms und Obernaus . . .	1 m	2 m
Auf der Rosswies bei Sisiz	1 m	1,5 m

3. Gliederung und Verbreitung des Cenoman — die cenomane Denudation.

Das Cenoman des Untersuchungsgebietes ist durchweg dreiteilig und besteht von oben aus:

- γ Unterer Seewerkalk. 7—20 m.
- β Überturrilitenschicht.
- α Turrilitenschicht.

Ob aber der untere Seewerkalk mit *Holaster Trecensis*, *Belemnopsis ultima* und *Terebratulula subrotunda* noch dem Cenoman oder schon dem Unterturon angehört, ist noch nicht sicher gestellt. Die ersten der genannten sind cenomane Arten, die letzte aber weist auf geringeres Alter. Der untere Seewerkalk ist über das ganze Untersuchungsgebiet gleichmässig verbreitet und lässt sich lithologisch vom oberen nicht unterscheiden. Er ist auch bereits im vorangehenden Abschnitt behandelt worden.

Die Überturrilitenschicht fehlt in den mittleren und östlichen Churfürsten. An manchen Stellen scheint auch die Turrilitenschicht angegriffen zu sein, so dass der untere Seewerkalk, nach Ausglättung der Schichten, in Form einer äusserst flachen Mulde die Lücke gleichmässig ausfüllt, die durch das Fehlen der Überturriliten- und eventuell noch der Turrilitenschicht entstanden ist. Diese Mulde hat auf etwa 6 km Breite eine Tiefe von nicht mehr als 2 m. Der Höhenmasstab der Fig. 63 ist 1000 mal übertrieben.

Die Turrilitenschicht ist mit eventueller Ausnahme gewisser Stellen der mittleren und westlichen Churfürsten überall vorhanden. Zu beiden Seiten des anormalen Gebietes der cenomanen Diskontinuität herrscht durchweg Kontinuität der Ablagerungen vom Albien zu den Seewerschichten. Die lithologischen Übergänge vollziehen sich sogar meist so allmählich, dass es schwer hält, auf 1—3 dm genau eine Begrenzung zu ziehen. Aber doch lassen sich die genannten Stufen durchweg voneinander gut unterscheiden.

Die cenomane Diskontinuität kann auf zweierlei Arten erklärt werden:

1. durch Annahme eines Fehlens der betreffenden Schichten durch Nichtabsatz;
2. durch Annahme nachträglicher Denudation.

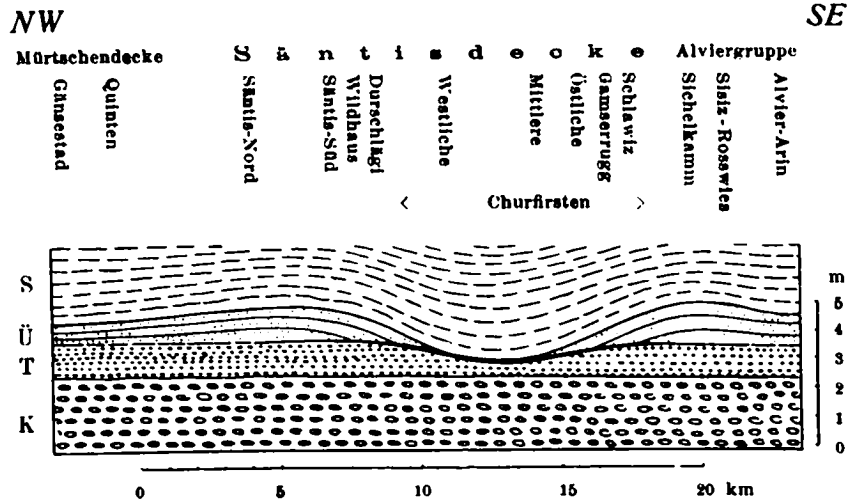


Fig. 63. Die cenomane Diskontinuität, schematisch dargestellt.

K = Knollenschichten. Ü = Überturrilitenschicht.
T = Turrilitenschicht. S = Unterer Seewerkalk.

Nach allem, was ich gesehen, hat die Deutung 2 viel mehr Wahrscheinlichkeit. Denn nirgends erkennt man am Rande der Diskontinuitätszone irgendwelche Faciesveränderung, die auf ein primäres Auskeilen hindeuten würde. Wohl aber kann man am Gamerrugg und bei Schlaviz deutlich sehen, dass über der Diskontinuitätsfläche der obere, aber als solcher unveränderte Teil der Überturrilitenschicht wieder unvermittelt einsetzt.

Nachdem nun die Diskontinuität als Folge cenomaner Denudation erklärt worden ist, fragt es sich noch, welcher Art diese Denudation sei. Eine festländische Erosion lässt sich wohl kaum annehmen, wenn man sich die glatte und flache Diskontinuitätsfläche in ihren natürlichen Dimensionen vorzustellen sucht. Nach meiner Auffassung handelt es sich um eine submarine Denudation, die sich vermutlich längs einer Südwest-Nordost verlaufenden Meerströmung vollzogen hat.

4. Die Überturrilitenschicht.

Benennung.

Bisher wurde die genannte Schicht noch von keinem Geologen genauer untersucht. Einzig BURCKHARDT macht auf eine Bank mit Glauconitkörnern über den Turriliten aufmerksam¹⁾, die er am Nordfuss des Flubrig, auf der Fläschlihöhe entdeckte. Er bezeichnete den „wenige Meter mächtigen Komplex“ als „unteren Seewerkalk“ und zitiert daraus *Belemnites semicanaliculatus* BLV., *B. ultimus* d'ORB. und *B. gracilis* BURCKH. Zweifellos entspricht diese Bank unserer Überturrilitenschicht, die sowohl makroskopisch wie mikroskopisch leicht vom echten, grünsandfreien Seewerkalk unterscheidbar ist.

Abgrenzung.

Ausserhalb der Zone der cenomanen Diskontinuität stets durch Übergänge mit dem Liegenden verknüpft. Wo die Überturrilitenschicht vorhanden ist, findet im Untersuchungsgebiet überall ein Übergang in den hangenden Seewerkalk statt.

Mächtigkeit.

Schwankend zwischen 0 und 2 m, meist 1 bis 1,5 m.

Makro-lithologisches.

Grundgestein wie Seewerkalk, jedoch mit Quarz und Glauconitkörnern; die faserigen Häute des Seewerkalkes sind meist noch nicht ausgesprochen, die Bank relativ kompakt. Die einzelnen zerstreuten Glauconitkörnern lassen sich leicht mit einer starken Lupe auf dem frischen Bruch

¹⁾ C. BURCKHARDT, Klöntal, Beiträge, Liefg. 5 n. F. 1896, p. 86.

des Gesteins erkennen. Sie sind im unteren Teil häufig, im oberen oft ganz vereinzelt. Auch wo keine Fossilien in der liegenden Turrilitenschicht enthalten sind, lässt sich die Überturrilitenbank leicht dadurch erkennen, dass sie zum Unterschied vom echten Seewerkalk Glauconitkörnchen, zum Unterschied der Turrilitenschicht aber keine Grünsandschlieren oder -nester mehr enthält. Diese Eigenschaften sind im untersuchten Gebiet konstant.

Mikro-lithologisches.

Zwei Dünnschliffe, vom Wänneli (vergl. Taf. XVI, Fig. 4) im westlichen Säntis und vom Gänsestad am Walensee zeigen ein völlig übereinstimmendes Bild. Die Facies liegt genau in der Mitte zwischen derjenigen der Turrilitenschicht und der des Seewerkalkes.

I. Kalkgrundsubstanz, dicht, wie Seewerkalk, z. T. bräunlich, vielleicht von oxydiertem, pigmentärem Glauconit, der mit dem Kalk homogen gemischt zu sein scheint.

II. Einsträulinge:

Quarzkörnchen von 0.1 bis 0.2 mm, einzeln zerstreut, eckig, nicht von Kieselorganismen, sondern Sandkörnchen.

Glauconit:

a) In einzelnen, länglichrunden, schön blaugrünen, mikrokristallinen Körnchen von der Grösse der Quarzkörnchen, bis 0.25 mm beobachtet.

b) Ebensolche Körnchen mit Calcitrant, der oft aus schönen, klaren Rhomboëderchen zusammengesetzt ist.

c) Spärliche, braune, isotrope Körnchen von 0.1—0.2 mm.

d) Grüne Körnchen wie a, jedoch mit verschwommenen, farblosen, fast isotropen Partien.

Glauco-Calcitkörnchen. Die gewöhnlichen Glauconitkörnchen a führen über b zu solchen, die hauptsächlich aus farblosem Calcit bestehen, aber im Kern und zwischen den einzelnen Calcitbestandteilen des rundlichen Kornes gewöhnlichen, blaugrünen Glauconit enthalten. (Solche Körner wurden in Fig. 37, p. 127, aus dem Assilinengrünsand abgebildet.)

Calcit tritt in häufigen, grösseren Stäbchen und Prismenschnitten im Dünnschliff auffallend hervor. Jedes einzelne Individuum löscht einheitlich aus. Die Prismen sind zum Unterschied der Echinodermentrümmer kompakt und zeigen keine Maschen. Es sind einzelne Prismen und Prismenbruchstücke von Inoceramenschalen¹⁾.

Mikro-Fauna.

Sie ist reich und entspricht derjenigen des Seewerkalkes, ist jedoch mannigfaltiger. Ich glaube folgende Arten zu erkennen:

Orbulinaria ovalis KAUFM. sp., massenhaft.

Orbulinaria sphaerica KAUFM. sp., häufig.

Globigerina cretacea d'ORB., ziemlich häufig, klein, 0.35 mm.

Globigerina aequilateralis BRADY?, einige Querschnitte wie in EGGER, Seewenerkreide Taf. III, Fig. 23.

Discorbina canaliculata REUSS, Bruchstücke.

Discorbina rudis REUSS, mehrere, wie es scheint typische Quer- und Längsschnitte wie in EGGER, Seewenerkreide Taf. II, Fig. 22, und Taf. III, Fig. 22.

? *Discorbina Michelliana* d'ORB., ein Querschnitt, entsprechend BRADY, Challenger pl. CIV, f. 1—2.

? *Pulvinulina Menardii* d'ORB., einige Querschnitte, die den Abbildungen des Challengerwerkes entsprechen (vergl. Taf. XVI, Fig. 4).

Textularia aciculata d'ORB.?

Miliolina sp. ind., selten;

ferner unsichere Schnitte von *Lagena*, *Nodosaria*, *Rotalia*, Bruchstücke von *Heteropoden*, *Ostracoden*, *Echinodermen*, *Inoceramen*.

¹⁾ Einzelne polygonale Schnitte, die bei gewöhnlichem Lichte von den calcitischen Inoceramenprismen nicht zu unterscheiden sind, erweisen sich als aus Kieselsubstanz bestehend, die manchmal einheitlich auslöscht. Es handelt sich wohl um eine schon vor dem Zerfall entstandene Verkieselung der normal calcitischen Inoceramenschalen.

Makro-Fauna.

Diese ist arm, von den Belemniten abgesehen, die lokal sehr häufig auftreten können, aber nicht durchgehend bezeichnend sind.

Belemnopsis minima¹⁾ d'ORB.

d'ORBIGNY, Pal. française, p. 55, pl. 5, f. 3—9. Nach Bestimmung von ERNST GANZ häufig an der Durschlägi (vergl. p. 213). Sonst besonders aus dem Gault bekannt.

Belemnopsis ultima d'ORB.

SCHLÜTER, Cephalopoden der oberen Deutschen Kreide, Palaeontographica Bd. 24, p. 184, Taf. 52, Fig. 1—5. Nach Bestimmung von E. GANZ häufig an der Durschlägi. Sonst bekannt aus dem tiefsten Cenoman, „Upper Greensand“ und Gault von Folkestone.

Terebratula Sowerbyi HAGENOW? (non *obesa* Sow.).

HAGENOW, Neues Jahrb. f. Min., Geol. und Pal. 1882 (ohne Abbildungen).

SCHLÖENBACH, Brachyopoden d. norddeutschen Cenoman-Bildungen, München 1867, p. 439, Tab. 21, Fig. 7, (vergl. p. 209).

Alter.

Nach den genannten Arten lässt sich das Alter nicht genau feststellen. Neue Funde würden um so wertvoller sein. Dass aber die Überturrilitenschicht dem echten Cenoman angehört, steht trotzdem ausser Frage, da sie allmählich aus der Turrilitenschicht hervorgeht. Es fragt sich wohl nur, ob mittleres Cenoman (Zone des *Amm. Mantelli*) oder oberes Cenoman (Zone des *Acanthoceras rotomagense*) vorliegt.

Facies.

Die Facies nimmt in allen Beziehungen eine Mittelstellung ein zwischen den grünsandigen Turriliten- und den bathyalen Seewerschichten. Ich halte die Ablagerungstiefe für geringer als diejenige des Seewergesteins, aber grösser als die der Turriliten-Fossilbank. Die Foraminiferenschalen sind vielfach zerbrochen (zum Unterschied gegenüber dem Seewerkalk).

Faciesveränderungen

sind kaum merklich, und die Mächtigkeitsveränderungen, wie p. 215 abgeleitet, wohl sekundärer Art. Es zeigt dies, dass die gleichmässigen Ablagerungsbedingungen der Seewerzeit von der Überturrilitenschicht eingeleitet werden.

5. Die Turrilitenschicht

Benennung.

Das Turrilitenniveau wurde früher von den Schweizergeologen allgemein als Gault bezeichnet. BURCKHARDT führte 1896 die Bezeichnung Bergerischichten ein, nach dem bezeichnenden *Turrilites Bergeri* BRONG., und rechnete diese zum Cenoman. Im „Säntisgebirge“ 1905, sowie in neuester Zeit von A. BUXTORF wurde die Bezeichnung Turrilitenschicht gebraucht.

Vertikale Abgrenzung.

Das Liegende bilden stets die Gault-Knollenschichten oder deren knollenfreie Grünsand-Äquivalente, das Hangende stets die Überturrilitenbank, ausgenommen in der Mitte der Zone cenomaner Diskontinuität (Fig. 63). Beidseitig sind normal lithologische Übergänge vorhanden.

¹⁾ C. BURCKHARDT erwähnt aus seinem „unteren Seewerkalk“ auch *Belemnites gracilis* BURCKH. und *B. semicannaliculatus* BLV.

Die Mächtigkeit

wechselt zwischen 0.5 und 1.5 m und beträgt meist 1 m.

Makro-lithologisches.

Die Turrilitenbank ist ein grünsandiger Kalk. Der Grünsand ist nicht mehr so reichlich wie im Liegenden, aber bedeutend reichlicher als im Hangenden. Innerhalb der Turrilitenbank selbst nimmt der Grünsandgehalt nach oben ab. Zum Unterschied der Überturrilitenschicht finden sich hier noch die bezeichnenden schlierenartigen Anreicherungen des Grünsandes im Kalk, der aber auch selbst gleichnässiger zerstreute Glauconit- und Quarzkörnchen enthält. Nur im unteren Teil kommt es gelegentlich zur Bildung von Kalkknollen, indem die Grünsandschlieren in der Facies der Knollenschichten das nach oben mehr und mehr kalkig werdende Gestein noch beherrschen. So vermittelt die Turrilitenbank den Übergang von der vorherrschend grünsandigen Gaultfacies zur Kalkfacies und leitet die Oberkreidebildung ein. In dieser Übergangszone, d. h. an der Basis der Turrilitenschicht setzen die Turriliten ein, überhaupt erscheint mit einem Male die obercretacische Fauna.

Mikro-lithologisches (vergl. Taf. XVI, Fig. 5).

Grundsubstanz, dichter Kalk vom Seewertypus mit häufigen Foraminiferen.

Einstreulinge, schlierenförmig angereichert zwischen fast reinen Kalkfasern oder gleichmässig zerstreut:

Quarzsandkörnchen, glasklar, scharfeckig, durchschnittlich 0.15, höchstens 0.3 mm, bilden $\frac{2}{3}$ — $\frac{3}{4}$ der Einstreulinge.

Glauconitkörnchen in gleicher Grösse, eckig, nicht Foraminiferensteinkerne.

a) blaugrün, mikrokristallin;

b) braune, isotrope Körner bis 0.3 mm, ziemlich häufig, zirka $\frac{1}{4}$ der grünen; auch solche mit braunem Rand um den grünen Kern.

Calcit- und Glauco-Calcitkörner häufig. Körner mit randlichen Calcit-rhomboëderchen, die gegen den Glauconitkern einspringen, auch Glauconitkörner mit Einschlüssen von Calcit-rhomboëdern in der Mitte, sowie reine Calcitkörner ohne Glauconit von gleicher Grösse.

Der lithologische Unterschied der Turriliten- von der Überturrilitenschicht ist also weniger qualitativ als quantitativ und besteht lediglich darin, dass in der Turrilitenschicht viel reichlicher Quarz- und Glauconitkörner eingestreut sind als im Hangenden (Taf. XVI).

Die Mikro-Fauna

ist nicht so gut erhalten wie in den Seewerschichten. die Schälchen vielfach zwischen den klastischen Bestandteilen zerdrückt oder zersetzt. Wir finden wieder die gleichen Arten (Taf. XVI, Fig. 5).

Orbulinaria ovalis KAUFM. sp., sehr häufig.

Orbulinaria sphaerica KAUFM. sp., nicht selten.

Globigerina cretacea d'ORB., ziemlich häufig.

Globigerina aequilateralis BRADY? Querschnitte wie in EGGER, Seewenerkreide, Taf. II, Fig. 23.

Globigerina cf. *bulloides* d'ORB., selten.

Textularia sp.

Discorbina biconcava PARKER und JONES?, ein schmaler Querschnitt.

Millolina sp. mit braunen Kammerwänden, vereinzelt, scheint aber doch häufiger als in der Überturrilitenschicht zu sein.

Ferner spärliche Bruchstücke von *Echinodermen* und häufige Prismen und Prismenbruchstücke von *Inoceramenschalen*.

Wir sehen also, dass die Seewerkalkgrundsubstanz mit ihrer Seewer-Mikrofauna schon in der Turrilitenschicht vorhanden ist. Auch das Verhältnis von Benthos zu Plankton und das weite Überwiegen des ersteren erinnert an die Seewerfacies.

Die Makro-Fauna

ist im ursprünglich nordwestlichen Faciesgebiet sehr reich, insbesondere an Cephalopoden.

Makro-Fauna der Turrilitenschicht.

Die fetten Zahlen bedeuten die Anzahl der gefundenen Exemplare; die kleinen Zahlen darunter verweisen auf die Seite, auf der die betreffende Art genannt und beschrieben ist. h = häufig, + = Zahl der gefundenen Exemplare unbekannt.

	Mürtschen- decke		Filifalte	Säntisdecke				Sonstiges Niveau, Zonen nach Jacob
	Bettli- Gänsestad	Quinten		Säntis-N. Sozialpsee	Säntis-W. Kamm	Durschlag	Gamserrugg- Schlawitz	
Belemnites (Belemnopsis) minimus LISTER.	h	+ 210	h 210	+		h 213		III—VI ^a
Nautilus Montmollini PICTET et CAMP. PICTET et CAMPICHE, Sainte-Croix, p. 147, pl. XVIII, f. 4—6.		+ 210	1 211	+	1 212			V—VI ^b
Desmoceras Beudanti BRONG.? d'ORBIGNY, Pal. franç., pl. 33, f. 1—3. JACOB, Mém. Soc. géol. Fr., Pal. n° 38, 1907, p. 24.					1 212			IV—VI
Desmoceras (Latidorsella) latidorsatum MICH. sp. JACOB, Mém. Soc. géol. France, n° 38, 1907, p. 38, pl. XV.		2 210			1 ! 212			IV—V bis Cénomaniens
Desmoceras (Puzosia) planulata Sow.? BAYLE, Explic. carte géol. France, pl. 46, f. 1. JACOB, Mém. Soc. géol. France, 1907, p. 38.					1 212			VI ^b
Desmoceras Parandieri d'ORB.? d'ORBIGNY, Pal. française, pl. 38, f. 7—9.					1 212			IV—VI ^a
Hoplites gr. Raulianus d'ORB. sp. PICTET et CAMPICHE, Sainte-Croix, p. 226, pl. 29.					1 212			Gault nach ORB. und PICTET
Douvilléceras mamillatum SCHLOTH., nach PICTET et CAMPICHE, Sainte-Croix. d'ORBIGNY, Pal. française, p. 249, pl. 72—73.					+ 212			IV—V
Douvilléceras Mantelli Sow. SOWERBY, Min. Conch. I, p. 119, pl. 55. d'ORBIGNY, Pal. française, pl. 104 non 103.	3 209	1 210	4 210	+ ?				VII—VIII
Stoliczkaia dispar. d'ORB., nach PICTET et CAMP. d'ORBIGNY, Pal. franç., t. I, p. 142, pl. 45, f. 1—2.					+ 212			VI ^b
Parahoplites Milletianus d'ORB., nach PICTET et C. d'ORBIGNY, Pal. franç., t. I, p. 263, pl. 87.					+ 212			III—VI ^a
Schloenbachia varians BRONG. sp. d'ORBIGNY, Pal. franç., pl. 92, f. 3—6 non 1—2.	1 209				+ 212			VIII!

	Närschen- decke		Flufalte	Säntisdecke				Sonstiges Niveau, Zonen nach Jacob
	Bettis- Gänsstad	Quinten		Säntis-N. Seealpece	Säntis-W. Kamm	Durschlägi	Gamserrugg- Schlawiz	
Schloenbachia Coupei BRONG. = weiblicher <i>Amm. varians</i> nach d'ORBIGNY, Pal. franç., pl. 92, f. 1—2 non 3—6.	1 209							VIII!
Mortoniceras cf. inflatum Sow. SOWERBY, Min. Conch., pl. 178; non <i>Amm. inflatus</i> in PICTET grès verts, pl. X, f. 1—2. Be- schrieben in JACOB, Etudes 1907, p. 53, n° 23.					1 212			VIa
Brancoceras variosum Sow. sp. SOWERBY, Min. Conch., pl. 451, f. 4—5; genau gleiche Form wie an der Basis der Knollen- schichten Zone VIa.		? 210			3 212			VIa!
Scaphites Meriani PICTET et CAMP., nach PICTET et CAMP., Sainte-Croix.					+			Grès vert sup.
Turrillites Bergeri BRONG. PICTET et CAMPICHE, Sainte-Croix 2, p. 134, pl. LVIII, f. 1—5.	h 209	16 210	h 210	+	h 211	6 213	+	VIIb!
Turrillites cf. Bergeri.	1 209							
Turrillites Puzosianus d'ORB. PICTET et CAMPICHE, Sainte-Croix, p. 139, pl. LIX, f. 3—6.					5 211			VIIb Cenoman
Turrillites Morrisii SHARPE. SCHLÖTER, Ceph. der deutschen Kreide, Palaeontographica. Band 24, 1876—77, p. 134, Taf. 38, Fig. 10.	2 209		1 210					Cenoman
Turrillites taeniatus PICT. et C. PICTET et CAMPICHE, Sainte-Croix, pl. 59, f. 1—2.					1 212			Grès vert sup.
Turrillites sp. links drehend, cf. <i>elegans</i> var. in PICTET et CAMP., Sainte-Croix, pl. LVII, f. 8—10.					1 212			
Turrillites elegans d'ORB.? PICTET et CAMPICHE, Sainte-Croix, p. 125, pl. 56, f. 9—10.			1 210					

	Hirtschendecke		Flufalte	Säntisdecke				Sonstiges Niveau, Zonen nach Jacob
	Hollis-Günststadt	Quinten		Säntis-N Seealpsee	Säntis-W. Kamm	Dürschlag	Gamserrugg-Schlawitz	
Hamites virgulatus BRONG. Pictet et Roux, grès verts, pl. 14, f. 7—10.			1 210		1 212	2 213		IV—V VIa
Hamites maximus Sow.? SOWERBY, Min. Conch., p. 532, pl. 62, f. 1.			1 210					
Baculites Gaudini Pict. et C. Pictet et Campiche, Sainte-Croix, pl. 112, pl. 55, f. 5—11.		4 210			7 212	1 213		Grès vert sup.
Dentalium sp. ind.					1 212			
Pleurotomaria Thurmanni Pict. et R. Pictet et Roux, grès verts, p. 94, pl. 22, f. 1a—f.					1 212			Gault sup.
Inoceramus concentricus PARK. Pictet et Roux, grès verts, pl. 42, f. 2.	1 209							V
Inoceramus sp. ind.			1 211					
Inoceramus cf. cuneiformis d'ORB. d'ORBIGNY, Pal. française, pl. 407.			1 211					Cenoman
Discoides cylindricus (AG.) LAMARCK (<i>Galerites</i>). AGASSIZ, Echin. foss. suisse, I ^{re} partie, p. 92, Tab. 6, f. 13—15. DESOR, Synopsis, pl. XXIV, f. 9—14. DE LORIO, Echin. Crét. suisse 1873, pl. XIII, f. 13 (non 14).	1 209				1 212			VIb
Holaster laevis (DE LUC) AGASSIZ. DE LORIO, Echin. crét. suisse 1873, p. 319, pl. XXVII, f. 1—5.	1 209							IV—VIa rare, VIb commun
Terebratula cf. Dutempleana d'ORB. d'ORBIGNY, Pal. française, p. 93, pl. 511, f. 1—5 (non 6—7).							2 214	IV—V
Trochocyathus conulus FROMENTEL. Mich. Iconographie zoophytologique 1840 bis 1847, p. 1, pl. I, f. 12.					1 212			

Faunencharakter und Alter.

Es ist bekannt, dass die Turrilitenschicht sowohl Arten des Albien, als auch solche des Cenoman enthält, also auch palaeontologisch den Übergang von der mittleren zur oberen Kreide vermittelt. JACOB rechnet die Turrilitenschicht zu seiner Zone VIb mit *Mortoniceras inflatum* und damit zum Albien, während sie von den Schweizergeologen seit C. BURCKHARDTS Arbeit von 1896 an die Basis der oberen Kreide gestellt wird. Dementsprechend ordnet auch E. HAUG in seinem „Traité de Géologie“ 1910 die Zone VIb JACOBS zum Cenoman.

Dass in der Turrilitenschicht Vertreter der Zone VIb mit *Turrilites Bergeri* vorhanden seien, kann nicht bezweifelt werden. *Turrilites Bergeri* ist der häufigste aller Turriliten, ja, von Belemniten abgesehen, der häufigste Cephalopode der Turrilitenschicht. Als gleichwertiges und gleichstufiges Leitfossil wird aber von den französischen Autoritäten auch *Mortoniceras inflatum* bezeichnet (vergl. pag. 148). Diesen Ammoniten haben wir nun in der Turrilitenschicht bisher noch nirgends typisch gefunden, wohl aber in der 15—25 m tieferen Lochwaldschicht des Albien. Die beiden Zonencephalopoden, die beieinander liegen sollten, sind also in den östlichen Schweizeralpen in zwei verschiedene Horizonte gespalten. *Turrilites Bergeri* wurde nur oben und der typische *Mortoniceras inflatum* nur unten gefunden.

Es treten aber auch in der Turrilitenschicht Leitfossilien höherer, echt cenomaner, ja obercenomaner Horizonte auf, und zwar vor allen *Douvilléceras* Gruppe *Mantelli* Sow., nach HAUG das wichtigste Zonenfossil des mittleren Cenoman, ferner *Schloenbachia varians* und *Coupei*, die nach JACOB für seine Zone VIII, d. h. zwei Zonen höher als *Turrilites Bergeri*, leitend sein sollten. *Ammonites varians*, *Coupei* und *Mantelli* werden von SCHLÖTER¹⁾ aus dem deutschen unteren Pläner erwähnt, den man allgemein als Cenoman betrachtet, und zwar aus dem unteren und besonders oberen cenomanen Pläner. Die Turriliten des deutschen Untercentoman, nämlich *T. Essensis*, *Scheuchzerianus*, *costatus* fehlen unserer Turrilitenschicht, während unser *Turrilites Puzosianus* des westlichen Säntis dort im unteren Pläner II, d. h. im Mittel- oder Obercentoman mit *Ammonites varians*, *Coupei*, *Mantelli* und *rotomagensis* zusammen auftritt.

Es kommt eine weitere wichtige Art hinzu, die bisher aus der schweizerischen Turrilitenschicht noch nicht erwähnt wurde, aber nicht nur am Walensee, sondern auch in der Turrilitenschicht am Kistenpass (autochthon) neben *Turrilites Bergeri*, *Schloenbachia varians*, *Coupei* und *Douvilléceras Mantelli* gefunden wurde, nämlich *Turrilites Morrisii*²⁾. Auch diese Art ist eine rein cenomane und wird von SCHLÖTER aus den Variansschichten und dem mittleren Cenoman erwähnt.

Schliesslich spricht auch das tiefe Auftreten des *Mortoniceras inflatum* in den östlichen Schweizeralpen dafür, dass die Turrilitenbank bereits einer höheren, cenomanen Zone zugezählt werden dürfte³⁾.

Schien bisher, insbesondere nach JACOB, die Zonenstellung der Turrilitenschicht endgültig sicher gestellt zu sein, so müssen jetzt die Fragen aufgestellt werden:

1. ob diese nicht einem höheren Horizonte als der Zone des *Mortoniceras inflatum*, und zwar der Zone des *Ammonites Mantelli* oder dem Mittelcentoman angehöre, oder
2. ob die Turrilitenschicht zwei Zonen in sich vereinigt repräsentiere, nämlich die Zone des *Ammonites inflatum* und *Mantelli*.

Sicher ist durch die Spezialprofile festgestellt, dass innerhalb der Turrilitenbank im Untersuchungsbereich nur eine Fauna auftritt und eine Zweiteilung nach den Cephalopoden in der Natur nicht vorgenommen werden kann.

¹⁾ SCHLÖTER, Cephalopoden der deutschen Kreide, Palaeontographica, Bd. 24, 1876—1877.

²⁾ Vergl. ARNOLD HEIM, Stratigraphie der autochthonen Kreide etc. am Kistenpass, Beiträge, Lfg. 24 n. F., 1910, p. 34. Die Bestimmung der schlechten Bruchstücke des „*Turrilites tuberculatus*“ vom Kistenpass muss gestrichen werden. Der Vergleich mit besseren vom Walensee hat ergeben, dass es sich auch dort um *Turrilites Morrisii* handelt.

³⁾ Allerdings ist hier zu bedenken, dass auch nach JACOB und HAUG *Mortoniceras inflatum* vereinzelt bereits schon in einer tieferen Zone als die des *Turrilites Bergeri*, der Zone des *Mortoniceras Hugardianum* auftritt.

Von Leitfossilien des echten Cenoman (über der Inflatuszone) haben wir in den Turrilitenschichten der östlichen Schweizeralpen folgende Arten gefunden:

Schloenbachia varians BRONG., *Schloenbachia Coupei* BRONG., *Douvillicerias Mantelli* SOW., *Turrilites Puzosianus* d'ORB. und *Turrilites Morrisii* SHARPE.

Nach diesen palaeontologischen Befunden, mit denen das lithologische Ergebnis des ersten Auftretens von Seewerfacies als Grundsubstanz der Turrilitenschicht harmoniert, scheint es gerechtfertigt, ja notwendig, die Turrilitenschicht dem Cenoman und damit der Oberkreide zuzuweisen.

Facies.

Trotz der reichen Fauna lässt sich wenig Bestimmtes über die Ablagerungstiefe der Turrilitenschicht ermitteln. Die reichliche Sandbeimengung spricht wie der Glauconit für Entstehung in nicht allzu grosser Ferne einer Küste, die vermutlich im Norden zu suchen wäre. Dementsprechend sehen wir auch im nordwestlichen Faciesgebiet die Turrilitenschicht durchweg fossilreich entwickelt; am Calanda schwillt auch die Mächtigkeit bedeutend an. Grobe Quarzkörner wurden nirgends gefunden; es handelt sich um eine vermutlich durch langsame Strömungen erfolgte gleichmässige Verbreitung des feinen Sandes an relativ ebenem Meeresgrund. Die Tiefe hat vermutlich im allgemeinen nach Südosten zugenommen, da dort die reiche Fauna verschwindet. Ich nehme an, dass die fossilreiche Turrilitenschicht in einer Tiefe von 100—300 m abgelagert worden sei. Die Cephalopoden müssen an Ort und Stelle am Meeresgrund gelebt haben, da sie im nordwestlichen Faciesgebiet massenhaft und gleichmässig in jedem Profil wiederkehren und von mir nirgends gerollte Steinkerne konstatiert werden konnten.

Faciesveränderungen.

In lithologischer Hinsicht bleibt sich die Turrilitenschicht über das ganze untersuchte Gebiet, von den unteren helvetischen Decken bis zum Alvier so konstant, dass im Handstück kaum ein Unterschied konstatiert werden könnte. Auch hinsichtlich der Mächtigkeiten sind keine grösseren Veränderungen ersichtlich (lokale Anschwellungen, wie etwa am Calanda, mögen auf lokale Unregelmässigkeiten, vielleicht Vertiefungen im damaligen Meeresgrund zurückzuführen sein).

Wohl aber sind fossilreiche und fossilarme Gebiete in auffälliger Weise unterschieden. Wir können zwei Hauptgebiete unterscheiden:

- I. Die nordwestliche Zone, vom autochthonen Gebirge durch die unteren helvetischen Decken und noch durch den nordwestlichen Teil der Säntisdecke hindurch bis zu den südlichen Säntisketten und der Gegend von Amden.
- II. Die südöstliche Zone, von der Linie Säntis-Süd-Gulmen-Amden an südöstlich, d. h. durch die Churfürsten- und Alviergruppe hindurch, mit Ausnahme der auf pag. 215 beschriebenen Oase von Schlawiz-Gamperfin¹⁾.

Es scheint, dass zwischen beiden Zonen ein sehr allmählicher Übergang stattfindet und die Turriliten allmählich verschwinden, bis allein noch Belemniten übrig bleiben.

Bemerkungen zur Walenseekarte.

Die Turrilitenschicht ist durch rote Punkte im Seewergrün bezeichnet, aber nur dort angegeben, wo ausser *Belemniten* auch noch andere Cephalopoden, insbesondere *Turrilites Bergeri* auftreten. Auf der Strecke von der Durschlägi bis zur Amdenerstrasse zwischen Ebnet und Forten fand ich 1910 auch noch *Turriliten*, so dass hier an der Gault-Seewergrenze im Grünen auch noch eine Reihe roter Punkte zugesetzt werden sollten.

¹⁾ Eventuell auch noch mit Ausnahme der westlichen Churfürsten (Leistkamm).

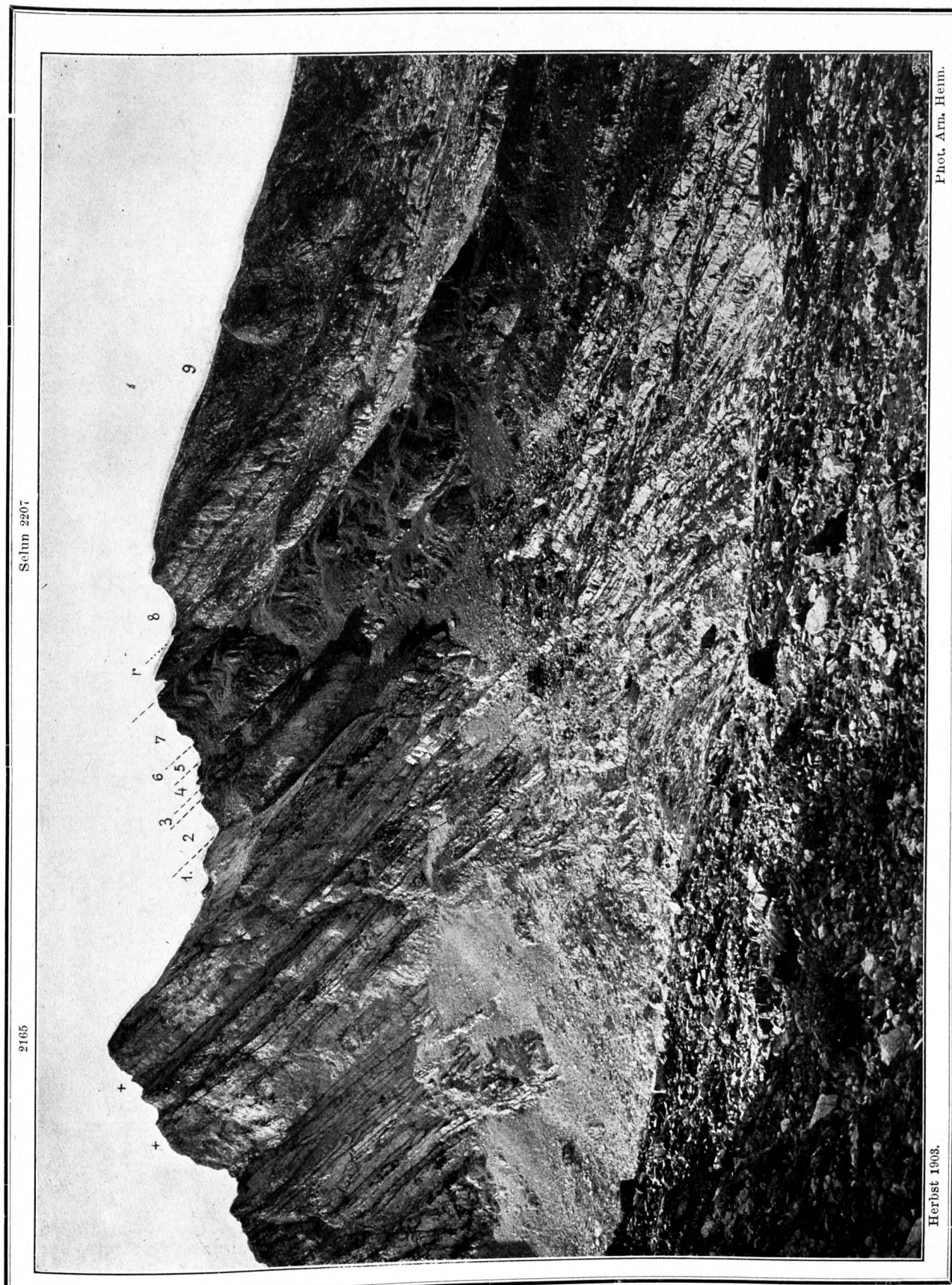


Fig. 64. Die mittlere Kreide auf der Ostseite des Selun.

Bedoulien 1 = oberer Schrattekalk.
Gargasien 2 = Bränschichten, Glauconitsandstein und Echinodermenbreccie.
zirka 20 m.
Albien { 3 = Unteres Albien, Niedererschichten, einige Meter.
4 = Flubrigschichten, mergelig } mittleres Albien, zirka 14 m.
5 = Twirrenschichten

Albien { 6 = Lochwald-Fossilschicht, 1 m.
7 = Knollenschichten, 24 m.
Cenoman 8 = unterer Seewerkalk mit r = 1 m rotes Band zirka 10 m
über dem Gault, entsprechend Strichboden Schicht 16.
Turon 9 = oberer Seewerkalk.
+ = *Orbitolina lenticularis* d'Orb., im Schrattekalk.

Mittlere Kreide.

Allgemeines.

Die mittlere Kreide tritt als dunkles Band zwischen dem hell blaugrauen Schrattenkalk und dem hell gelblichen Seewerkalk schon aus der Ferne deutlich hervor (Taf. I. und Fig. 64). Sie ist fast durch die ganze Mächtigkeit hindurch und nach oben noch wenig darüber hinaus durch dominierendes Auftreten grünsandiger Bildungen ausgezeichnet. Die grösste Mächtigkeit und schönste Gliederung erreicht die mittlere Kreide in den hohen Churfürsten und der Alviergruppe, wo sie bis gegen 100 m anschwillt. Dabei entfallen etwa gleiche Teile auf das Albien und Gargasien. Auch wenn beide im allgemeinen durch Übergänge miteinander verknüpft sind, so lässt sich die Grenze doch stets deutlich am oberen Rand der Brisi-Echinodermenbreccie erkennen. Diese Auffassung setzt allerdings voraus, dass das Niveau von Clansayes mit *Douvilléceras nodosocostatum* (mit HAUG 1910, aber entgegen JACOB 1907) noch zum Gargasien gerechnet werde.

In Anlehnung an CH. JACOB und E. HAUG wird die folgende Stufen- und Zoneneinteilung angewandt:

	Zone d. <i>Mortonicer</i> <i>Hugardianum</i> d'ORB.	Zone VI a nach JACOB
Albien	" " <i>Hoplites dentatus</i> Sow.	" V " "
	" " <i>Hoplites (Leymeriella) tardefurcatus</i> LEYM.	" IV " "
	" " <i>Douvilléceras nodosocostatum</i> d'ORB.	" III " "
Gargasien	" " { <i>Douvilléceras subnodosocostatum</i> SINZOW	" II b " "
	" " { <i>Oppelia Nisus</i> d'ORB. und <i>Hoplites furcatus</i> Sow.	" II a " "

Sowohl von JACOB wie von HAUG werden als unteres Gargasien die zwei unten eingeklammerten Ammonitenzonen getrennt übereinander gesetzt. Auf Grund einer kritischen Untersuchung des Luiterezuges im Engelbergertal, wo der Typus der Zone mit *Douvilléceras subnodosocostatum* aufgestellt wurde, bin ich zu der Ansicht gelangt, dass diese aus vergleichend lithologischen Gründen nicht wohl über die Zone der *Oppelia Nisus* gesetzt werden kann¹⁾. Auch ERNST GANZ²⁾ ist zum gleichen Resultat gelangt. Infolgedessen habe ich diese Zonen oben in eine Klammer eingefasst.

Übersicht.

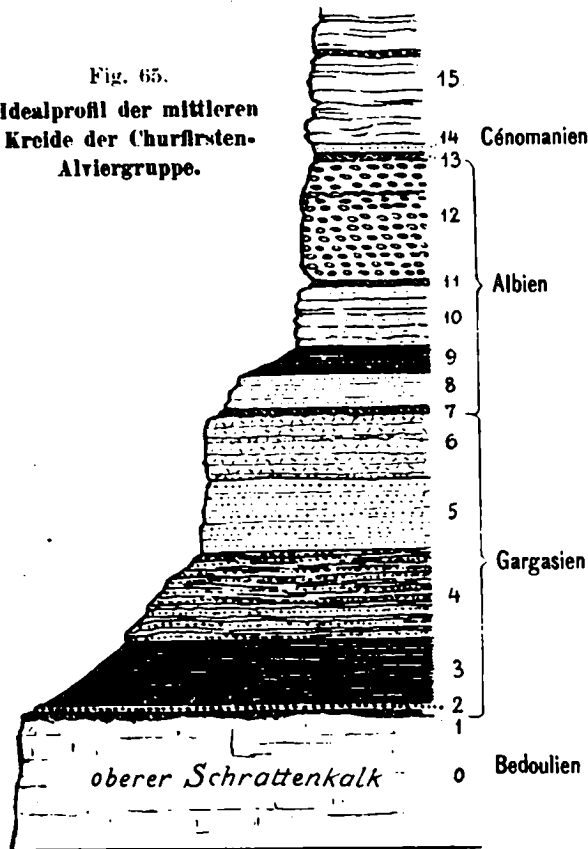
Die Sedimente der mittleren Kreide lassen sich in folgende Hauptgruppen zerlegen, von oben:

Albien	12. Knollenschichten (ARN. HEIM, Säntisgebirge 1905).	
	11. Lochwaldschicht (?), Fossilschicht an der Basis der Knollenschichten (JACOB et TOBLER 1906).	
	10. Twirrenschichten (ERNST GANZ in litt.).	
	9. Flubrigschichten (ERNST GANZ in litt.).	
	8. Niederschichten, Niederi-Glaconitsandstein oder Niederiquarzit (neuer Name).	
	7. Durchschlägischichten (ARN. HEIM, B. S. G. F. 1909).	
	6. Echinodermenbreccie oder Brisibreccie	} Brisischichten (ARN. HEIM, B. S. G. F. 1909).
Gargasien	5. Glaconitsandstein oder Brisisandstein	
	4. Gamerschichten oder Gamser-Glaconitsandstein (neuer Name).	
	3. Luitereemergel (ARN. HEIM, B. S. G. F. 1909)	} Luitereschichten JACOB et TOBLER 1906 und ARN. HEIM 1909.
	2. Basis-Grünsandbank (vielleicht nur lokal)	
	1. Luitere-Fossilschicht(?), obere, grünsandige Schrattengrenze	

¹⁾ Crétacique moyen des Alpes Suisses, B. S. G. F. 1909, p. 101—127.

²⁾ Persönliche Mitteilungen.

Fig. 65.
Idealprofil der mittleren
Kreide der Churfürsten-
Alviergruppe.



15 == unterer Seewerkalk
14 == Überturrilitenschicht
13 == Turrilitenschicht } Cénoman

heitlichen Nummerierung der Schichten in den Spezialprofilen abzusehen. Jedes Profil ist so objektiv als möglich notiert und vorerst für sich zu betrachten; die Nummern von einem zum anderen entsprechen sich nicht. Es wird eine Aufgabe für später bleiben, die entsprechenden Schichten zu ordnen und jede Schichtabteilung für sich durch das ganze Untersuchungsgebiet hindurch zu verfolgen.

Spezialprofile.

a) Mürtischendecke.

Gänsestad.

An der Strasse unmittelbar am Nordufer des Walensees ist die mittlere Kreide samt ihrem Liegenden und Hangenden in vollkommener Weise, zum grossen Teil durch Steinbrüche aufgeschlossen. Die Schichtfolge zeigt normale Mächtigkeit und fällt ruhig flach nach NW. Fig. 66, die ich meinem Vater verdanke, zeigt die Ausdehnung und Lage der Aufschlüsse.

Eine Übersicht über die Schichtfolge gibt das Profil Fig. 67 mit dazugehörigem Text.

Die einzelnen Schichtabteilungen und Versteinerungen bedürfen noch einer eingehenderen Behandlung.

Das obere Albien (es in Fig. 67).

Während sonst das Liegende der Turrilitenschicht von den typischen Knollenschichten gebildet wird, sind diese in ihrem oberen Teil in Form eines vollkommen massigen, klingend harten und

Zu dieser Einteilung muss hinzugefügt werden, dass die stratigraphische Lage der Niederischen nicht ganz sicher festgestellt ist. Mein Freund ERNST GANZ, dessen Untersuchungen über die mittlere Kreide des Drusberggebietes noch nicht erschienen sind, teilte mir die Ansicht mit, dass die Durschlägi-Fossilschicht über den Niederischen folge. Erneute Untersuchungen in den östlichen Churfürsten und der Alviergruppe im Sommer 1910 haben mich aber gelehrt, dass bei Naus am Sichelkamm die Niederische über einer Fossilschicht auftritt, die in allen Beziehungen mit der Durschlägifossilschicht übereinstimmt. Der Niederisandstein scheint mir nur eine Facies zu sein, die von untenher die Flubrig- und Twirrenschichten ganz verdrängen und das gesamte untere und mittlere Albien ersetzen kann.

Im Gebiete von Wildhaus bis Amden ist die Schichtfolge bedeutend vereinfacht, indem eine Lochwaldfossilschicht hier nicht entwickelt ist und das untere Gargasien mit event. Ausnahme der Luiterefossilschicht fehlt.

Nach der Behandlung der Spezialprofile wird sich Gelegenheit bieten, auf die einleitend gestreiften Fragen ausführlich zurückzukommen.

Gerade die erwähnten Schwierigkeiten sind es, die mich bewogen haben, von einer ein-

äusserst zähen Grünsandsteines von 2.7 m Mächtigkeit ohne Kalkknollen ausgebildet. Das Gestein wird als Baustein verwendet; es ist dunkelgrün, feinkörnig, springt muschelrig, wittert wie Hauterivien-Kieselkalk fleckig, schwarz, blaugrau und rostig an. Nach unten stellen sich die typischen Kalkknollen und knolligen Kalkbänke ein, die den Übergang der sogen. Concentricusschichten in den massigen Grünsandstein vermitteln. In dieser Übergangszone fehlt jede Spur einer Petrefaktenschicht, wie sie als Lochwaldschicht für die oberen helvetischen Decken so bezeichnend ist.

Das mittlere Albien, Flubrig-Twirrenschichten (e_{3-4} in Fig. 67).

Diese Gruppe besteht aus kalkigem, schieferigem Grünsand mit bis 20 cm dicken Bänken von inwendig feinkörnigem Kalk mit viel feinsten Glauconitkörnern. Im oberen Teil werden die Kalkbänke unregelmässig knollig; im unteren Teil sind sie eben, aber nicht scharf vom Nebengestein abgetrennt. Petrefakten sind selten; ich fand nur einzelne Bruchstücke von *Austernschalen* und winzig kleine *Belemniten*.

Die unterste Lage e_3 , aus mergelig-schieferigem Grünsand bestehend, hat ebenso keine Petrefakten geliefert. Ich vermute in ihr das Äquivalent der Flubrigschichten (GANZ), während der obere Teil (e_4) wenigstens teilweise sicher den Twirrenschichten (GANZ) entspricht.

Die Basisbildung des Albien.

Die auffallende Basisbildung des Albien ist 0.2—0.6 m mächtig und besteht aus feinkörnigem, kalkigem, dunkelm, knolligem Grünsand mit (besonders im unteren Teil) massenhaft erbsen- bis eigrossen phosphorischen Knollen, die sich zum Teil als unbestimmbare Petrefaktensteinkerne erkennen lassen, zum Teil schwarz und dicht, zum Teil körnig sind und Mikro-Organismen enthalten. FeS₂ reichlich. Die Schicht greift in bis über 1.5 m tiefen Schloten in die liegenden Kalke des Aptien hinab. An der in Fig. 68 gezeichneten Stelle ist der Schlot auch noch tektonisch an seinen Wänden etwas geglättet, doch kann über die primäre Anlage der verschiedenen Schlote am Gänse-

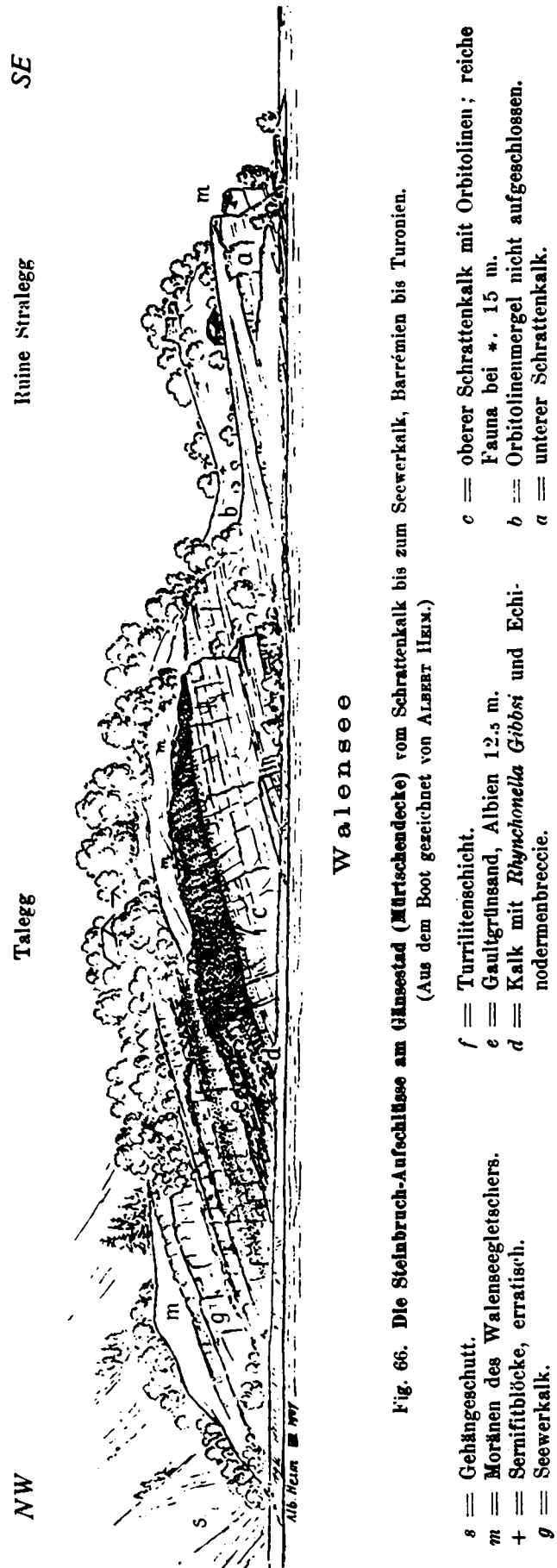


Fig. 66. Die Steinbruch-Aufschlüsse am Gänsestad (Mürschendecke) vom Schrattenkalk bis zum Seewerkalk, Barrémien bis Turonien. (Aus dem Boot gezeichnet von ALBERT HEIM.)

- Albien 12.5 m
- $e_5 = 2.7$ m massiger Grünsand, feinkörnig, dunkelgrün.
 - $e_4 = 1-2$ m schieferiger Grünsand mit Kalkknollen und knolligen Bänken (Knollenschichten), mit Bruchstücken von Austernschalen und kleinsten Belemniten.
 - $e_3 = 7$ m schieferig-knolliger Grünsand mit glauconitischen Kalklagen.
 - $e_2 = 0.7$ m mergelige Grünsandlage, hellgrün. — Übergang
 - $e_1 = 0.2-0.3$ m feinkörniger Grünsand mit schwarzen, phosphoritischen Knollen, voll unkenntlicher Petrefaktensteinkerne, greift in Schloten bis 2 m in das Liegende hinab. *Inoceramus concentricus* PARK., *Belemnites*. — Diskontinuität.
- Aptien
- $d_5 = 0.2-0.3$ m grobspätiger, dunkelgrauer Echinodermenkalk (ähnlich Schrattenkalk), mit massenhaft *Rhynchonella Gibbsi* Sow. — Übergang
 - $d_3 = 0.8$ m grobkörnige, massige, zähe Echinodermenbreccie, reinstes Echinodermengestein des Gebietes, auf frischem Bruch hellgrau, glitzernd, mit einzelnen *Austernschalen* und vielen Bruchstücken von *Rhynchonellen*, sowie *Orbitolina lenticularis* d'ORB. — Übergang 0.1 m.
 - $d_1 = 0.2-0.4$ m Austernbank. Sandiger Echinodermenkalk mit zerstreuten Glauconitkörnern und Grünsandschlieren, enthält *Rhynchonella Gibbsi* Sow. und massenhaft *Ostrea (Exogyra) aquila* BRONG. — Übergang 1 dm.
 - $c_5 = 0.8$ m echinodermenspätiger, grauer Schrattenkalk. Foraminiferengestein voll Milioliden und *Orbitolina lenticularis*, auch *Rhynchonella Gibbsi* Sow.
 - $c_4 =$ zirka 4 m grauer, feinkörniger Schrattenkalk. *Orbitolinen* in Schlieren zu tausenden angehäuft; Milioliden, *Rhynchonella Gibbsi* Sow., Terebrateln. — Übergang
 - $c_3 =$ zirka 3 m dunkler Kalk, feinkörnig, ganz durchzogen von flaserigen, schwarzen Häuten, wie Neocom. FeS₂ Konkreteionen häufig.
 - $c_2 = 4.5$ m grauer, körniger Schrattenkalk, Miliolidengestein mit massenhaft *Orbitolina lenticularis*.
 - $c_1 = 2.5$ m mergeliger, grobknollig-brecciöser Kalk, inwendig dunkelgrau, sehr fossilreich, namentlich an der oberen Grenze bei * *Terebratula sella* Sow., *Waldheima tamarindus* J. Sow., *Rhynchonella Gibbsiana* J. Sow. *Heteraster oblongus* d'ORB. etc.

Sehr sonderbar sind die grünsandigen Schlieren, die sich im Aptkalk d_3 einstellen, wie dies an schwer erkletterbarer Stelle 10 m östlich des an der Strasse sichtbaren Hauptschlotes zu sehen ist (Fig. 68 rechts). Einzelne Kalkbrocken des Liegenden mit *Rhynchonella Gibbsi* sind auch in der knolligen Schicht e_1 eingebettet.

Während die untere Grenze der Albienbasis durch eine karrige Diskontinuität scharf gezeichnet ist, führt nach oben ein ziemlich rascher Übergang in die Schichten e_2-e_3 des mittleren Albien.

Von Petrefakten, die selten bestimmbar zu finden sind, können die folgenden angeführt werden:

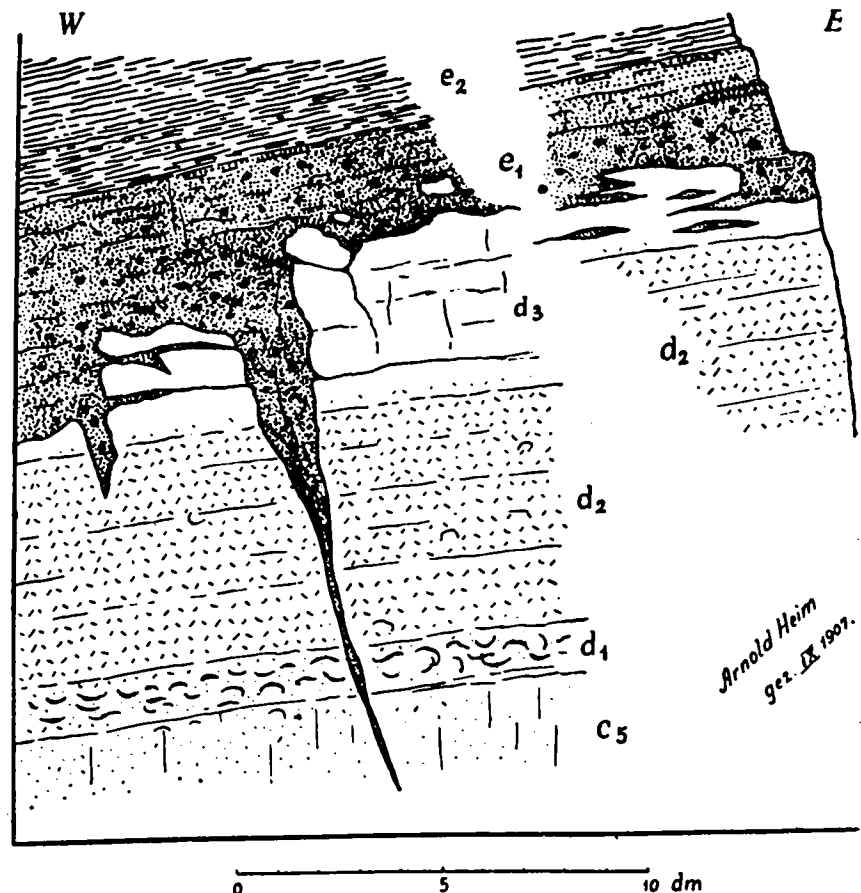


Fig. 68. Kontakt von Aptien und Albien am Gänsestad, Walensee (Mürtschendecke). Bezeichnungen wie in Fig. 67.

Inoceramus concentricus PARK., zwei mittelgrosse, gute Exemplare.

Venus Vibrayeana d'ORB., ein guter Steinkern.

Terebratula sp., ein grosses Bruchstück, wahrscheinlich **T. Dutempleana** d'ORB.

Unbestimmbare Steinkerne von Gastropoden.

Belemnites sp. ind.

Es wurde auch ein grösseres Holzstück in Schicht e_1 gefunden.

Die Fauna stimmt mit derjenigen der Durschlagischicht überein, und es ist auch wahrscheinlich, dass die Basis des Albien e_1 am Gänsestad der Durschlagischicht entspricht. Indessen muss bedacht werden, dass auch im Falle eines ursprünglichen Zusammenhanges die genannten Schichten am Gänsestad erst etwas später abgelagert worden sein könnten, wofür die aussergewöhnlich geringe Mächtigkeit der Schicht e_2 (Flubrigschicht?) eine Andeutung gibt. In diesem Sinne wäre vielleicht richtiger die Phosphoritknollenschicht e_1 des Gänsestades als eine lokale Facies der Flubrigschichten zu deuten.

Das Gargasien?

Die Echinodermenbreccie (d_2 in Fig. 67) erinnert mit ihren Glauconitkörnern auffallend an die Brisibreccie der Sântisdecke, und man ist überrascht, an deren Basis auch die grünsandige Austerbank von Wildhaus wieder zu finden. Allein es zeigen sich hier auch Unterschiede, welche die Zuordnung der Schichten d_1 — d_3 zu den Brisischichten und damit dem Gargasien doch fraglich erscheinen lassen, nämlich:

1. Über der eigentlichen Echinodermenbreccie tritt ein schrattenartiger Kalk mit *Rhynchonella Gibbsi* auf (d_3), der sonst nirgends in den echten Brisischichten, überhaupt nicht im Gargasien gefunden wurde.
2. Statt des Brisisandsteines konstatieren wir einen Übergang vom oberen Schrattenkalk (c_3 in Fig. 67) in die Austerbank. Das untere Gargasien kann also nicht fehlen. Gehören die Schichten d zum Gargasien, so müsste angenommen werden, dass diese entweder auch das untere Gargasien vertreten oder dass hier anormal die Schrattenkalkfacies noch bis in das Gargasien hinaufreicht.

Betlis-Sere.

1 km östlich vom Gänsestad, bei Wingel, ist wieder der Kontakt von Aptien und Albien aufgeschlossen. Es fehlen hier sowohl die Phosphoritknollenschicht e_1 als auch die Austerbank, Echinodermenbreccie und Gibbsschicht (d_1 — d_3) des Gänsestad-Profiles. Die Basis des Albien wird von einem sehr feinkörnigen, kalkigen Grünsandgestein (Twirrenschichten?) gebildet, das mit messerscharfer, im Kleinen karriger Fläche mit Vertiefungen bis 1 dm auf massigem, feinst spätigem, hellgrauem Schrattenkalk aufsitzt. Zu beiden Seiten des Sere-Tobels zeigt der Gault mit Ausnahme der schon von Wingel genannten Unterschiede noch den gleichen Typus wie am Gänsestad. Er ist jedoch eher etwas weniger mächtig als am Gänsestad.

Quinten.

Schon im Serewald, am Weg von Betlis nach Quinten, westlich Punkt 646, wo zwar der Gault nicht gut aufgeschlossen ist, lässt sich konstatieren, dass die Mächtigkeit des Gault auf etwa 5 m abgenommen hat.

Das beste Profil ist aufgeschlossen am Weg von Quinten nach Laubegg, bei * der Walensee-karte (Fig. 69):

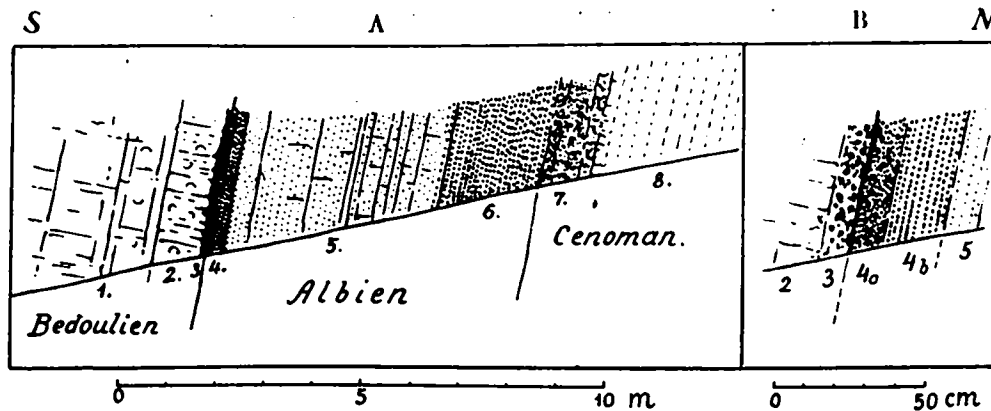


Fig. 69. Profil der mittleren Kreide am Weg Quinten-Laubegg, Mürtschendecke.
(Kurve 1120—1130 m, * der Walenseekarte.)

- 8 = Unterer Seewerkalk, zirka 10 m aussergewöhnlich massig, mit undeutlichen Bänken von 1 m.
— Übergang mit Überturrilitenbank in
- 7 = 1 m Turrilitenschicht, 10 m oberhalb des Weges an freistehenden Felsen besonders schön zu beobachten (vergl. p. 210).
- 6 = 2 m massiger Grünsand, genau es vom Gänsestad entsprechend (Knollenschichten ohne Kalkknollen).
— Grenze nach unten innerhalb 1—2 m unbestimmt.
- 5 = 4.5 m Twirrenschichten. Dunkelgrüngrauer Kalk mit reichlich feinen, dunkeln Glauconitkörnern getüpfelt, ziemlich massig, grobbankig, kompakter und weniger mächtig als die homologen Schichten es am Gänsestad. — Übergang
- 4 = 0.8 m dunkelgrüne, glauconitreiche Schicht, unterste 10 cm voll von kleinen *Belemniten* und haselnussgrossen Phosphoritknollen. Darin auch ein haselnussgrosses Gerölle von bläulichgrauem, durchscheinendem Flint. Ferner viele unregelmässige, nussgrosse Gerölle und Brocken vom liegenden Schrattenkalk. — Scharfe, jedoch undeutliche Grenze gegen
- 3 = 0.1 m obere, glauconitische Grenze des Schrattenkalkes, sieht aus wie mit glauconitischem Material imprägniert, voll kleiner unregelmässiger, erbsen- bis nussgrosser, dunkelgrüner Flecken auf dem frischen Bruch, auch schöne *Korallen* mit phosphoritischer Füllmasse zwischen den Kalksepten.
— Übergang rasch
- 2 = 1—2 m hellgrauer Korallenkalk mit *Requienien*, darunter
- 1 = dunkelgrauer, feinkörniger Schrattenkalk, ohne Requienien.

Dieses Profil ist in doppeltem Sinne sehr eigenartig.

- I. Wir sehen, dass die Gesamtmächtigkeit wie die der einzelnen Schichten gegenüber dem Gault des Gänsestades beträchtlich reduziert ist. Die Twirrenschichten sind viel kompakter als am Gänsestad, und von Flubrigschichten ist gar nichts mehr vorhanden, es sei denn, dass die unterste Lage 4 als besondere Facies der Flubrigschichten gedeutet werden könnte. Entsprechen die phosphoritknolligen Basisschichten 4 denen des Gänsestades *e*, so muss aus dem Fehlen der Mergelschichten *e* des Gänsestades geschlossen werden, dass die Basisschicht des Albien bei Quinten etwas jünger ist und dem oberen Teil der Flubrigschichten oder sogar den unteren Twirrenschichten entspricht. Auf alle Fälle müssen wir annehmen, dass bei Quinten in der Mürtschendecke das untere Albien vollständig fehlt.
- II. Im Liegenden der Diskontinuität finden wir eine Schicht, die sonst noch nirgends aus den unteren, auch nicht aus den mittleren helvetischen Decken gefunden wurde (3 in Fig. 69). Sie entspricht möglicherweise der Luitere-Fossilschicht, lieferte aber keine bestimm- bare Versteinerungen. Die lithologische Verknüpfung mit dem liegenden, hellgrauen Schrattenkalk ist ebenso deutlich, wie die glatte, scharfe Abgrenzung gegen das mittlere Albien.

Die Felswände östlich Laubegg sind unzugänglich. Man trifft den gleichen Gault-Typus wieder zugänglich auf der Sälsalp mit etwa 4 m und Turrilitenschichten, doch scheint diese geringe Mächtigkeit durch tektonische Reduktion bedingt zu sein. Dies ist der östlichste Gault der Mürtschendecke.

b) Flifalte.

Das einzige gut aufgeschlossene Profil der mittleren Kreide in der Flifalte befindet sich an der nicht besonders gut zugänglichen Stelle südwestlich des Hauses Sattel (Spezialkarte Taf. XIV und Fig. 70).

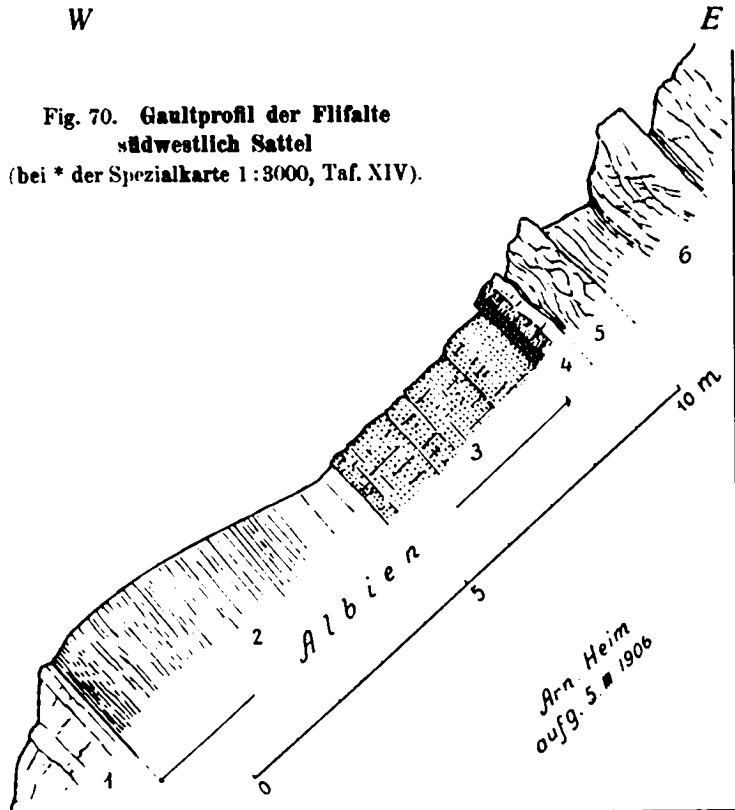


Fig. 70. Gaultprofil der Flifalte südwestlich Sattel (bei * der Spezialkarte 1:3000, Taf. XIV).

- 1 = Schrattekalk, kompakt, feinkörnig, hellgraue Wand. — Scharfe Diskontinuität gegen
- 2 = 6 m „Concentricusschiefer“. Dunkelgrüngraue, sehr feinkörnige, mergelig-flaserige Kalkschiefer mit schwarzen Häuten, fossilifer; mittleres Albien. Übergang in 3 nicht aufgeschlossen.
- 3 = 4 m grüner Sandstein, oben Kalkgrünsandstein, kompakt, massig, zerklüftet, fossilifer, Äquivalent der Knollenschichten, oberes Albien. Übergang in
- 4 = 0.7 m Turrilitenschicht, beschrieben p. 210.
- 5 = 1 m Überturrilitenschicht, beschrieben p. 210. — Übergang in
- 6 = Seewerkalk, grau, dicht, ohne Glauconit, mit feinsten Calcitkörnchen und glatten Tonhäuten.

50 m weiter nördlich ist an schwer zugänglicher Stelle, westlich Sattel, der Kontakt der Schichtgruppe 2 zum liegenden feinkörnigen, hellgrauen Schrattekalk messerscharf aufgeschlossen. Weder die Echinodermenbreccie noch die phosphoritische Korallenschicht, noch die phosphoritische Basis des Albien sind am Kontakt zu finden.

Wir erkennen aber trotzdem ohne Schwierigkeit nicht nur das gleiche Cenoman, sondern auch den durch Schicht 3 vertretenen massigen Grünsand des Gänsestades und die Twirrenschichten 2¹⁾.

Das Profil entspricht am meisten demjenigen von Quinten mit Ausnahme der grösseren Mächtigkeit. Da wie dort fehlt das untere Albien und ausserdem das ganze Gargasien.

c) Anhang: Axendecke bei Richisau, Klöntal.

Da diese Gegend vielleicht die auf pag. 232 erörterte Schwierigkeit in der Altersbestimmung der Echinodermenbreccie des Gänsestades mit der Zeit zu lösen vermag, soll sie, obwohl weit ausserhalb der Churfürsten-Mattstockgruppe, hier doch vergleichsweise berücksichtigt werden. Wir finden unmittelbar gegenüber dem

Hotel Richisau, auf der Südseite der Klön bei der Säge das folgende Profil, von unten:

1. Dichter, hellgrauer Schrattekalk, massig, mit feinen Echinodermenbruchstücken, Milioliden, verkieselten Schalenrümern, Requienien. — Übergang schlierig innerhalb 20 cm in
2. 1.8 m Echinodermenbreccie, inwendig hellgrau, mit sandigen Schlieren im unteren Teil und einzeln zerstreuten unregelmässigen Glauconitkörnchen bis oben, genau vom Aussehen der Brisibreccie. — Messerscharfe, karrige Grenze mit Taschen von 15 cm Tiefe gegen

¹⁾ Möglicherweise sind im unteren Teil von Schicht 2 auch noch die Flubrigschichten enthalten.

3. zirka 11 m Albien, schlecht aufgeschlossen, an der Basis schwarzgrüner, feinstkörniger, etwas mergeliger Glauconitkalk mit *Pleurotomaria* und *Belemnopsis minimus* List., im obersten Meter typische Knollenschichten. — Übergang rasch in
4. 0.8 m Turrilitenschicht mit *Turriliten* und *Belemnopsis minima*. — Übergang rasch in
5. 2 m Überturrilitenschicht, etwas knorrig, dicht, mit einzeln zerstreuten schwarzgrünen, sehr feinen Glauconitkörnern und einzelnen *Belemniten*.
6. Gewöhnlicher grauer, unterer Seewerkalk.

Dieses Profil ist in bezug auf die Albien-Cenomangrenze wie auf die Gargasien-Albiengrenze besonders lehrreich. Das Albien und Cenoman stimmen am besten mit dem Gänsestad oder mit der Flifalte, das Aptien und dessen Discontinuität gegen das Albien in überraschender Weise mit dem des Gänsestades.

Der untere Teil der Echinodermenbreccie mit Grünsandschlieren vertritt die Austerbank des Gänsestades.

Steigt man von der Klön gegen die Silbern hinauf, so konstatiert man, wie die Echinodermenbreccie schon beim ersten Bänklein auf 3 m, weiter oben bald auf 4 m anschwillt und trotz der Verknüpfung mit dem Schrattenkalk von der Brisibreccie ununterscheidbar ist.

In der auf der Axendecke liegenden Silberndecke bildet nach J. OBERHOLZER der Glauconit-sandstein das Liegende der echten Brisibreccie, so dass die Zusammengehörigkeit der Echinodermenbreccie bei Richisau und dieser Brisibreccie zwar noch nicht bewiesen, aber doch wahrscheinlich ist. Bei der Gleichheit des Richisauer Profils mit dem des Gänsestades bezieht sich diese Wahrscheinlichkeit ebenso gut auf die Zugehörigkeit der Echinodermenbreccie *d.* des Gänsestades zur Brisibreccie.

d) Sântisdecke.

Nordrand des mittleren Sântisgebirges, Seealpsee.

Am Nordrand des Sântisgebirges finden wir auch in der mittleren Kreide den Typus der Mürtschendecke wieder. Der sehr wenig mächtige Gault ruht auf dem Schrattenkalk. Auch wo er nicht zerdrückt ist, erreicht er doch nicht über 3—8 m („ALBERT“ HEIM, Sântisgebirge 1905, p. 23). Ich gebe im folgenden das bisher stratigraphisch kaum bekannte Profil am Weg beim Seealpsee, zwischen Kobel und Reslen der Sântiskarte 1:25,000, das den Typus des reduzierten Gault der nördlichen Sântisketten zeigt:

6. unterer Seewerkalk. — Übergang mit Überturrilitenbank (?) in
5. 0.8—1 m Turrilitenschicht, namentlich in der unteren Hälfte ganz erfüllt mit Petrefakten, besonders *Turrilites Bergeri*, *Nautilus Montmollini*, *Hamites virgulatus*, *Douvillierceras* gr. *Mantelli* (?), *Desmoceras*, *Belemnopsis minimus*. — Übergang
4. 1 m Knollenschichten, kalkiger Grünsand mit 20 cm dicker, knolliger Lage. — Übergang
3. zirka 3 m Grünsand, kalkhaltig, dunkelgrün. — Übergang
2. 0.1 m Basisschicht, grünsandig, mit eckigen bis mehrere Zentimeter grossen Brocken von Schrattenkalk und *Inoceramus concentricus*. Scharfe glatte Grenze gegen
1. hell angewitterter, massiger, dichter Schrattenkalk.

Dieses Profil zeigt geradezu überraschende Übereinstimmung mit demjenigen der Mürtschendecke bei Quinten. Die Mächtigkeit ist hier noch etwas geringer. Der massige Grünsand der Mürtschendecke ist aber am Seealpsee bereits durch knollige Kalklagen ausgezeichnet, die an die gewöhnlichen Knollenschichten erinnern. Ob die Schichten 3 dem massigen Grünsand der Mürtschendecke oder den Twirrenschichten entsprechen, ist nicht sicher, doch scheint mir das letztere wahrschein-

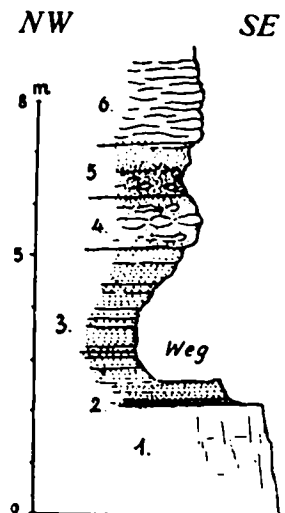


Fig. 71.

Der Gault am Sântisweg, bei Kobel, nördlich des Seealpsees.

licher. Unter allen Umständen ist mit voller Klarheit festgestellt, dass am Seealpsee ebenso wie im östlichen Teil der Mürtschendecke bei Quinten das untere Albien und auch noch die Flubrigschichten vollständig fehlen. Auch das Gargasien hat keine Ablagerung hinterlassen.

Nordrand des westlichen Sântisgebirges.

Der Gault des Wänneli und Kamm sind bereits im „Sântisgebirge“ 1905, p. 329—345 beschrieben worden. Wir finden von oben

- 1.5 m Überturrilitenschicht mit feinen Glauconitkörnern
- 1—2 m Turrilitenschicht
- zirka 5 m Knollenschichten, mit Knollen im unteren Teil, massig, glauconitreich und mit netzartigen Grünsandschlieren im oberen Teil.
- zirka 5 m „Concentricusschiefer“; glauconitische Schiefermergel, an deren Basis *Belemnopsis minimus* LISTER, *Inoceramus* sp., Zähne von *Pycnodus obliquus* PICT. — Scharfe Grenze, Discontinuität gegen
- 11 m brauner Echinodermenkalk mit massenhaft *Orbitolina lenticularis* (resp. blaugrauer Schrattenkalk) Aptien.

Dieses Profil zeigt in bezug auf das Albien ebenso genau den Typus der Mürtschendecke und Flifalte; das untere Albien fehlt.

Der braune Echinodermen-Orbitolinenkalk ruht auf Schrattenkalk mit Mergellagen, den ich früher für unteren Schrattenkalk hielt. Besonders wegen der *Orbitolina* war ich der Ansicht, dass der Echinodermenkalk nicht der Brisibreccie gleichgestellt werden könne, sondern älter sei als diese. Ohne die Altersfrage entscheiden zu können, muss doch heute nach den vom Gänsestad und von Richisau mitgeteilten analogen Profilen die Frage aufgeworfen werden, ob am Wänneli nicht doch auch ein Vertreter der Brisischichten vorliegen könnte. Zwar wird die frühere Deutung, wie sie im „Sântisgebirge“, pag. 341, Fig. 6, dargestellt ist, wieder bestärkt durch das vom Wänneli zum Kamm konstatierte seitliche Übergehen dieses Echinodermenkalkes in gewöhnlichen, grauen, oberen Schrattenkalk.

Sicher ist, dass in der Gegend des Wänneli wie am Gänsestad und bei Richisau kein Glauconitsandstein des Gargasien vorhanden ist.

Mittlere und südliche Sântisketten im allgemeinen.

Das Albien ist im mittleren Sântisgewölbe III bedeutend mächtiger geworden; am Südrand des Sântisgebirges finden wir bereits eine Ausbildung, die schon auffällig mit derjenigen der Churfürsten übereinstimmt. Hier finden wir auch zum erstenmal die echten Durchschlägsschichten (unteres Albien) und die typischen Brisischichten.

Brisischichten. Wie mein Vater und ich 1905 gezeigt haben, treten die Brisischichten von N nach S zum erstenmal auf im mittleren Sântisgewölbe III, und zwar auf der ganzen Längserstreckung in Form der bekannten Echinodermenbreccie von noch geringer Mächtigkeit.

Längs des langen südlichen Sântisgewölbes VI ist, soviel bekannt, in der Regel auch der Glauconitsandstein vorhanden. Genauere Aufzeichnungen sind aber leider im mittleren Teil des Sântisgebirges nicht gemacht worden. Der Brisi-Glauconitsandstein ist nachgewiesen vom Sântisostende durch E. BLUMER, von Wildhaus, Alt St. Johann, und dem tektonisch entsprechenden südlich absteigenden Schenkel des Häderenberges, wo übrigens der Glauconitsandstein samt Echinodermenbreccie auch noch auf den nördlichen Teil überschreitet. Dagegen fehlt auffallenderweise der Glauconitsandstein im Bett der Sântisthur, also mitten zwischen Wildhaus und Alt St. Johann.

Die Mächtigkeiten konnten an folgenden Stellen bestimmt werden:

W	Alt St. Johann ob Armenhaus	Unterwasser, Sämtisthur	Wildhaus, Schönenboden E
Echinodermenbreccie . .	zirka 4 m	zirka 7 m	4.2 m + 2.2 m Austernbank
Glaucinit sandstein . . .	zirka 5 m	fehlt	4.2 m

Das erste Auftreten des Glaucinit sandsteins kann auf der unteren Schwendi bei Alt St. Johann beobachtet werden; der Schwendigrat weist erst die Echinodermenbreccie auf. Ich glaubte an dieser Stelle, bei Punkt 1354, ausnahmsweise einen zwar raschen lithologischen Übergang von Schrattenkalk in die Echinodermenbreccie konstatieren zu können. Dies war mir jedoch theoretisch ganz unverständlich, da der weiter südlich im Liegenden der Echinodermenbreccie folgende Glaucinit sandstein durchweg in scharfer Diskontinuität dem Schrattenkalk aufruht (vergl. Sämtisgebirge 1905, p. 340). Die gleiche Erscheinung erwähnt A. Buxtorf 1905 für den Lopperberg am Pilatus¹⁾. Meine seitherigen Untersuchungen der Schrattenkalk-Gargasiengrenze vom Sämtis bis an die Engelberger Aa sind nun wohl im Stande, die damaligen Beobachtungen an der unteren Schwendi richtig zu deuten. Der Schrattenkalk enthält nämlich an vielen Orten in seinen obersten Lagen primäre Nester und Schlieren von Grünsand, die vom Hangenden im Handstück oft nicht unterscheidbar sind. Der 1905 beschriebene Übergang von Schrattenkalk zur Echinodermenbreccie ist also wohl nur scheinbar, die Grenze in Wirklichkeit aber ebenso scharf wie im Gebiet des transgredierenden Glaucinit sandsteins.

Wildhaus.

Das am besten aufgeschlossene Profil der mittleren Kreide vom Südrand des Sämtisgebirges (Südschenkel von Gewölbe VI) ist leicht zugänglich an der Strasse von Wildhaus nach Schönenboden, und zwar bei Tobel, Punkt 1086 der Sämtiskarte 1:25,000 (Fig. 72 und 73).

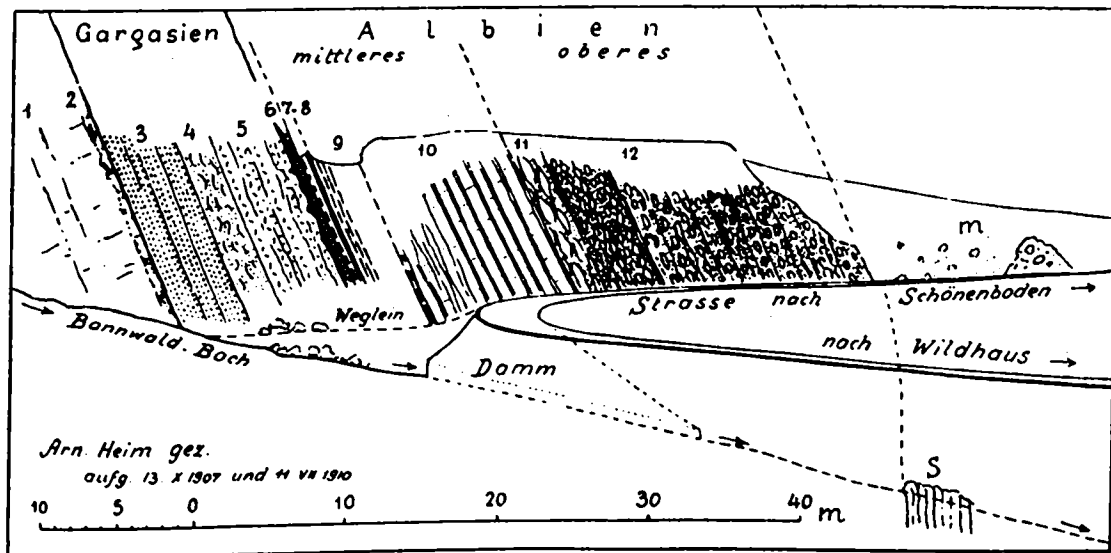


Fig. 72. Die mittlere Kreide bei Wildhaus-Tobel, Südschenkel des Sämtisgewölbes VI.

s = unterer Seewerkalk; m = Grundmoräne; Nummern 1—12 siehe Text.

¹⁾ A. TOBLER und A. BUXTORF. Exkursionsbericht, Eclogæ geol. helv. 1905, p. 27.

- 1 = massiger, blaugrauer Schrattenkalk, zoogen. — Übergang in
- 2 = 0.5 m oberster Schrattenkalk, massig, hellgrau, spätig, reich an Foraminiferen und Echinodermensplittern und mit Nestern von feinkörnigem Grünsand. — Messerscharfe, etwas rauhe Grenze und Diskontinuität gegen
- 3 = 4.2 m Brisi-Glauconitsandstein, massig, glauconitreich, fast ausschliesslich aus Quarz- und Glauconitkörnchen bestehend. — Übergang in
- 4 = 2.2 m Austernbank. Gestein wie 3, aber reich an Echinodermentrümmern, mit massenhaft bis halb kopfgrossen Schalen von *Ostrea (Exogyra) aquila* BRONG.; *Hinnites Studeri* PICTET et R.? — Übergangsbildung von 3 in 5
- 5 = 4.2 m Brisi-Echinodermenbreccie, grobbankig, mit einzelnen zerstreuten grossen hellgrünen und dunkelgrünen unregelmässigen Glauconitkörnern; oben löcherig angewittert und stark grünsandig. Scharfe karrige Grenze und Diskontinuität? gegen
- 6 = 0.4 m unteres Albien, bestehend aus
 - a = 0—35 cm ockerbrauner Lehm, plastisch, zäh, kalkfrei. Ausfüllung karrenartiger, bis 35 cm tiefer Löcher in der Echinodermenbreccie; am plastischsten in der Tiefe derselben. Verwitterungsrückstand mesokretacisch oder recent? — Obere Grenze z. T. scharf, z. T. rascher Übergang in
 - b = 20—25 cm ziemlich grobkörniger, kalkreicher Grünsand, dunkelgrün, flaserig, rau, enthält feine Echinodermensplitter und ockerbraune Körnchen und ist erfüllt mit Knollen (Geröllen z. T.?) von Echinodermenbreccie. Diese sind meist scharf begrenzt, fallen mit einer Grünsandrinde aus dem Gestein heraus und erreichen 20 cm Länge und 6 cm Dicke. — Rascher Übergang in
 - c = 9—10 cm Durchschlägischicht. Knollenbank, bestehend aus schwarzen Phosphoritknollen mit grünsandigem Bindemittel. Keine Knollen von Echinodermenbreccie mehr. Die Knollen sind teils dicht, schwarz, glauconithaltig, wohl phosphoritisch und z. T. Fossilsteinkerne, brausen nicht mit verd. HCl, teils grobkörnig grünsandig wie die Albienbasis am Gänsestad. *Pectunculus alternatus* d'ORB., eine Schale mit Steinkern von 20 mm Höhe und 22 mm Breite, scheint konischer zu sein als d'ORBIGNYS Abbildung. — Vollkommen scharfe Grenze gegen
- 7 = 0.6 m Basis der Flubrigschichten.
 - a = 10—15 cm grüne Tonschicht, feinst grünsandig, wohl an Ort und Stelle zu halbplastischem Lehm mit grünem Hammerstrich verwittert; braust nicht mit HCl. — Übergang in
 - b = 50 cm toniger Grünsand, sehr feinkörnig, schieferig, mit feinen, spärlichen Glimmerschüppchen, braust nicht mit verd. HCl. Oberste 4 cm wieder lehmig, ähnlich a. — Scharfe Grenze gegen
- 8 = 30 cm Haupt-Fossilbank der Flubrigschichten. Feinkörniger, grünsandiger Kalk mit massenhaft schwarzen, phosphoritischen meist haselnuss bis nussgrossen Knollen, die zum grossen Teil von Petrefakten stammen. Reiche Molluskenfauna. — Übergang allmählich in
- 9 = 2—2.3 m obere Flubrigschichten; Grünsand, kalkreich, etwas mergelig-schieferig, feinkörnig, ähnlich 7b; davon nur die unteren 20 cm aufgeschlossen. Wohl entsprechend den Schichten 7 der Durchschlägi in Fig. 77.
- 10 = 9 m Twirrenschichten.
 - a = 3—4 m schieferig flaseriger Kalkgrünsand, feinkörnig, dunkelgrüngrau.
 - b = 5—6 m schwach glauconitische Kalkbänke von 30—45 cm Dicke, feinkörnig, mit 10—20 cm dicken glauconitreichen schieferigen Zwischenlagen. Zerstreute, vorragende Steinkerne, besonders kleine Exemplare von *Inoceramus concentricus* PARK.; *Belemnopsis*. Übergang sehr allmählich in
- 11 = 2 m feinkörniger Glauconitkalk, etwas schieferig abwitternd, mit knolligen Kalklagen von 10—20 cm Dicke. Niveau der Lochwaldschicht, jedoch ausser einzelnen kleinen *Belemniten* fossilleer. Übergang unmerklich in
- 12 = 16 m Knollenschichten, typisch. Feinkörniger, kompakter bis leicht schieferiger kalkiger Grünsand mit Knollen von feinkörnigem, inwendig blaugrauem Kalk. Untere 3 m mit bis kopfgrossen Knollen und zusammenhängenden knolligen Kalklagen; obere 2 m mit weniger als faustgrossen Knollen und *Belemnopsis*.

Die Fossilbank 8 der Flubrigschichten hat folgende Ausbeute geliefert¹⁾:

Belemnopsis sp., einige kleine Bruchstücke, nicht häufig.

Nautilus Clementinus d'ORB., ein schöner Steinkern von 50 mm Durchmesser; Höhe 21 resp. 31 mm, Breite 35 mm. Siphon ganz wenig innen an der Mitte.

Desmoceras sp. ind., ein kleines Bruchstück, wahrscheinlich *D. Beudanti* BRONG.

Hoplites gr. **Raulianus** d'ORB., ein kleines Bruchstück mit relativ eng stehenden Rippen, deren siphonale Anschwellungen stark schräg gegen die Siphonalfurche stehen.

Dentallium decussatum Sow., ein guter Steinkern und Bruchstücke.

Pleurotomaria lima d'ORB. (?), zwei ganze Steinkerne, der grössere 18 mm Durchmesser, eher etwas niedriger, als d'ORBIGNYS Abbildung in *Pal. française*, pl. 192, f. 1—3.

cf. **Pleurotomaria lima** d'ORB.; ein ganzer Steinkern mit sehr scharfem Rand, bedeutend niedriger als d'ORB. l. c., Durchmesser 22 mm, Höhe 7 mm; vielleicht ein **Solarium**.

Solarium Hugianum PICTET et ROUX, 5 gute Steinkerne; 18 mm Durchmesser auf 10 mm Höhe, ohne scharfe Kante; stimmen gut überein mit PICTET et CAMICHE, *Sainte-Croix*, pl. 88, f. 3—5.

Solarium cf. **Hugianum** PICT. et R., zwei ganze Steinkerne, z. T. mit Schale, relativ hoch, mit stark gerundetem Querschnitt des Spinalganges, zirka 15 mm Durchmesser auf 12 mm Höhe.

? **Solarium Martinianum** d'ORB., Bruchstück eines Steinkerns.

Natica gaultina d'ORB., ein gutes, kleines Exemplar, z. T. mit Schale, 13 mm Durchm. auf 10 mm Höhe.

Natica Ervyna d'ORB., ein gutes Exemplar von 16 mm Höhe auf 12 mm Durchmesser, stimmt besser mit d'ORBIGNYS Abbildung (*Pal. franç.*, pl. 173, f. 7) als mit PICTET et ROUX (*grès verts*, pl. 17 (Fig. 2)).

Natica sp. nov.?, ein Steinkern ähnlich *N. Ervyna*, jedoch mit bedeutend höherer letzter Windung.

? **Cerithium Derignyanum** PICT. et R., ein kleiner, guter Steinkern, stimmt genau mit PICTET et ROUX, *grès verts*, pl. 27, f. 4.

Aporrhais obtusa PICT. et C.?, drei Steinkerne.

Aporrhais Orbignyana PICT. et R.?, zwei mittelgrosse Steinkerne.

Malaptera sp. nov., nach freundlicher Mitteilung von Herrn Dr. ROLLIER, selten! Ein kleines Exemplar mit grossem Flügel; Schale z. T. erhalten, mit spiraligen Rippen, wovon zwei besonders stark hervortreten. Höhe 15 mm, Durchmesser ohne Flügel 9.5 mm.

Plicatula inflata Sow. Die 5 vorliegenden Exemplare haben nicht mehr als 9 Rippen, die z. T. unregelmässig sind, und stimmen weit besser mit *P. inflata* (= *P. radiola*) aus dem Gargasien überein, als mit *P. gurgitis* aus dem Albien.

Janira quinquecostata (Sow.) d'ORB. Eine vollkommene grosse Schale, die mit der Abbildung von PICTET et ROUX (*grès verts*, pl. 45, f. 3 c) genau übereinstimmt. Länge 23 mm, Breite 18 mm.

Ostrea arduennensis d'ORB., 7 z. T. schlecht erhaltene kleine Exemplare, wovon einige gut mit den Abbildungen d'ORBIGNYS (*Pal. franç.*, pl. 472, f. 1—4) und PICTET et CAMICHE (*Sainte-Croix*, pl. 193, f. 3 a—c) übereinstimmen.

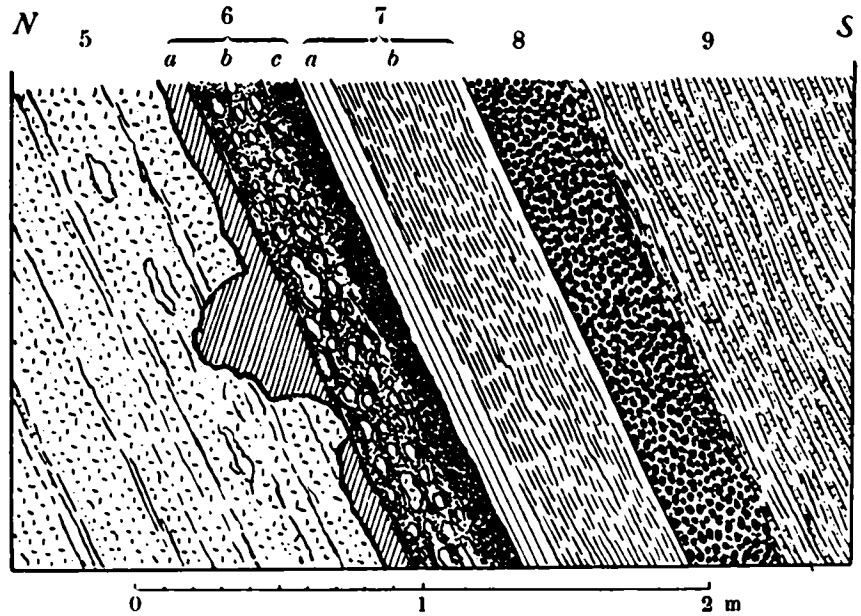


Fig. 73. Die Grenzschichten von Gargasien und Albien bei Wildhaus-Tobel. (Vergl. Fig. 72.)

¹⁾ Beim Sammeln halfen mir in freundlicher Weise Dr. ALFRED HIRSCHI und Dr. K. TOLWINSKI.

Arca carinata Sow., ein schöner ganzer Steinkern, etwas schmal, Länge 20 mm, Dicke 9.5 mm, Höhe 11.5 mm. Ferner einige Bruchstücke.

Arca sp., zwei Steinkerne, die mit den bekannten Abbildungen nicht übereinstimmen.

Cyprina regularis d'ORB., ein ganzer Steinkern von 22 mm Länge, 18.5 mm Höhe und 18 mm Dicke.

Pectunculus sp. ind., ein ganzer Steinkern eines jungen Individuums.

Inoceramus concentricus PARK., einige kleine Exemplare.

Zeilleria (Antiptychina) sp. nov.! Zwei ganze Exemplare, worunter eines tadellos erhalten. Länge 10.5 mm, Breite 10.5 mm, Dicke 6 mm. Übereinstimmung am besten mit **Z. Moreana** d'ORB. aus dem Valangien in PICTET et CAMPICHE, Sainte-Croix, pl. CCV, f. 20, unterscheidet sich jedoch davon durch grössere Breite, starke Schnabelgruben, medianen Einschnitt, höhere und weiter abstehende Falten der grossen Schale.

Terebratula Dutempleana d'ORB., zwei ganze Exemplare von typischer Form, jedoch sehr klein; Länge zirka 18 mm, Breite 14 mm, Dicke 11 mm.

Alt St. Johann, Furi.

Die für die Abgrenzung von Gargasien und Albien wichtigen Schichten lassen sich in der westlichen Fortsetzung von Wildhaus, im gleichen Südschenkel des südlichsten Santsgewölbes vorzüglich beobachten bei Alt St. Johann, und zwar beim Hüttchen Furi, wo in der Walensee-karte ein * als Petrefaktenfundstelle eingezeichnet ist. Das genannte Hüttchen ist mit seiner Nordflanke auf die sehr petrefaktenreiche Schicht des unteren Albien aufgebaut, die ich als die Durschlägischicht betrachte. Es folgen von oben mit den Bezeichnungen der Fig. 74:

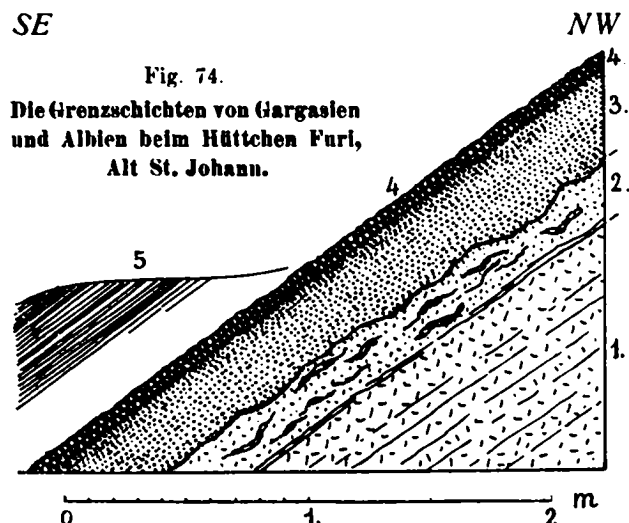


Fig. 74.
Die Grenzschichten von Gargasien
und Albien beim Hüttchen Furi,
Alt St. Johann.

5 = Glauconitische Schiefermergel, Flubrigschichten, beim Hüttchen Furi nicht aufgeschlossen.

4 = 0.1 m Fossilschicht. Schmutziggrün verwitterndes, feinkörniges, kalkiges, Grünsandgestein, knollig, erfüllt mit meist schlecht erhaltenen Petrefaktensteinkernen, namentlich Mollusken und Terebrateln. — Übergang

3 = 0.3—0.4 m dunkler, stark grünsandiger, körniger Kalk mit haselnussgrossen glauconitischen Phosphorit-Knollen. Gegen das Liegende leichte Discontinuität; meist scharfe Schichtfuge, lokal anscheinend auch 1—2 cm Übergang

2 = 0.2 m Echinodermenkalk mit schwarzgrünen, unregelmässigen, tonigen Schlieren. — Übergang rasch.

1 = Brisi-Echinodermenbreccie, grobkörnig, grösstenteils aus Echinodermen- und anderen Schalen-trümmern gebildet, mit bis 2 mm Korngrösse.

Die Fossilschicht 4 scheint mit der Durschlägi-Fossilschicht an der Durschlägi übereinzustimmen. Ihr Liegendes, Schicht 3, würde dann der conglomeratartigen Bank 6 b der Fig. 73 entsprechen. Es lässt sich also bei Furi wie bei Wildhaus feststellen, dass die Durschlägi-Fossilbank nicht genau an der Basis der Albien-Grünsandbildungen auftritt, sondern von der Brisibreccie noch durch eine sehr wenig mächtige und oft schwer abtrennbare Zwischenschicht getrennt wird.

Nach längerer Arbeit hat die Durschlägischicht 4 folgende Ausbeute geliefert:

Belmnites sp., nicht selten.

Nautilus Bouchardianus d'ORB.

Guter Steinkern einer Kammer, wie PICTET et CAMPICHE, Sainte-Croix, pl. XVIII, f. 1—3. Siphon wenig über der Mitte und kleiner als in d'ORBIGNY, pl. 13, f. 3.

Desmoceras Boudanti BRONG. Ein grosses, schönes Ex. mit 75 mm Durchmesser und ein Bruchstück.

Desmoceras (Latidorsella) latidorsata Mich. sp.

Bruchstücke von 4 Exemplaren, das grösste mit 33 mm Dicke des Umganges.

Desmoceras (Uhligella) cf. Rebouli Jacob.

Bruchstücke von 2 grossen Exemplaren mit Loben, scheint gegen *D. Beudanti* zu neigen.

Desmoceras (Uhligella) convergens JACOB.

Ein prächtiges Exemplar mit schönen Loben, Durchmesser 25, Dicke 9, Nabelweite 2.8 mm, stimmt genau mit JACOB (Etude, Mém. S. G. F. 1907, p. 29, pl. II, f. 24—26), abgesehen davon, dass die Loben einen weniger breiten Stamm haben und die Sättel mehr phyllocerasähnlich sind.

Desmoceras (Uhligella) Walleranti JACOB.

Ein Bruchstück wie JACOB l. c. pl. XIII, f. 2.

Phylloceras subalpinum d'ORB.

(*Amm. alpinus* d'ORBIGNY, p. 283, pl. 83, f. 1—3). Ein kleines Bruchstück mit schönen Loben; Siphonallobus etwas länger als in d'ORB. l. c. Weiteres schlechtes Bruchstück.

Douvilléiceras mamillatum SCHLOTH (d'ORB.)

Zwei typische Bruchstücke.

Hamites sp. ind.

schlechte Bruchstücke.

Dentalium decussatum Sow.

Massenhaft, zum Teil feinste Längsstreifung erkennbar, gekrümmt, bis in feinste Spitze allmählich auslaufend, ganz schwach trompetenförmig, bis 36 mm lang und 5 mm Durchmesser. Gute Übereinstimmung mit SOWERBY's und d'ORBIGNY's Abbildungen.

Dentalium Rhodani PICT. et C.

Ein geradliniges Exemplar mit Knötchen am Ende, das weniger fein ausläuft als bei der oben genannten Art.

Solarium Hugianum PICTET et ROUX,

4 Steinkerne.

Solarium cf. Hugianum PICTET et R.

Ein schöner, relativ hoher Steinkern, 15 mm Durchmesser auf 11 mm Höhe.

Cerithium sp. ind., ein kleiner Steinkern.

Inoceramus concentricus PARK.

Massenhaft, typisch, variabel. Grösstes Exemplar 42 mm lang und 32 breit. Die gewöhnliche Form ist meist breiter, stärker gebogen und kleiner als in Pictet et Roux, grès verts, pl. 42, f. 2. Es scheinen auch Übergänge zu *Inoc. Salomoni* vorhanden zu sein. Einzelne Exemplare sind glatt und erinnern an *Inoceramus Coquandi* d'ORB. (Pal. française, p. 505, pl. 403, f. 16 S.)

Inoceramus cf. concentricus PARK.

Ein Steinkern, symmetrisch, grosse Schale wenig gewölbt.

Inoceramus Salomoni d'ORB.

3 Exemplare, nicht besonders gut erhalten, aber mit deutlicher lateraler Furche.

Plicatula gurgitis PICTET et R.

Ein kleines Exemplar mit Schale 4 und negative Abdrücke.

Pecten sp. ind.

Ostrea Milletiana d'ORB.?

Ein schlechtes Negativ.

Terebratula Dutempleana d'ORB. non Sow.

Mehr als 10 schöne typische Exemplare; etwas variabel in Dicke und Verhältnis von Länge zu Breite. Länge 34, Breite 25, Dicke 20 mm oder $33 \times 20 \times 20$ mm.

Terebratula cf. Dutempleana d'ORB.

Ein Exemplar wie eine Zwischenform zu *T. biplicata* Brocc. non Sow.

Terebratula cf. Moutoniana d'ORB.

Ein Exemplar von 26 mm Länge, 21 mm Breite, 14 mm Dicke; Stirnkommissur nicht gefaltet. Schnabel weniger gebogen als d'ORBIGNY (pl. 510, f. 2) für *T. Moutoniana* abbildet; mit den übrigen Figuren 1—5 d'ORBIGNY's aber übereinstimmend.

Rhynchonella polygona d'ORB.

Ein ganzes typisches Exemplar und ein Bruchstück. Mehr Rippen und Querschnitt abgerundeter als in d'ORBIGNY. Pal. française, pl. 496, f. 4. Länge 26, Breite 24, Dicke 19 mm.

Trochocyathus conulus FROMENTEL.

4 Exemplare, gleich wie an der Basis der Knollenschichten.

Die allgemeinen Erscheinungen dieser zum erstenmal gesondert behandelten Fauna werden in einem späteren Abschnitt erörtert.

Die Mächtigkeit des Albien lässt sich bei Alt St. Johann nicht genau ermitteln. Sie stimmt offenbar ebenso wie dessen Ausbildung mit dem Wildhauser Profil überein.

Mattstockgruppe im allgemeinen.

Dieses ganze Gebiet zeigt sowohl in bezug auf Turrilitenschichten wie auf Albien und Gargasien den Typus der mittleren bis südlichen Sämtisketten.

Das Albien ist ziemlich mächtig und ruht auf wenig mächtigen Brisischichten.

Am Häderenberg und Goggeien lässt sich kein einziges ungestörtes Profil zusammenhängend aufnehmen. Am Stock ist das Gaultband, wo leicht zugänglich, ungenügend aufgeschlossen und wo aufgeschlossen, kaum zugänglich.

Am Mattstock trifft man das einzige einigermaßen normale Gaultprofil südwestlich Rah, wo aber die Schichten gleichsinnig mit dem steilen begrasten Gehänge südöstlich fallen, so dass auch hier die Mächtigkeiten kaum ermittelt werden können. Die typischen Knollenschichten sind bis 5 m mächtig, d. h. wohl tektonisch reduziert. Die etwas mächtigeren sogenannten Concentricus-schichten (besonders Flubrigschichten) sind ausgesprochen mergelig schieferig, grau bis grünlich und erinnern an die Flubrig-Mergelschiefer der oberen Nase am Vierwaldstättersee. Sie enthalten auch knollige Kalklagen, die mit Drusbergschichten zum Verwechseln ähnlich sein können.

Das Gargasien. Die Brisischichten sind allgemein vorhanden, und zwar nicht nur die Echinodermenbreccie, sondern auch der Glauconitsandstein, der unmittelbar dem oberen Schrattenkalk aufrucht. Eine Ausnahme bildet möglicherweise der Nordrand des Mattstocks, wo die mittlere Kreide tektonisch ganz fehlt oder zu Rudimenten reduziert ist.

Im gesamten Sämtis-Mattstock-Churfirstengebiet ist die Echinodermenbreccie stets vorhanden, wo der Glauconitsandstein auftritt, d. h. es findet in diesem Gebiete nirgends ein Auskeilen der Echinodermenbreccie zwischen Glauconitsandstein und Albien statt.

Da die Ausbildungen stets die gleichen sind, kann auf eine Einzelbeschreibung verzichtet werden. Die Mächtigkeiten konnten an folgenden Stellen bestimmt werden:

	Goggeien NE Punkt 1632	Stock	Farenstüchl NE Ende	Gulmen NE, Schönenboden	Mattstock SW Rah	Durschlägi- Amden	Amden-Zand	Amden Tannhäuser- Hortalt
Echinodermenbreccie .	4	4 ?	6	5.6	6	11	5	6 ?
Glauconitsandstein . .	3—4	6 ?	3	11	2(—3)	5	3	3
Brisischichten . . .	8	10 ?	9	15	8	16	8	9

Zu diesen Angaben ist zu bemerken, dass in dem tektonisch äusserst komplizierten Gebiet der Mattstockgruppe die primären Mächtigkeiten nur an wenigen Stellen erhalten sind. Die obigen Zahlen bedeuten also ein Minimum. Trotzdem aber ist deutlich ersichtlich, dass die Gesamtmächtigkeit der Brisischichten im allgemeinen 20 m noch nicht erreicht.

Da der Glauconitsandstein stets allmählich, oft mit Andeutung der Wildhauser Austernbank in die Echinodermenbreccie übergeht, lässt sich der relative Anteil der beiden Abteilungen der

Brisischichten nicht scharf fixieren. Die Übergangsschichten erscheinen je nach der Anwitterung manchmal mehr zum Liegenden, manchmal mehr zum Hangenden zu gehören.

Der Glauconitsandstein weist in der Gegend des Fallenbaches bei Amden, von Zaud bis Ober-Dorf eine Reduktionszone auf, die östlich und westlich von grösseren Mächtigkeiten begleitet wird. In der Schlucht östlich der Kirche bei Unt. Bach notierte ich 1904 sogar nur 0.6 m Glauconitsandstein zwischen Schrattenkalk und Echinodermenbreccie. Auch die Echinodermenbreccie zeigt in diesem Gebiet eine schwächere Ausbildung als in der Umgebung.

Gulmen.

Am Weg Gulmen-Dicki ist das Albien gegen 30 m mächtig, aber nicht aufgeschlossen. Die Brisischichten sind mächtig. Die Echinodermenbreccie, zirka 10 m, ist grobkörnig, enthält einzelne bis 2 mm grosse Quarzkörner, sowie im mittleren und unteren Teil häufig *Orbitolina lenticularis* d'ORB., meist kleine Individuen, mit runder, nicht konischer Gestalt; das grösste beobachtete mit 4.5 mm Durchmesser; stets braun angewittertes kieseliges Gewebe.

Der Glauconitsandstein scheint gegen 20 m mächtig zu sein und ruht direkt, zwar ohne Kontaktaufschluss, auf dem oberen Schrattenkalk.

Besser ist die mittlere Kreide aufgeschlossen am Weg von Auf der Höhe nach Schönenboden (Fig. 75). Hier liessen sich mit Hülfe des Pickels sogar die sonst fast immer verwachsenen Grenzschichten von Gargasien und Albien aufdecken¹⁾:

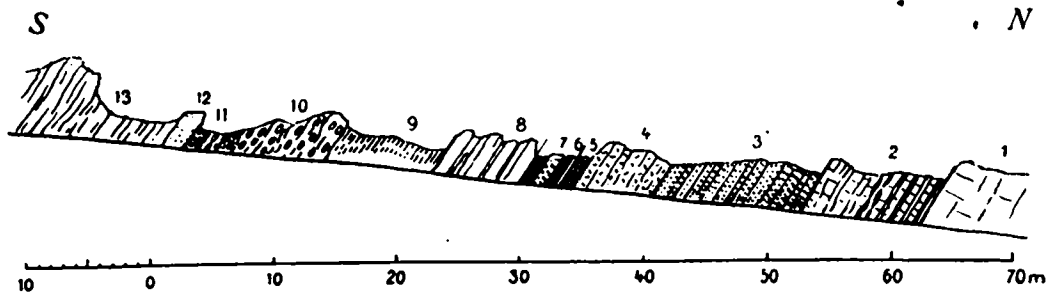


Fig. 75. Profil der mittleren Kreide am Weg von Auf der Höhe nach Schönenboden, Gulmen bei Amden.

- 1 = massiger, hell blaugrauer Schrattenkalk. Orbitolinen nicht sicher zu erkennen.
- 2 = 9.5 m oberer Schrattenkalk (Bedoulien).
 - a) 4.5 m bräunlich angewitterte rauhe Bänke von 5—20 cm mit massenhaft *Orbitolina lenticularis* d'ORB.
 - b) 0.5 m wie a, mit *Orbitolinen* und 3—4 etwa 7 cm dicken grauen Hornsteinlagen.
 - c) 4.5 m dünnbankiger grauer zoogener Schrattenkalk, inwendig dunkelgrau, körnig, reich an Echinodermensplittern und *Orbitolinen*. — Kontakt gegen 3 nicht aufgeschlossen.
- 3 = 11 ± 0.5 m Glauconitsandstein der Brisischichten, massig, scharfeckig zerfallend, rostig angewittert. — Gegen 4 sind 20 cm nicht aufgeschlossen; die Grenze scheint scharf zu sein gegen
- 4 = 5.5 m Echinodermenbreccie der Brisischichten mit einzelnen *Orbitolinen* und anderen kleineren verkieselten Schalentrümmern. Oberer Teil grobkörnig (2 mm) und schwach grünsandig. — Messerscharfe Grenze und leichte Diskontinuität gegen
- 5a = 0.1 m rotbraune Erde, tiefgründig, etwas plastisch; Verwitterungsprodukt. — Übergang in
- 5b = 0.6 m Durchschlägischicht; bröckelig verwittert, frisch fast schwarzes Gestein mit glasklaren Quarzkörnchen von 0.5 bis höchstens 1 mm, braust nicht mit verd. HCl; enthält schwarze Phosphoritknollen und FeS₂ feinkörnig und unregelmässig verteilt. Petrefakten besonders im oberen Teil, meist schlecht erhalten:

Dentalium decussatum Sow., am häufigsten.

Dentalium Rhodani PICTET et R., ein Exemplar.

¹⁾ Meinem Freund Dr. ALFRED HIRSCH verdanke ich viele Hülfe beim Aufnehmen der Mittelkreideprofile.

Gastropoden, Pecten sp. ind.

Ostrea (Erygyra) canaliculata (Sow.) DEFANCE, ein Steinkern, stimmt mit den Abbildungen von PICTET et ROUX gut überein; Bestimmung trotzdem nicht ganz sicher. — Scharfe Grenze gegen

6 = 9 cm ockerbraune tonige Erde, etwas plastisch, genau wie an der Durschlägi 6 in Fig. 76 und 77, beidseitig scharf begrenzt.

7 = 3.3 m Flubrigschichten.

a = 1.1 m flaseriger etwas toniger Grünsand, wie an der Durschlägi 7 in Fig. 76 und 77.

b = 1 m grünsandiger Kalk, inwendig blaugrau, feinkörnig, plattig, nicht schieferig.

c = 1 m schieferig zerfallende grünsandige Mergel.

8 = 1.2+2 m Twirrenschichten. Etwa sschieferig verwitternder feinkörniger Grünsandkalk mit einzelnen knolligen Kalkbänken. Häufig kleine *Belemniten* und *Inoceramus concentricus* PARK.

9 = 8 m schieferiger Grünsand, zu brauner Erde verwittert, entspricht dem unteren Teil der Knollenschichten?, schlecht aufgeschlossen.

10 = 9 m Knollenschichten, typisch wie überall. — Übergang in

11 = 1 m Turrilitenschicht; glauconitischer Kalk mit Grünsandschlieren, scheint fossilarm zu sein. *Belemnopsis* sp. — Übergang in

12 = 1.6 m Überturrilitenschicht (vergl. pag. 212). — Übergang 2 dm in

13 = Seewerkalk, flaserig von schwarzen Häuten durchzogen, grau, ohne Glauconit, mit reichlich *Globigerinen* und *Discorbina canaliculata* REUSS.

Über die Stellung des unteren Albien im Vergleich zu demjenigen von Wildhaus und Durschlägi gibt Fig. 88, pag. 271 Aufschluss.

Durschlägi bei Amden.

Ein gutes und wie es scheint normal mächtiges Profil lässt sich bequem am neuen Weg bei der Durschlägi (Durchschlägi) beobachten (Fig. 76); doch lassen sich die Mächtigkeiten infolge des stark schiefen Strassendurchschnittes für das obere Albien hier nicht einwandfrei ermitteln¹⁾.

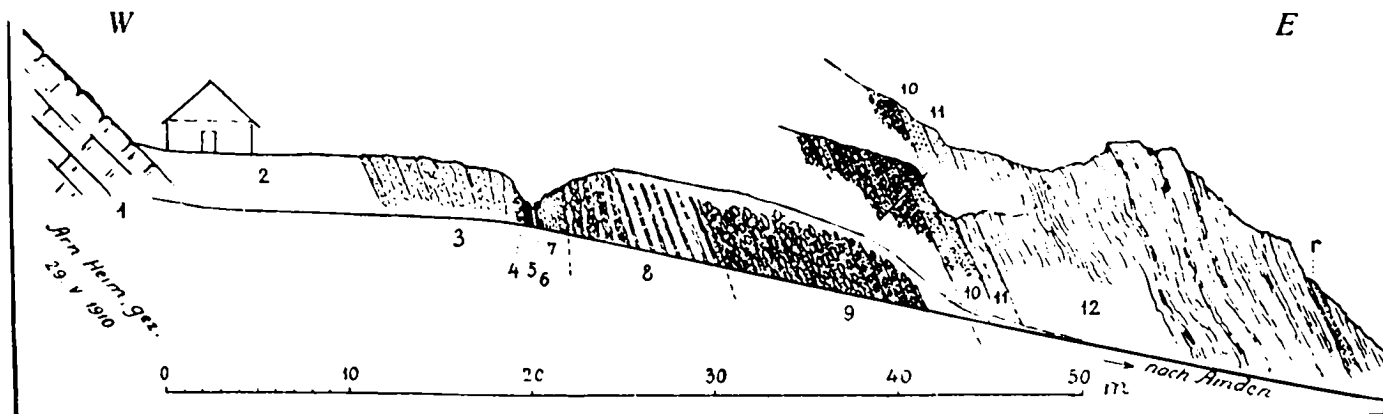


Fig. 76. Das Profil der mittleren Kreide an der Durschlägi.

1 = Schrattenkalk, Bedoulien. 2—3 = Brisischichten, Gargasien. 4—9 = Albien.

10—11 = Cenoman. 12 = unterer Seewerkalk.

Ich habe dieses wichtige, aber für das untere Albien schwer verständliche Profil fünfmal wiederholt studiert (1905, 1906, 1909, 29. V. und 3. VI. 1910). Meine Aufzeichnungen können folgendermassen resümiert werden:

1 = Oberer Schrattenkalk, hell blaugrau, massig, grobkörnig-spätig bis oolithisch.

2 = Zirka 12 m Rasenband ohne Aufschlüsse, entsprechend zirka 8 m Glauconitsandstein der Brisischichten. (Dieser ist 150 m weiter südlich an schwer zugänglicher Stelle aufgeschlossen.)

¹⁾ Meinem Freund ERNST GANZ, der z. T. mit mir gemeinsam, z. T. für sich, das Profil der Durschlägi studiert hat, verdanke ich einige wertvolle Angaben, die in dem hier gegebenen Profil verwertet sind.

- 3 = 7.5 m aufgeschlossene Echinodermenbreccie der Brisischichten, im oberen Teil Echinodermenkalk, weisslich angewittert, ähnlich Schratzenkalk, jedoch mit einzelnen rostigen Körnchen und einzeln zerstreuten hellgrünen Glauconit- und Quarzkörnern; auch häufige feine, dunkelgrüne Glauconitkörnchen im oberen Teil. Massenhaft kleine calcitische und verkieselte, auf der angewitterten Fläche rauh vorragende Schalentrümmern; Bruchstücke von Bryozoen. Nach ERNST GANZ enthaltend *Ostrea aquila* BRONG. und *Inoceramus concentricus* PARK., die ich nicht gefunden habe. — Übergang in

- 4 = zirka 0.5 m Übergang der Echinodermenbreccie in Grünsandgestein.

a) Rauhe knorrigte Lage aus Echinodermenkalk wie 3, der von unregelmässigen Schlieren und Adern von rauh körnigem Grünsand durchzogen wird (Fig. 77). Im Grünsand sind bereits einzelne schwarze unregelmässige, auf angewitterter Fläche vorragende Phosphoritknollen vorhanden. Diese sind feinkörnig und enthalten selbst feine Glauconitkörnchen; es sind wohl in ihrer Anlage Fossilsteinkerne. Übergang in

b) bis 0.2 m Grünsand, etwas mergelig, ziemlich grobkörnig, hellgrün verwittert mit braunroten Schlieren, schliesst Brocken von Echinodermenbreccie ein. *Myopsis Constantii* d'ORB.; grosse *Terebratula* cf. *Dutempleana* d'ORB. und *Martesia* sp. Diese Lage ist deutlich unterscheidbar im nordöstlichen Teil des Weganschnittes (in Fig. 77 oben gezeichnet), verliert sich aber völlig 5—10 m weiter südwestlich (in Fig. 77 unten), indem sie sich zwischen Echinodermenbreccie schlierig zerspaltet. Die Schicht 4a wird hier nach oben immer reicher an Phosphoritknollen und geht direkt in die eigentliche Phosphoritknollenbank 5 über. So kommt es, dass einzelne faustgrosse rauh begrenzte Knollen (nicht Gerölle!) von Echinodermenbreccie hier noch an der Basis der eigentlichen Phosphoritbank eingewachsen sind. — Rascher Übergang in

- 5 = 0.25 m **Durschlägischicht**. Ziemlich deutlich abgegrenzte Bank von hellgrünem kalkigem Grünsand, der erfüllt ist mit erbsen- bis eigrossen, jedoch oft unregelmässig eckigen, schwarzen phosphoritischen Knollen. Grünsandgrundmasse und Knollen etwa in gleichen Mengen. Die Knollen sind teilweise sicher als Steinkerne zu deuten. Die Fossilien sind im allgemeinen sehr schlecht erhalten, so dass einige Ausdauer zu guter Ausbeute notwendig ist. — Anscheinend scharfe knollige Grenzfläche gegen

- 6 = 9 cm grünlicher, plastischer Ton, fossilteer. Diese sonderbare Schichtlage ist wohl aus lokaler, tiefgründiger Verwitterung einer glauconitischen Mergellage hervorgegangen. Sie lässt sich hier in horizontaler Richtung etwa 10 m weit genau in gleicher Mächtigkeit verfolgen. — Scharfe Grenze oder Übergang wenige Centimeter in

- 7 = zirka 1.5—2 m Flubrigschichten. Leicht verwitterbarer Glauconitkalk, auf frischem Bruch dunkelgrau, fast blauschwarz, erfüllt mit feinen, schwarzgrünen Glauconitkörnchen, zäh, mit FeS₂ Knöllchen. Einzelne konzentrische kalkige Konkretionen, nicht aber ganze Kalkbänke. Schieferig-bröckelige, schmutzig grünbraune Anwitterung. *Inoceramus concentricus* PARK. ziemlich häufig. An der Basis einzelne schwarze Knöllchen und *Belemnopsis minima* LISTER, der auch höher hinaufgeht. (Erinnert an die Albienbasis am Wänneli, Säntis-W.). — Übergang allmählich in

- 8 = 7.5 m Twirrenschichten, beginnend mit einer 28 cm dicken knolligen Kalkbank, mit frisch blauschwarzem Bruch und dichter Struktur, jedoch häufige, feine, schwarzgrüne Glauconitkörnchen enthaltend. Hauptmasse (zwischen den Kalklagen) aus stärker grünsandigem Kalk gebildet, indem der feinkörnige Glauconit oft schlierig angereichert ist. Kalklagen oft scharf abgegrenzt, aber

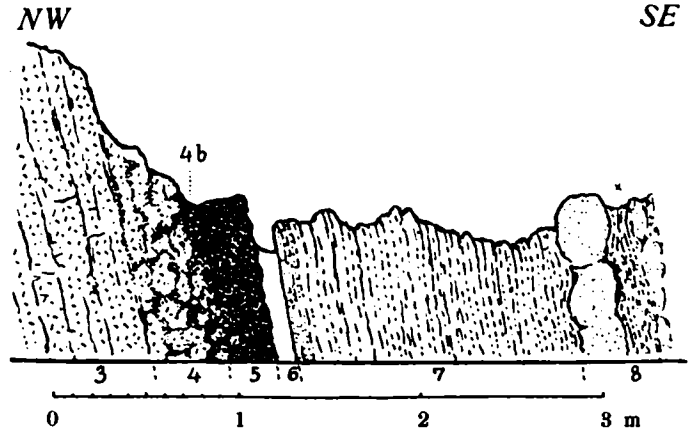


Fig. 77. Die Grenzsichten von Gargasien und Albien an der Durschläg.

(Masstab 10 mal grösser als in Fig. 76).

auch mit verwischter Abgrenzung. Fe S₂ Knollen. Obere Hälfte mit mergeligen Grünsand-
zwischenlagen zwischen 1—5 dm dicken Kalkbänken. Petrefakten spärlich zerstreut:

Belemnopsis minima LISTER, winzig klein;

Inoceramus sulcatus PARK., selten;

Inoceramus concentricus PARK., häufig.

Pecten Raulianus d'ORB.

Gastropoden an der Basis bei × in Fig. 77, nach E. GANZ auch *Lytoceras*. — Übergang inner-
halb etwa 2 m in

9 — zirka 12 m Knollenschichten, typisch. Gleiches Gestein wie 8, jedoch mit ausgesprochenen
Kalkknollen im feinkörnigen Grünsandkalk. Knollen bis über kopfgross (am grössten 2 m über 8),
inwendig dunkelblaugrau, dicht, mit einzeln zerstreuten feinsten, dunkeln Glauconitkörnchen, meist
auffallend scharf begrenzt; Form unregelmässig, doch meist länglich in der Schichtebene.

a) Untere 3 m mit nicht seltenen Petrefakten: *Belemnopsis minima* LIST., häufig, winzig klein mit
verlängertem Rostrum; auch eine grössere Art; *Desmoceras Beudanti* BRONG. Nach E. GANZ
auch *Holaster laevis* DELUC, *Holaster Perezi* SISM.¹⁾, *Plicatula gurgilis* PICTET et R., die nach
seinem, mir gütigst überlassenen Text offenbar diesem Niveau entstammen.

b) Oberer Teil fossil leer mit Ausnahme von *Belemnopsis minima*, der wieder im obersten Teil
erscheint. — Übergang allmählich in

10 — 1—1.5 m Turrilitenschicht, siehe pag. 213.

11 — 1—1.2 m Überturrilitenschicht, siehe pag. 213.

12 — Zirka 20 m unterer Seewerkalk, bankig, linsig, hellgrau bis gelblich, vollkommen dicht, mit
typischen, z. T. zackigen Tonhäuten (lithologisch an Biancone erinnernd).

r) Zirka 0.5 m rote Seewerkalklage. Ausser an der blassrötlichen bis pfirsichblütenroten Färbung,
die oft quer über die Seewerlinsen abgegrenzt ist, in nichts unterschieden vom gewöhnlichen
Seewerkalk. Darüber folgt der obere Seewerkalk ε von gleichem Aussehen wie 12.

Die Durchschlägischicht hat folgende Fauna geliefert, die mir Freund ERNST GANZ 1906
ausbeuten half:

Belemnites sp., ziemlich häufig.

Nautilus Clementinus d'ORB.

Steinkern von zwei Kammern mit typischer Lage des Siphos.

Desmoceras (Uhligella) convergens JACOB

ein Bruchstück mit schönen Loben.

Lytoceras sp.,

ein kleines Bruchstück von zirka 8 mm Durchmesser, Querschnitt der Windung 3.4 mm breit, fast
kreisrund, etwas breiter als hoch, mit kräftigen parahoplitenartigen Rippen, die sich gegen den
Nabel verlieren. Anfangswindungen fast glatt.

Dentalium decussatum SOW., Bruchstücke.

Solarium Hugianum PICTET et ROUX.

Steinkerne, z. T. zerbrochen, von 5 Exemplaren.

Scalaria Clementina d'ORB.

Bruchstücke eines Steinkerns von 9 mm Durchmesser.

Scalaria Dupiniana d'ORB.

ein kleiner Steinkern mit deutlicher Längstreifung, Bruchstück 12 mm lang bei 4 Windungen, die
dickste 8 mm Durchmesser.

Natica gaultina d'ORB.

ein kleiner, vollständiger Steinkern.

Natica sp. nov.?

ein kleiner schöner Steinkern wie *N. excavata* in PICTET et R., grès verts, pl. 18, f. 3, jedoch mit
nur 2 Windungen und diese noch rascher wachsend. Schon die zweite Windung excavat, freistehend
am Steinkern. Mund leicht trompetenförmig. Höhe zirka 8 mm, grösster Durchmesser 11.5 mm.

¹⁾ Diese Art ist durch DE LORIOU bekannt von der Wannenalp (Schwyz) = Lochwaldschicht.

Natica truncata PICTET et R.,

ein Exemplar, zum Teil mit Schale, relativ klein, zirka 17 mm Durchmesser auf 11 mm Höhe.
Ostrea sp., zackiger Querschnitt, wahrscheinlich Gr. **Milletiana** d'ORB.

Pecten Raulianus d'ORB.,

2 negative Bruchstücke mit typischen, kräftigen, unregelmässig verzierten, zum Teil dreifachen Rippen.

Pecten interstriatus LEYM. (= **P. aptiensis** d'ORB.),

ein negatives Bruchstück mit feinen, regelmässigen Rippen; Zwischenräume 2—3mal so breit und mit 4 feinen Zwischenrippen. (Hauptrippen eher noch feiner als in PICTET et ROUX, grès verts, pl. 46, f. 3.)

Inoceramus concentricus PARK.,

relativ klein, nicht selten.

Zeilleria Lomaniensis PICTET et R. (*Terebratula*),

ein schönes, junges Exemplar. Länge 11, Breite 10, Dicke 6 mm, wie PICTET et ROUX, grès verts, pl. 51, f. 7.

Terebratula Dutempleana d'ORB.,

mehrere typische, z. T. tadellose Exemplare, genau wie diejenigen von Furi. Ferner ein Exemplar mit auffallend starker, hochausgreifender Palaeofaltung.

Terebratula cf. **Moutoniana** d'ORB.,

ein vollkommenes Exemplar, schmal, scharfrandig, Schnabel weniger gekrümmt als in d'ORBIGNY pl. 510, f. 2, jedoch wie *T. Moutoniana* in PICTET et CAMPICHE, Ste. Croix, pl. CCIII, f. 1—3 aus dem Valangien. Länge 23, Breite 18, Dicke 10 mm. (Gewisse Ähnlichkeit mit *T. depressa* LAM. in PICTET et RENEVIER, Perte du Rhône, pl. XX, f. 4.)

Rhynchonella sp.¹⁾,

vielleicht kleine Schale von *Rh. tripartita* PICT., fast glatt, sehr fein gestreift.

Rhynchonella lata d'ORB.,

ein dickes Bruchstück $18 \times 15 \times 12.5$ mm, wie d'ORBIGNY, pl. 491, f. 12, und PICTET et ROUX, grès verts, pl. 50, f. 3 b und d non 3 c.

Rhynchonella sulcata PARK.,

ein ganzes, kleines, typisches Exemplar.

Neben den Fossilsteinkernen wurde in der Durschlägischicht 5 auch ein längliches, vollkommen gerundetes, durchscheinendes Quarzgerölle von $35 \times 14 \times 8$ mm gefunden.

Die Knollenbank 5 scheint genau der Fossilbank von Furi bei Alt St. Johann zu entsprechen, deren Fauna besser erhalten ist.

Das oben gegebene Spezialprofil zeigt folgende wichtige Eigenarten:

a) Die tadellos aufgeschlossenen Grenzsichten von Echinodermenbreccie zur Durschlägischicht lassen allmähliche Übergänge erkennen. Diese Verknüpfung der Durschlägischicht mit der liegenden Echinodermenbreccie ist um so auffallender, als dazwischen ein Vertreter des in den östlichen Churfürsten 8 m mächtig werdenden Grünsandsteins der Niederisichten nicht erkennbar ist. Dadurch weicht aber auch das Durschlägiprofil etwas von demjenigen bei Furi-Alt St. Johann (p. 240) ab, wo die knorrige Lage 4 der Durschlägi wenigstens teilweise zu fehlen scheint.

b) Der knorrige, grünsandige Echinodermenkalk 4 ist sehr arm an erkennbaren Versteinerungen. Von Wichtigkeit ist das Auftreten von:

1. **Terebratula Dutempleana** d'ORB., von der ich zwei schlecht erhaltene Exemplare von über 4 cm Länge, 3 cm Breite und 27 mm Dicke fand. Die vorliegenden Exemplare sind etwas grösser als der Typus der *T. Dutempleana*, die in typischer Form in der unmittelbar hangenden Durschlägischicht auftritt.

¹⁾ Die genannten 3 *Rhynchonellen* könnten möglicherweise, doch unwahrscheinlich, aus Schicht 4 b bezogen worden sein.

2. *Martesia* sp.

In einer rauh angewitterten, geröllartigen, 4,5 cm langen Knolle von typischer Echinodermenbreccie fanden sich 3 typische Pholadenbohrlöcher von 27 mm Länge und 12 mm Durchmesser. Die teilweise erhaltene, ventrale (hypoplaxe) accessorische Kalkplatte und die stumpf keulenförmige Gestalt lassen das Genus *Martesia* erkennen. Die Bohrlöcher münden in Grünsand und sind selbst mit feinkörnigem Grünsand ausgefüllt.

Da die recenten Pholaden die typischsten Litoralbewohner sind und nach J. WALTHER in 1 bis höchstens 36 m Tiefe leben, ist damit für die Faciesbeurteilung der Albienbasis ein wichtiges Argument festgestellt.

- c) Die dünne Tonbank 6, die das mittlere Albien vom unteren scharf abtrennt, wurde bereits genau gleich am Gulmen (Fig. 75 und p. 244) und bei Wildhaus (Schicht 7a in Fig. 73) gefunden.
- d) Die Lochwald-Fossilschicht ist noch nicht ausgebildet. Die Konzentrierung der Fauna erfolgt erst in den östlichen Churfirsten. Nach sorgfältigem Durchsuchen der Übergangsschichten vom mittleren zum oberen Albien kann immerhin konstatiert werden, dass die einzeln zerstreuten Petrefakten auf die unteren etwa 3 m der Knollenschichten 9 der Fig. 76 entfallen, während der obere Teil der Knollenschichten fast fossil leer zu sein scheint. Diese unteren Knollenschichten 9a entsprechen offenbar der diffus zerstreuten Lochwaldschicht.

Amden-Hofstetten.

Die Ausbildung der mittleren Kreide in der Amdenermulde entspricht derjenigen der Durschlägi. Gute zusammenhängende Aufschlüsse fehlen. Die Knollenschichten scheinen im Vorderdorf bereits mächtiger zu sein als an der Durschlägi.

Im Bachgraben bei Hofstetten (Amden Vorder-Dorf) fand ich einen fossilreichen Block, sogenannte Concentricusschichten, offenbar den Flubrigschichten zugehörig, die an der betreffenden Stelle anstehen, aber schlecht aufgeschlossen sind. Aus dem mergeligen Gestein liessen sich die folgenden Mollusken lösen:

Solarium Hugianum PICTET et R., 4 Steinkerne.

Solarium cf. Hugianum PICT. et R., ein relativ hoher Steinkern.

Rostellaria Orbignyana PICTET et R.?, ein Steinkern.

Natica gaultina d'ORB.,

ein vollkommener Steinkern, gleich wie in der Durschlägischicht.

Dentallium decussatum SOW., Bruchstücke von 3 Exemplaren.

Inoceramus concentricus PARK., 2 Steinkerne.

Ostrea arduennensis d'ORB., ein Exemplar.

Amdenerstrasse.

An der Strasse von Weesen nach Amden, bei der grossen Kehre von Grappe (* der Walensee-karte) stossen wir auf einen in den bisher beschriebenen Profilen noch unbekannten Fossilhorizont, der die Basis des Gargasien bildet.

Ich glaubte 1906 ein Eindringen des Brisisandsteins in den liegenden, karrig ausgelaugten Schrattenkalk zu sehen. Nachdem Herr Dr. ERNST GANZ die Stelle 1909 wieder untersucht hatte, kam er aber zu der Ansicht, dass die Grenze gegen das Hangende scharf sei und die Petrefakten des Grünsandes nicht aus dem Brisisandstein, sondern aus der grünsandigen, oberen Schrattengrenze stammen. Im Sommer 1910 besuchte ich daraufhin zum drittenmal die Stelle und konnte mich von der Ansicht ERNST GANZ bald überzeugen (Fig. 78).

Der feinkörnige, glauconitische Sandstein beginnt in Form von Schlieren und sonderbaren, unregelmässigen Nestern 0,8–1 m tief unter dem Brisisandstein, im gewöhnlichen, massigen, an Milioliden und Schalenrümern reichen, hellgrauen, oberen Schrattenkalk. Nach oben reichert sich der Grünsand rasch an, so dass der Schrattenkalk in einzelne Knollen zerfällt. Die

sandigen Nester enthalten schon 0.7 m unter dem Brisisandstein vereinzelt *Discoidea decorata* DESOR und *Belemniten* nebst häufigeren, schwarzen, phosphoritischen Knöllchen. Nach oben werden diese häufiger, so dass unmittelbar im Liegenden des gewöhnlichen Brisisandsteins eine eigentliche Fossil-schicht von 5—15 cm Mächtigkeit entsteht (* in Fig. 78 A). Diese Petrefaktenlage ist jedoch nur auf der oberen Seite der genannten Strassenkehre zu sehen, während auf der unteren Strassen-kehre, kaum 50 m weiter südlich, diese, wenn überhaupt einmal abgelagert, wieder glatt abgetragen wurde, so dass der Brisisandstein nun mit messerscharfer Grenze unmittelbar dem Schratten-gestein aufliegt (Fig. 78 B).

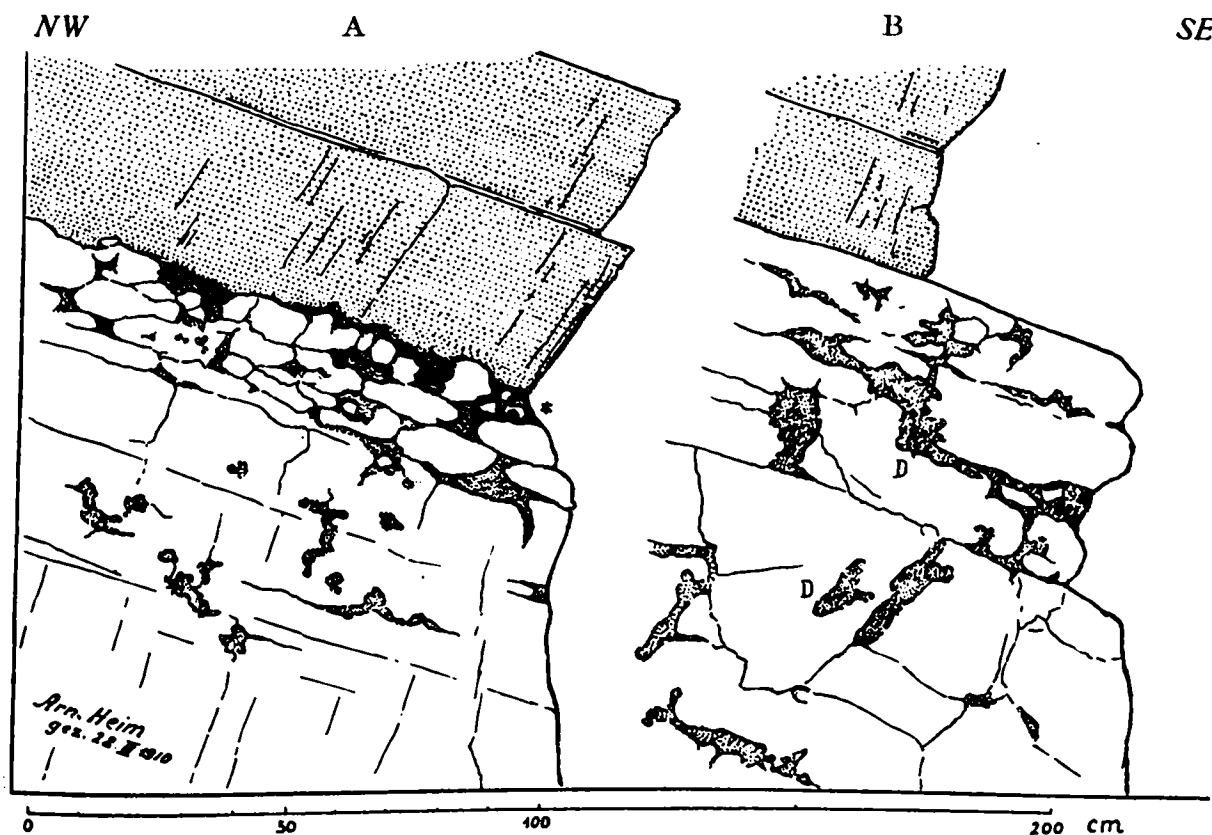


Fig. 78. Der Kontakt von Schrattenkalk (Bedoulien) und Glauconitsandstein der Brisischichten (oberes Gargasien) an der Amdenerstrasse.

Profil A auf der Oberseite, Profil B auf der Unterseite der Strassenkehre bei Grappe.

* = Fossilschicht. D = *Discoidea decorata* mit *Belemniten* in den grünsandigen Nestern.

ERNST GANZ und ich konnten aus der Fossilschicht * in Fig. 78 A folgende Petrefakten herausarbeiten:

- Phylloceras* gr. *Guettardi* RASP. +.
- Desmoceras* (*Uhligella*) sp. ind. +.
- Douvilléceras* sp. intermed. *nodosocostatum* d'ORB. et *subnodosocostatum* SINZOW. +.
- Parahoplites crassicostratus* d'ORB., ein kleines Exemplar.
- ? *Turbo* sp. ind. +.
- Plicatula inflata* SOW. +.
- Arca* sp. ind.
- Terebratula* sp. ind. +.

+) Von Dr. ERNST GANZ bestimmt und gesammelt, und seinem Manuskript entnommen.

Die untersten 4 cm des Brisisandsteins enthalten auf der oberen Strassenkehre (Fig. 78 A) auch noch dunkle Knöllchen von Petrefaktensteinkernen und undeutliche *Belemniten*, doch konnte ich nichts Bestimmbares gewinnen. Ein nussgrosses Gerölle von dichtem Kalk spricht dafür, dass es sich wahrscheinlich um aufgearbeitete und mit Brisisand verkittete Teile des liegenden Fossilhorizontes handelt.

Westliche und mittlere Churfirsten im allgemeinen.

Die mittlere Kreide und besonders das Albien lässt sich durch seine dunkle Farbe an den steilen, nach Süd gekehrten Firsten von Amden an fast kontinuierlich bis an das Ostende der Churfirsten verfolgen.

Die photogrammetrische Bestimmung ergibt eine Gesamtmächtigkeit der mittleren Kreide östlich ob Sere von 53, am Leistkamm von 58 m, wovon je etwa $\frac{2}{3}$ auf das Gargasien, $\frac{1}{3}$ auf das Albien entfallen. Das Albien erreicht also hier bereits eine Mächtigkeit von etwa 35 m.

Ein gutes, vollständiges Profil ist begehbar auf der Ostseite des Leistkamm, wo das Weglein in der Walenseekarte eingezeichnet ist. Der Glattkamm 2081 m, dessen Ostseite das schönste Profil der mittleren Kreide in den westlichen Churfirsten bietet, ist hingegen erst einmal von einem Sportmann erklettert worden und für die meisten Geologen als unzugänglich zu bezeichnen.

Albien. Ich schätzte die Knollenschichten, welche in typischer Ausbildung die ganze Felswand unter der Seewerkuppe des Glattkamm bilden, auf 20 m, das mittlere Albien (Twirren- und Flubrigschichten) auf 12, das unter Albien auf 3? m.

Die obere Abgrenzung des Gault scheint von weitem messerscharf zu sein und die Turrilitenschicht wenigstens teilweise zu fehlen¹⁾.

Die Brisischichten sind in den gesamten Churfirsten ausgebildet und erreichen die maximale Mächtigkeit in den mittleren Churfirsten (Brisi-N) mit etwa 35 m. Im einzelnen scheint die Schichtmächtigkeit unregelmässigen Schwankungen unterworfen zu sein. Insbesondere betrifft dies den Glauconitsandstein, der zwar nirgends fehlt, aber im westlichen Teil der Selunalp und dem Nordwestabfall zum Leistbach bis auf ein Minimum von 2 m reduziert ist. Diese Reduktionszone ist wahrscheinlich getrennt von der analogen von Amden, da zwischen beiden Gebieten, am Kapf und östlich davon die Mächtigkeit wieder beträchtlich zugenommen hat. Ich notierte die folgenden Mächtigkeiten des Glauconitsandsteins in der genannten Reduktionszone der Selunalp:

Öhrli, Leistkamm-N., schwach 3 m.	Nördlich und westlich der Hütte Bleien 3 m.
Kemelen nördlich Ochsen 2 m.	NW. Punkt 1862 mindestens 6 m.
Selunalpweg NW. Strichboden mehr als 5 m.	

Bedenken wir, dass rings um dieses Gebiet herum, soweit überhaupt Brisischichten zu Tage treten, der Glauconitsandstein mächtiger als 3 m ist, so ergibt sich mit Bestimmtheit, dass im westlichen Teil und unmittelbar nördlich der Selunalp eine eng begrenzte Minimalzone des Glauconitsandsteins vorliegt.

Von Rossweid in der nordöstlichen Fortsetzung von Kemelen gab ich 1905 eine Mächtigkeit von 15 m Glauconitsandstein an. Auch wenn diese Angabe vielleicht etwas überschätzt ist, so sehen wir daraus doch deutlich, dass hier bereits keine Spur der Reduktion mehr fühlbar ist, und die Reduktionszone in der Streichrichtung höchstens 4 km Länge haben kann.

Eine entsprechende Reduktion der Echinodermenbreccie konnte ich nicht erkennen; bei Kemelen, wo der Glauconitsandstein am schwächsten entwickelt ist, schätzte ich 15 m Echinodermenbreccie.

Die an Ort und Stelle gemachten Schätzungen des Gebietes normaler Mächtigkeit ausserhalb der Selunalp-Reduktionszone sind die folgenden:

¹⁾ Eine detaillierte Neuaufnahme der mittleren Kreide von der Ostseite des Leistkammes wäre sehr wünschenswert und kann vielleicht später nachgeholt werden.

	Glattkamm	Nägelberg NW-Rippe	Seinn. westl. Gipfel	Strichboden nördl. Solun ¹⁾	Ob dem Wald, Breitenalp	Im Nag. nördl. Frümsel	Brisi N. Pass	Scheibentall- Gipfel
Echinodermenbreccie .	13	16	15	6	15	14	?	8
Glaucnitsandstein . .	11	12	9	12	10	17	20	9
Brisischichten . . .	24	28	24	18	25	31	30—35	17

Es bedürfen noch die folgenden Beobachtungen einer Erwähnung:

1. Der stets vorhandene Übergang des Glaucnitsandsteins in die Echinodermenbreccie vollzieht sich an mehreren Stellen in Form einer Wechsellagerung von Glaucnitsandsteinbänken mit solchen von grünsandiger Echinodermenbreccie, was besonders deutlich am Selunalpweg, nördlich Punkt 1606, zu beobachten ist.
2. Diese Bänke sandiger Echinodermenbreccie enthalten oft die gleichen verkieselten Austern wie bei Wildhaus (z. B. nördlich Frümsel). In den Rönplatten östlich Hinter-Leist konnte ich ausserdem an schwer zugänglicher Stelle die folgenden Arten aus dem zähen Gestein herauschlagen:

Ostrea sp. wahrscheinlich *Allobrogensis* PICTET et ROUX, häufig.

Lima (*Ctenoides*) cf. *rapa* d'ORB. [oder *Lima* (?) *montana* PICT. et R.], häufige, meist schlechte Steinkerne und Negative.

? *Hinnites* *Studer* PICT. et R., ein schlechtes Bruchstück.

3. Für die Faciesbeurteilung der Echinodermenbreccie ist wichtig die Feststellung von Diagonalschichtung (Fig. 79). Diese ist schön zu beobachten bei S des in der Walenseekarte fett gedruckten Wortes Selunalp. Zwischen zwei kompakten horizontalen Bänken von je 40 cm Dicke ist eine 60 cm dicke Bank mit diagonal südfallender Schichtung eingeschaltet, die mit der gewöhnlichen einen Winkel von 10° bildet.

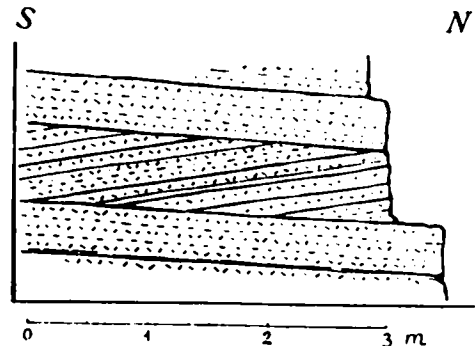


Fig. 79. Diagonalschichtung der Echinodermenbreccie auf der Selunalp.

4. Die Echinodermenbreccie der Churfürsten ist auf der Querfläche meist ausgesprochen gebändert durch glauconitische schlierige Sandlagen in Abständen von durchschnittlich 1—2 dm., die auf der verwitterten Fläche rauh vorragen. Diese Sandschlieren sehen für sich genau aus wie der echte Brisisandstein, so dass die genannten gebänderten Schichten eigentlich als eine Wechsellagerung dünner Brisisandsteinbänke mit dickeren Bänken von Echinodermenbreccie zu betrachten sind.

Luitere (?) Fossilschicht. Im Felstal zwischen Leistkamm und Glattkamm erinnere ich mich, Sandnester im Schrattenkalk schon etwa 10 m unter dem Brisisandstein gesehen zu haben. Eine eigentliche Fossilschicht aber kann am besten auf der Ostseite des Glattkammes im Bergsturstrümmerhaufen bei * der Walenseekarte beobachtet und ausgebeutet werden. Die Sturzmasse ist von der Westkante des Nägeliberges auf einer Schrattenschichtplatte losgeglitten. Riesige Blöcke von Schrattenkalk und Brisisandstein sind von dorthier niedergestürzt und gerade längs der fossilreichen Grenzfläche entzweigebrochen.

Die eigentliche fossilreiche Schicht ist nur 5—10 cm mächtig und besteht aus feinkörnigem quarzreichem Glaucnitsandstein, der weder makroskopisch noch mikroskopisch vom echten Brisi-

¹⁾ Vergl. Fig. 80, p. 253.

sandstein zu unterscheiden ist. Der oberste Schrattenkalk schien mir wie angefressen, karrig ausgelaugt und die Löcher und Klüfte mit Brisisandstein von oben her ausgefüllt zu sein. Dementsprechend zeigt ein Dünnschliff messerscharf begrenzte Spaltrisse, die mit Glauconitsandstein gefüllt sind. Der Sandstein der Fossilschicht zerfällt an seiner oberen Grenze in einzelne Brocken, die im Sandstein eingehüllt sind, wie dies auch an der Amdenerstrasse beobachtet wurde. Die genannte Übereinstimmung des Grünsandsteins dieser Fossilschicht mit dem hangenden Brisisandstein führte mich zu der in die Literatur eingedrungenen Ansicht¹⁾, dass die Petrefakten der Basis des Brisisandsteins entstammen, was nun aber nach den neuesten Beobachtungen an der Amdenerstrasse in Zweifel gezogen werden muss. Denn es scheint mir so gut wie festgestellt, dass die Fossilschichten an der Schratten-Brisigrenze von Amden und Nägeliberg die gleichen sind.

Eine genauere Untersuchung der an Individuen massenhaften Petrefakten lässt deutlich erkennen, dass die knorrige Fossilschicht entsprechend ihren zwei ineinander verzahnten Gesteinen auch zwei facieell verschiedene Faunen enthält.

1. Die an die Schrattenkalkpartien gebundene ist die typische Schrattenfauna mit vielen Requierien: *Requienia ammonica* MATH. und *Toucasia carinata* MATH. (*Requienia*) neben andern Muscheln und Korallen. Es kommen aber auch einzelne *Belemniten* des Grünsandes bereits im Schrattengestein vor.

Dieser erste Faumentypus mit Ausnahme der Belemniten geht durch den ganzen Schrattenkalk oder doch zum mindesten durch den ganzen oberen Schrattenkalk hindurch, kommt also für die uns jetzt interessierende Fossilschicht nicht weiter in Betracht.

2. Die andere Fauna ist allein typisch für das grünsandige Gestein; sie besteht aus folgenden Arten:

Belemnites semicanaliculatus BLAINV.

Häufig, in Bruchstücken.

Douvilléiceras Martinii d'ORB. sp. var. **occidentalis** JACOB.

3 sicher bestimmbare Exemplare, wovon das grösste besonders breit ist, nämlich 18 mm auf 11 mm Höhe des Querschnittes.

Parahoplites crassicoatus d'ORB. sp.

Häufig und typisch, 15 Exemplare gesammelt; meist klein, das grösste mit zirka 35 mm Durchmesser und 13 mm Dicke. Querschnitt subrektangulär.

Hoplites sp. ind.

5 Bruchstücke mit kräftigen, breiten Rippen.

Desmoceras (Uhligella) sp. ind.,

wahrscheinlich *U. Zürcheri* JACOB, ein Bruchstück; Windung jedoch etwas breiter und niedriger.

Cerithium Sanctae-Crucis PICTET et C.

Zwei Bruchstücke, die genau mit den Abbildungen von PICTET et CAMPICHE, Sainte-Croix, pl. LXX, f. 14, übereinstimmen.

Plicatula inflata SOW. (= *Pl. radiola* d'ORB.)

Von JACOB l. c. p. 238, nach meiner Sammlung vom Nägeliberg zitiert.

Arca (Cucullaea) Mailleana d'ORB.

Ein schöner, ganzer Steinkern, stimmt genau überein mit d'ORBIGNY, Pal. française, p. 229, pl. 318, f. 5—6 aus dem Turon. Durch die für die genannte Art typische scharfe Furche der Arca von *Arca subana* Pict. verschieden. Länge 21.5, Höhe 15, Dicke 14 mm.

Venus Vibrayeana d'ORB.?

2 kleine Exemplare, die, soweit der Erhaltungszustand erlaubt, mit der genannten Art völlige Übereinstimmung erkennen lassen.

Discolides decoratus DESOR.,

die weitaus häufigste Art; zirka 40 Exemplare gesammelt.

¹⁾ A. Buxtorf. Exk. d. schweiz. geol. Ges. an d. Vierwaldstättersee, Eclogae geol. helv. 1905, Vol. IX, Nr. 1, p. 22.
CH. JACOB. Etudes sur la Partie moy. d. Terr. crét. etc., Grenoble 1907, p. 238. — Der Bergsturz befindet sich am Nägeliberg, nicht zwischen Frümser und Selun, wie l. c. angegeben.
ARN. HEIM. Crétacique moyen, B. S. G. F. 1909, p. 114.

Selun-Strichboden.

Strichboden. Etwa 200 m südlich der Hütte Strichboden, auf der Ostseite des nördlichen Ausläufers des Selungrates lässt sich bequem das folgende vollständige Profil verfolgen:

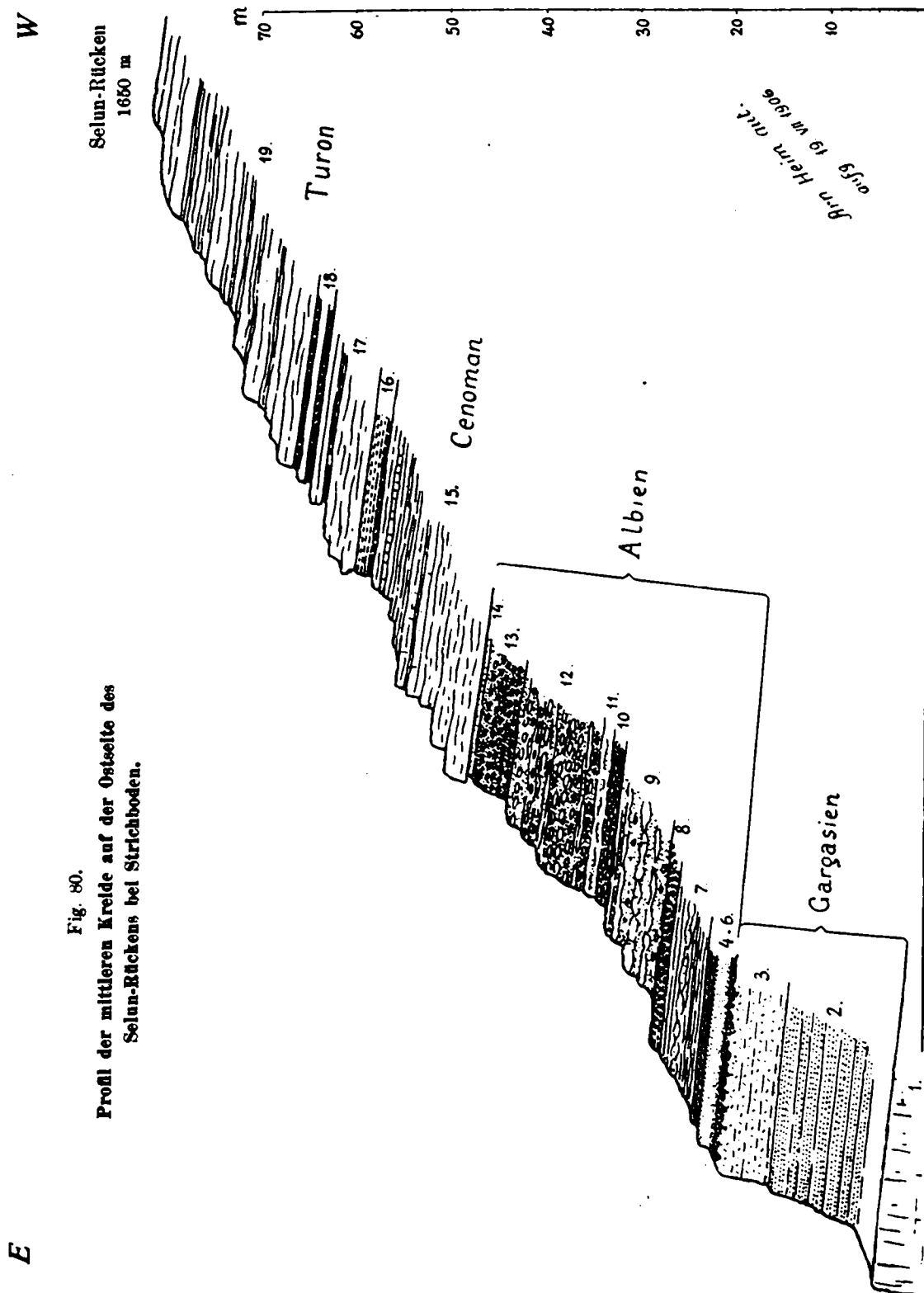


Fig. 80.
Profil der mittleren Kreide auf der Ostseite des
Selun-Rückens bei Strichboden.

- 1 = Schrattenkalk, blaugrau, massig, (Bedoulien).
- 2 = 12 m Brisi-Glauconitsandstein; Kontakt gegen den Schrattenkalk nicht aufgeschlossen. — Übergang in
- 3 = 5—6 m Echinodermenbreccie, mit Grünsandschlieren und einzeln zerstreuten hellgrünen Glauconitkörnern.
- 4 = Zirka 0.8 m Grenzschiefer zwischen Gargasien und Albien. Rauhkörniges, dunkelgrünes Quarz-Glauconitgestein, mit der liegenden Echinodermenbreccie knorrig verzahnt und nuss- bis faustgrosse Knollen von Echinodermenbreccie einschliessend. Übergang rasch in
- 5 = zirka 2 m Niederischichten; feinkörniger Grünsandstein, massig.
- 6 = 0.5—1 m? Fossilschicht, grünsandiger Kalk mit massenhaft *Inoceramus concentricus* PARK., nicht gut aufgeschlossen. — Übergang in
- 7 = 3.5 m schwach grünsandiger, mergeliger Kalk mit knolligen Kalkbänken und feinkörnigen Grünsandlagen, braun verwitternd. Häufig vorragende Steinkerne von *Inoceramus concentricus*. — Übergang in
- 8 = 1.5 m Fossilschicht wie 7, massenhaft *Inoceramus concentricus* 7 und 8 = Flubrigschichten? — Übergang
- 9 = 6 m dunkler Grünsand mit knolligen Kalkbänken, steril. Twirrenschichten. — Übergang allmählich.
- 10 = 1—2 m Basis der Knollenschichten. Grünsand mit Kalkkonkretionen.
- 11 = Zirka 1 m Kalklagen und -knollen, mit bis 0.5 m dicken Grünsandschlieren. Die Grünsandpartien enthalten vorragende Steinkerne von *Brancoeras varicosum* Sow. *Belemnites*, *Hamites*, Seeigel. Fauna der Lochwaldschicht.
- 12 = Zirka 9 m mittlere Knollenschichten. Feinkörniger Grünsandstein (zirka $\frac{2}{3}$) mit bis 15 cm dicken, länglichen Kalkknollen und -knolligen Bänken, fossil leer.
- 13 = 4 m obere Knollenschichten mit weit überwiegendem Grünsandstein, darin kleinere, nuss- bis faustgrosse Knollen von körnigem, grauem Kalk mit feinen Echinodermentrümmern. Im oberen Teil *Belemnopsis minimus* Liss. — Übergang in
- 14 = 0.5 m unterer Teil der Turrilitenschicht — Scharfe, meist klaffende Schichtfuge mit Discontinuität gegen
- 15 = 13 m unterer Seewerkalk (ohne Glauconitkörnchen), gelblichgrau, dicht, flaserig; im oberen Teil mit 10 cm dicken, kompakten dichten Bänken. — Übergang in
- 16 = 1.5 m roter Seewerkalk, Struktur wie 13; untere 20 cm dünnlinsig-schieferig, zurückgewittert, schwach rötlich; obere 1.4 m rein kalkig, fleischrot bis blass anwitternd, Fläsern 2 cm dick. — Übergang in
- 17 = 6 m gewöhnlicher grauer Seewerkalk.
- 18 = 2.1 m Seewerkalk, untere Bank 0.8 m, dünnlinsig, zurückwitternd, kräftig fleischrot; obere Bank 0.8 m, schwach rötlich; dazwischen 0.8 m gewöhnlicher grauer Seewerkalk.
- 19 = Zirka 20 m grauer, dichter, flaseriger Seewerkalk.

Von besonderem Interesse sind die Basisschichten des Albien 4—6 mit dem zum erstenmal typisch auftretenden, wenn auch noch erst etwa 2 m mächtigen Grünsandstein der **Niederischichten 5**, die sich rasch aber ohne erkennbare Diskontinuität aus der Echinodermenbreccie entwickeln. Flubrig- und Twirrenschichten scheinen 150 m NE des beschriebenen Profiles zusammen gegen 15 m mächtig zu sein.

Die Lochwald-Fossilschicht ist noch nicht individualisiert; ihr typischer Vertreter, *Brancoeras varicosum*, tritt hier nicht ganz an der Basis der Knollenschichten, sondern vereinzelt in der etwas höheren Kalklage 11 auf.

Selungipfel. Noch übersichtlicher und mächtiger als bei Strichboden, aber weniger leicht begehbar ist das imposante dunkle Gaultband 1.5 km weiter südlich auf der Ostseite des Selungipfels 2207 m (Fig. 64 und Taf. III). Das Albien erreicht hier stark 40 m Mächtigkeit, wovon mehr als die Hälfte den typisch ausgebildeten Knollenschichten zufällt.

Die Grenze zum hangenden unteren Seewerkalk ist messerscharf.

Die oberen 1,5 m der Grünsandschichten bestehen aus dunkelm Grünsand, der massenhaft *Belemnopsis minima* Liss. enthält. Vielleicht handelt es sich um das mit Ausnahme der Belemniten fossilere Äquivalent der Turrilitenschicht, vielleicht aber auch nur um die obersten Knollenschichten.

Die Knollenschichten sind überaus typisch und mächtig (24 m) entwickelt und weisen Kalkkonkretionen bis zu Kopfgrösse auf.

Die Lochwaldschicht ist hier bereits deutlich individualisiert in Form einer etwa 1 m mächtigen Grünsandbank ohne Kalkknollen, mit Cephalopoden.

Die Twirrenschichten bilden zirka 7 m kompaktere grünsandige Kalklagen und sind durch eine scharf ausgewitterte Kerbe von den etwa gleich mächtigen liegenden Schiefermergeln der Flubrigschichten deutlich abgetrennt (Phot. Fig. 64).

Leider unterliess ich es, die Basisschichten des Albien auch hier einer genauen Untersuchung zu unterziehen.

Mittlere Churfürsten, Brisi-Scheibenstein.

In dieser ganzen Gruppe kann kein einziges vollständiges Gaultprofil aufgenommen werden (Walenseekarte). Doch sind die folgenden Einzelheiten erwähnenswert.

Auf der breiten Fläche der Selamattalp nördlich des Brisi, die zum grossen Teil auf Knollenschichten steht, konnte ich allerdings bei schlechtem Wetter eine sonst nirgends bekannte Einlagerung von Seewerkalk in den Knollenschichten beobachten. Die einzige Stelle dieser Art sah ich gerade dort, wo das Weglein über das Südende der Knollenschichtenfelsköpfe östlich Thurtaler-Stofel führt. Die Seewerlage ist auf der Karte als Seewerkalk hervorgehoben, obwohl es mir wahrscheinlich wurde, dass es sich um eine lokale Seewerfacies in den Knollenschichten handelt. Diese Seewerschlieren sind bläulichgrau und haben genau das Aussehen von echtem Seewerkalk mit dunkeln Häuten. Die Seewerkalkschlieren sind selbst wieder durchzogen von roten und grünen Flecken. Sie erreichen höchstens 2 m Mächtigkeit und verlieren sich nach N wie nach S allmählich, oft nur noch eine 10 cm dicke Schicht zwischen Grünsand bildend. Diese abnorme Seewerfacies im Grünsand der Knollenschichten erinnert an den reziproken Fall der gaultartigen Grünsandfacies im Seewerkalk vom Ostende des Säntis.

Die Lochwaldschicht, die in den westlichen Churfürsten noch nicht individualisiert ist und erst am Selun eine Sonderstellung einzunehmen beginnt, weist am Brisi schon eine ziemlich ausgiebige Fauna auf. Die Fossilschicht ist zwar auch hier noch nicht scharf gesondert; die Petrefakten treten im Grünsand an der Basis der typischen Knollenschichten auf, aus der sich von Nord nach Süd die Lochwaldschicht entwickelt.

Herr Dr. CHARLES JACOB, jetzt in Bordeaux, hatte 1905 die Güte, die ihm zugesandten Petrefakten von der Basis der Knollenschichten des Brisi zu bestimmen, wovon die für die Altersbestimmung wichtigen Ammoniten bereits in seinem Werke¹⁾ zitiert sind. Die Petrefakten stammen aus grossen Bergsturzböcken; die Fundstelle ist in der Walenseekarte mit * bezeichnet.

Brancoceras varicosum Sow.

sehr häufig, typisch, klein, grösstes Exemplar mit 1 cm Windungsdicke, wobei der Kiel verloren geht. Rippen typisch bis sehr kräftig und breit.

Desmoceras Beudanti BRONG. sp. var. **Jacobi** nov.²⁾.

D. Beudanti auct. non. BRONG., variété de la Perte du Rhone. Ein gutes Bruchstück mit Loben.

Desmoceras (Puzosia) cf. Mayoriana d'ORB.,

ein ganzer, sehr kleiner Steinkern von bloss 14 mm Durchmesser.

Hamites virgulatus BRONG. Bruchstücke von etwa 6 Exemplaren.

Hamites Venetianus PICT., ein gutes Bruchstück.

Hamites Charpentieri PICT., ein gutes Bruchstück.

¹⁾ CH. JACOB, Etudes pal. et stratigr. sur la partie moyenne des terrains crétacés, thèse, Grenoble 1907, p. 238.

²⁾ Nach JACOB, Etude 1907, p. 52, unterscheidet sich diese Form vom Typus der Zone V durch stärker geteilte Sutar und fast symmetrischen ersten Laterallobus.

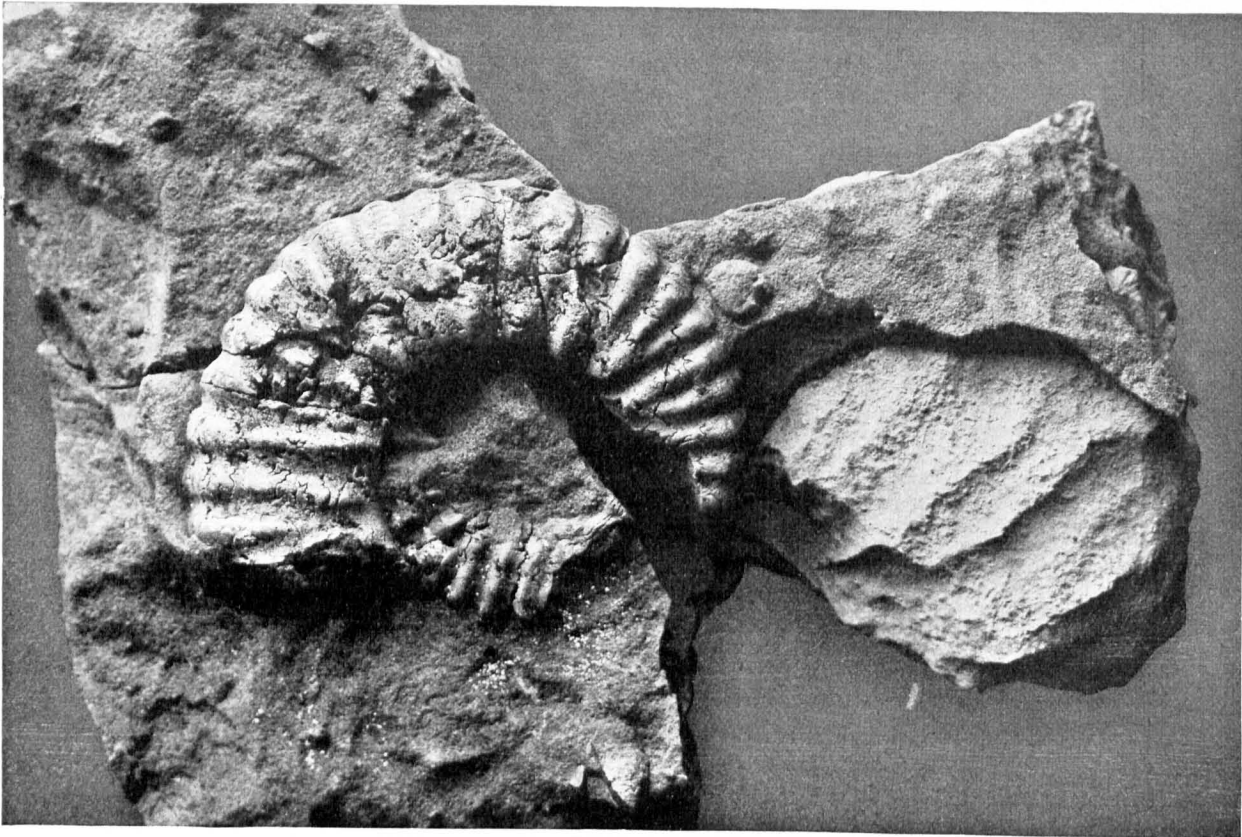
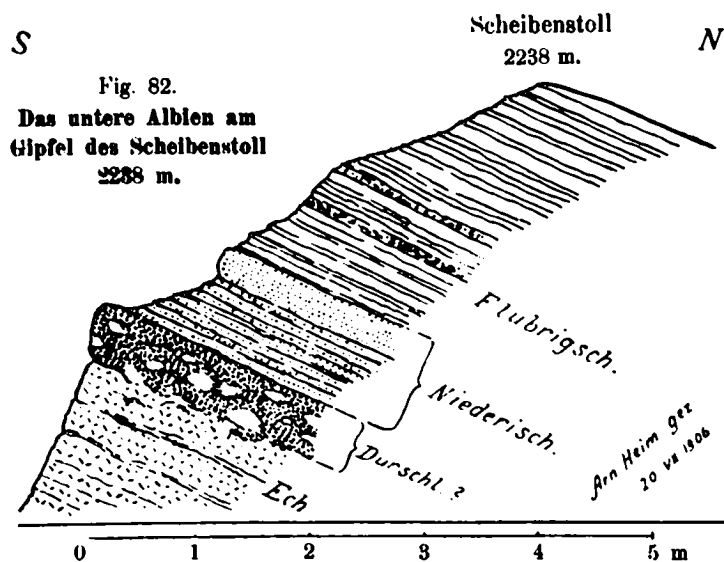


Fig. 81. Basis der Knollenschichten vom Nordfuss des Brisi mit Kalkknolle rechts und *Mortoniceras inflatum* Sow., in natürlicher Grösse, Phot. ARNOLD HEIM.

Ausser diesen Arten fand und bestimmte ich *Inoceramus concentricus* PARK., ein einziges Exemplar gefunden. Fragmente von Echiniden und Gastropoden.

Mortoniceras inflatum Sow. sp.,

grosses, typisches Exemplar von 82 mm Durchmesser; Windungsdicke zirka 26 mm bei 24 mm Höhe; kräftiger Kiel, eingesenkt (Fig. 81).



Die knorrigen Grenzsichten der Echinodermenbreccie zum unteren Albien lassen sich bei Thorloch nördlich des Frümser, in den Bergsturzböcken des Brisi, aber noch besser am Anstehenden des Scheibenstollgipfels 2238 m beobachten, der auf der Echinodermenbreccie noch eine Kappe von unterem Albien bis Flubrigschichten trägt.

Fig. 82 zeigt das folgende Profil, von oben:

Flubrigschichten, 3—5 m erhalten; feinkörnig quarzsandiger, dünnplattiger Kalk, unebenflächig, bräunlich und schieferig angewittert. Im oberen Teil massenhaft *Inoceramus*

concentricus PARK. und einzelne unbestimmbare Ammoniten von 20 cm Durchmesser. Zirka 60 cm über den Niederischichten und höher mit *Belemniten* und *Gastropoden*. — Übergang Niederischichten zirka 1 m.

b) Oberer Teil 0.3 m feinkörniger Glauconitsandstein.

a) Unterer Teil 0.6—0.7 m dunkelgrüngrauer Glauconitsandschiefer.

Durschlägischicht (?) 0.3 m Glauconitsandstein mit einzelnen bis faustgrossen Knollen von Echinodermenbreccie, grobkörniger als die Niederischichten. — Knorriger Übergang innerhalb 10 cm

Echinodermenbreccie zirka 8 m }
Glauconitsandstein zirka 9 m } Brisischichten.

An allen oben genannten Stellen lässt sich innerhalb einiger Dezimeter ein schlierig-knorriger Übergang der Echinodermenbreccie in das untere Albien feststellen.

Östliche Churfürsten im allgemeinen.

Sowohl die gesamte mittlere Kreide (zirka 90 m), als auch das Albien für sich erreichen in den östlichen Churfürsten, speziell vom Tristenkolben bis zur Niederi, eine maximale Entfaltung.

Albien. Das obere Albien misst allein 26 m Mächtigkeit. Von besonderer Bedeutung werden auch die Niederischichten, die am schönsten unmittelbar westlich der Niederi-Passlücke 1833 m zu beobachten sind und von den Churfürsten an stets in gleich charakteristischer Facies sich durch die ganze Alviergruppe hindurch verfolgen lassen.

Auch das tiefste Albien ist durchweg ausgebildet in Form eines Überganges der Echinodermenbreccie in eine dunkelgrüne Grünsandbank, die ich als wahrscheinliches Äquivalent der Durschlägischicht betrachte. Ausser den Profilen des Gamserrugg und der Niederi sind die wichtigen Grenzschichten von Gargasien und Albien auch aufgeschlossen auf der Nordseite des Gamserrugg, am Weglein von Freienalp nach der Alp Gams, westlich vom Gamsbergli. Hier springt die Ähnlichkeit mit den Durschlägischichten von Wildhaus bis Durschlägi in die Augen. Man trifft nämlich von oben:

d) Niederischichten, feinstkörniger Glauconitsandstein, grüngrau, mit tonigen Zwischenlagen; untere 1.5 m kompakt. — Übergang

c) zirka 50 cm ziemlich grobkörniger Grünsand, intensiv grün, kompakt. — Übergang

b) 30 cm Grünsand wie c, mit bis faustgrossen Knollen von grünsandiger Echinodermenbreccie.

d) Gewöhnliche Brisi-Echinodermenbreccie.

Man möchte unwillkürlich folgende Parallele ziehen:

c = 6c in Fig. 73, pag. 239 = Niveau der Durschlägi-Fossilschicht.

b = 6b in Fig. 73, pag. 239.

Gargasien. Mit dem Eintritt in die östlichen Churfürsten ist das Gargasien nach unten scheinbar plötzlich um eine ganze Stufe mächtiger geworden. Es ist ein etwas mergeliges, schwarz anwitterndes, knorriges Grünsandgestein, das sich mit beidseitig scharfer Grenze zwischen die Brisischichten und den oberen Schrattenkalk einschiebt. Diese Stufe, die ich nach dem Gamserrugg als Gamserschichten bezeichne, lässt sich, soweit bis jetzt beobachtet, durch die ganze Alviergruppe hindurch verfolgen. Am Scheibenstoll konnte ich die Gamserschichten noch nicht sicher nachweisen, dagegen erreichen sie bereits im Couloir beim Aufstieg zum Hinterrugg etwa 15 m Mächtigkeit.

Die Brisi-breccie nimmt langsam nach Osten an Mächtigkeit ab.

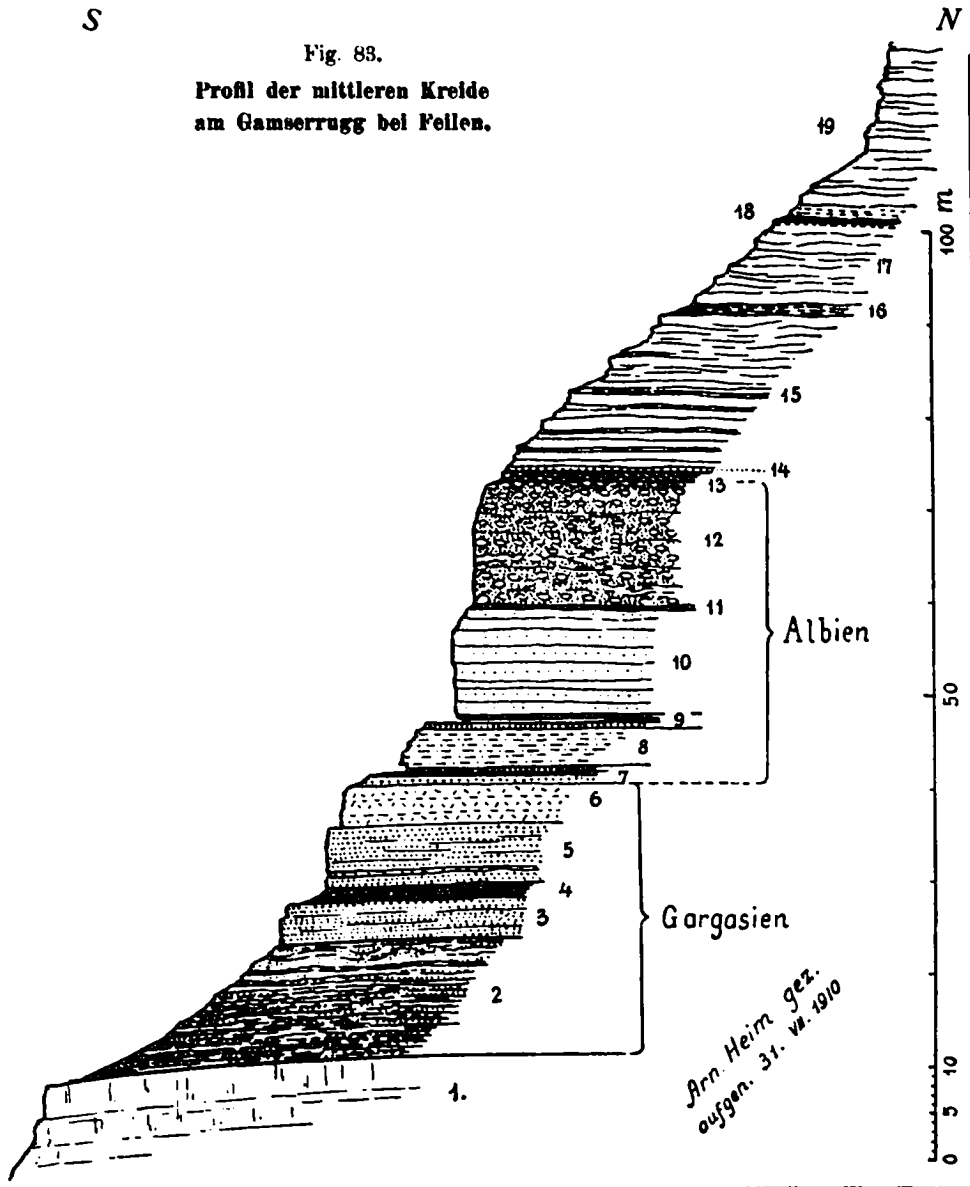
Gamserrugg.

Wohl das vollkommenste Profil, bei horizontaler Schichtlage und ohne jede erkennbare tektonische Reduktion, ist aufgeschlossen am Südabfall des Gamserrugg von Feilen bis zum Sattelkopf. Allerdings wird es hier notwendig, zur Feststellung sämtlicher Schichtgrenzen und Mächtigkeiten etwas

seitlich hin und her zu klettern. Dann aber bleibt auch nicht eine fingerbreite Lücke von den Gamserschichten bis zum oberen Seewerkalk (Fig. 83):

S

Fig. 83.
Profil der mittleren Kreide
am Gamserrugg bei Fellen.



- 1 = oberer Schrattenkalk, in den oberen Lagen vollschwarzer vorragender Schalen und verkieselter Korallenstöcke. Kontakt nicht aufgeschlossen gegen
- 2 = zirka 14 m Gamserschichten. Braunschwarzer etwas mergeliger Sandstein, mit Glauconit, knorrig schieferig, im oberen Teil massiger. — Vollkommen scharfe Grenze gegen
- 3 = 4.8 m unterer Brisi-Glauconitsandstein, massig, klingend; unterer Teil ziemlich reich an Glauconit, braust schwach mit verd. HCl; oberer Teil quarzitisches, braust nicht.
- 4 = 1.5 m gleiches Gestein wie 2.
- 5 = 6.4 m oberer Brisi-Glauconitsandstein, massig, glauconitreich, feinkörnig, quarzitisches, braust schwach mit verd. HCl. 1.5 m über 4 ist eine 0.15—0.3 m dicke knollige Kalkbank eingelagert;

sie ist feinkörnig, grau, fast dicht und geht nach W rasch über in Grünsand mit groben Quarzkörnern bis 3 mm, der massenhaft verkieselte Schalenbruchstücke enthält und kleinere Kalkknollen einschliesst.

- 6 = 4.5 m Brisi-Echinodermenbreccie; unten feinkörniger, sandiger Echinodermenkalk; Mitte und oben grobkörniger mit einzelnen *Orbitolinen*. — Übergang in
- 7 = 0.9 m Grünsandbasis des Albien.
 - a) 80 cm kalkiger Grünsand mit Knauern bis 10 und 25 cm (nicht Geröllen) von Echinodermenkalk. *Dentalium* sp.
 - b) 15 cm Fossilbank. Knolliger kalkiger Grünsand mit viel schwarzen Phosphoritknollen, jedoch arm an bestimmbar Petrefakten: *Terebratulula Dutempleana* d'ORB.; *Janira quinquecostata* d'ORB., klein, grosse Schale nur 11 mm lang. Diese Schicht entspricht genau der Fossilbank von Naus und ist vermutlich die Durchschlägischicht. — Übergang innerhalb weniger Centimeter in

- c) 45 cm intensiv grüne Bank von körnigem Grünsandkalk, bildet ein tief zurückgewittertes Fels-
gesimse. — Rascher Übergang in
- 8 = 4.5 m Niederisandstein.
- a) 40 cm kompaktere vorspringende Bank, feinkörnig, graugrün, braust schwach mit verd. HCl.
b) 3.9 m etwas schieferig, schwarzgrau, etwas tonig, mit kompakteren Lagen, braust kaum mit
verd. HCl. Zinnoberröte Flechten auf 8—9 a. — Übergang allmählich in
- 9 = 0.8 m Flubrigschichten.
- a) 40 cm feinkörniger kalkiger Grünsand, grau, nur durch HCl Reaktion deutlich von 8 b unter-
scheidbar.
b) 5—20 cm spaltenförmig zurückgewitterte Bank aus gelb verwittertem feinkörnigem etwas
mergeligem Grünsand. Ein *Belemnites minimus* Liss. — Scharfe Grenze gegen
c) 0.8 m Fossilbank voll erbsen- bis nussgrosser, schwarzer Phosphoritknollen in grünsandigem,
feinkörnigem Kalk; bildet den Fuss der Twirrenwand. Petrefakten sehr schlecht erhalten,
Schalen meist verschwunden; unbestimmbare *Gastropoden*. — Übergang 2—3 dm in
- 10 = 11.5 m Twirrenschichten. Grünsandiger, feinkörniger Kalk in knorrigen, dicken Bänken,
mit den Knollenschichten zusammen eine 25 m hohe, hellbräunliche bis bläuliche, senkrechte Fels-
wand bildend. Fossilsteinkerne von unten bis oben zerstreut; kleine Exemplare von *Inoceramus*
concentricus, einzelne *Belemnites* und *Ammoniten*. — Übergang rasch in
- 11 = 0.9 m Lochwaldschicht.
- a) 0.8 m Fossilbank. Grünsand mit knorrigen Kalkknollen, erfüllt mit Steinkernen, besonders
Cephalopoden.
b) 0.4 m kompakter, kalkiger Grünsand mit weniger häufigen Petrefakten. — Übergang in
- 12 = 13.5 m Knollenschichten wie an der Niederi. — Übergang allmählich in
- 13 = 0.9 m Turrilitenschicht, fossilarm (vergl. pag. 214). — Scharfe Grenze und Diskontinuität
gegen
- 14 = 0.4 m Überturrilitenschicht, oberer Teil (pag. 214). — Übergang in
- 15 = 17 m grauer, unterer Seewerkalk γ .
- 16 = 1 m roter Seewerkalk.
- 17 = 9 m grauer Seewerkalk δ .
- 18 = 2.4 m roter und blasserötlicher Seewerkalk.
- 19 = bis zum Gamserruggplateau zirka 50 m oberer, grauer Seewerkalk ϵ (15—19 vergl. pag. 192).

Die Lochwaldschicht 11 a hat am Gamserrugg folgende Ausbeute geliefert:

Belemnopsis sp., kleine Bruchstücke.

Mortoniceras Bouchardianum d'ORB.,

2 schöne, kleine Bruchstücke; 10 mm Breite der Windung, relativ breiter Querschnitt.

Brancoceras varicosum Sow., zwei Exemplare gesammelt.

Desmoceras Beudanti BRONG. var. *Jacobi*,

4 Bruchstücke mit teilweise sichtbaren Loben, deren erster Lateral annähernd symmetrisch ist.

Desmoceras (Puzosia) Mayorianum d'ORB., sp., 2 schlechte Bruchstücke.

Hamites Charpentieri PICTET,

3 Bruchstücke mit relativ weit abstehenden Rippen; Bestimmung nicht ganz sicher.

Hamites Venetianus PICTET, 2 gute Bruchstücke.

Turrilites plicatus d'ORB.!,

ein schönes Bruchstück mit zwei Windungen, zirka 25 mm Durchmesser, d. h. etwas grösser als in
d'ORBIGNY, Pal. française, pl. 143, f. 7—8; rechts drehend.

cf. *Pleurotomaria lima* d'ORB.,

Bruchstück eines kleinen Steinkerns mit messerscharfem Rand und niedriger Windung.

Natica gaultina d'ORB., ein schöner, ganzer Steinkern.

Inoceramus concentricus PARK., meist klein, nicht selten, ein Exemplar bis 23 mm.

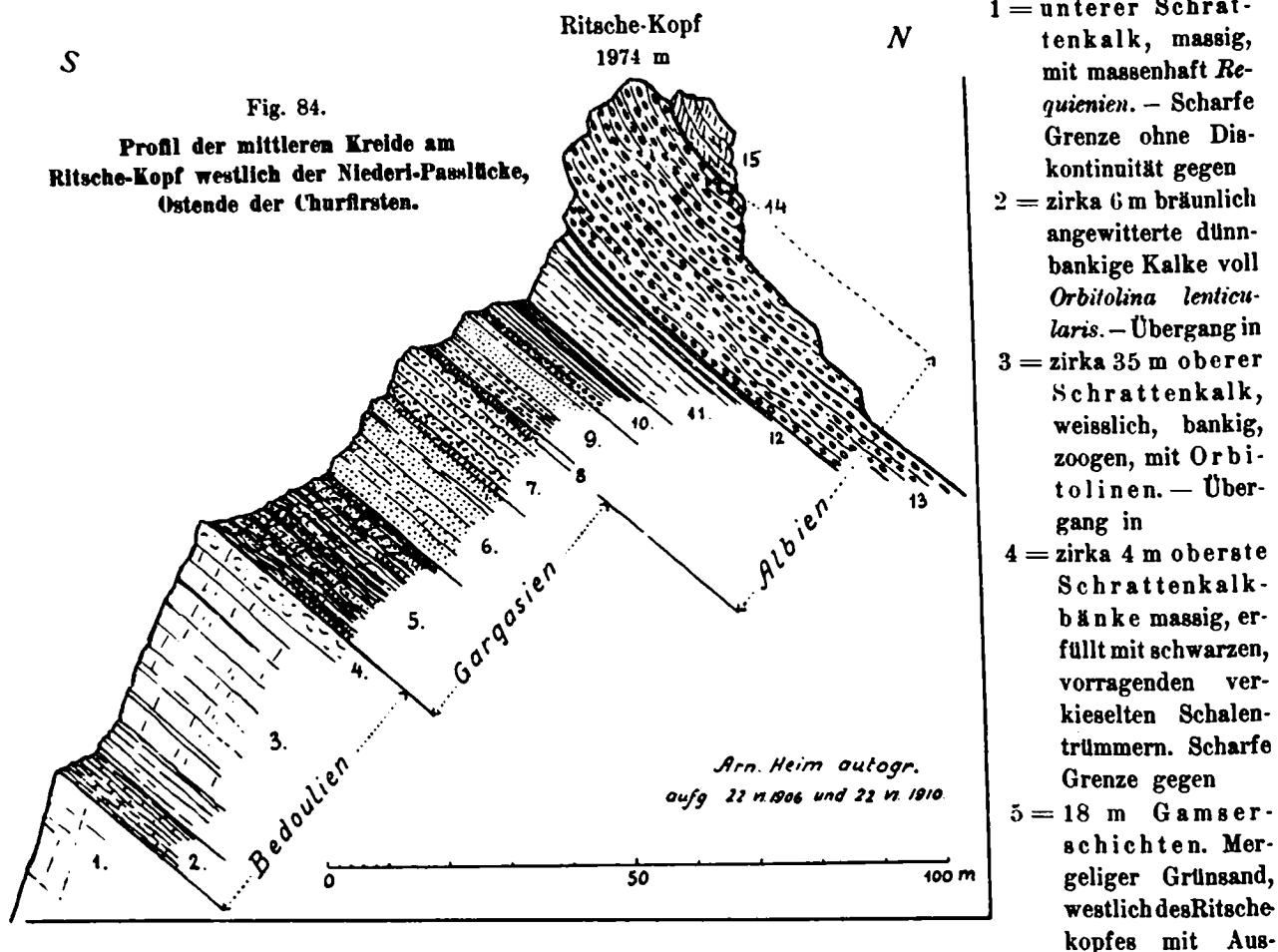
Inoceramus sulcatus PARK., typisch, nicht selten.

Terebratula Dutempleana d'ORB., 3 Steinkerne, worunter ein Bruchstück von 36 mm Länge.

Trochocyathus conulus FROM., häufig.

Nideri-Ritschekopf.

Dieses Profil, das sich an den steilen Gras- und Felsbändern südlich des Ritschekopfes 1974 m erklettern lässt, führt uns die grösste Gesamtmächtigkeit vor, unterscheidet sich aber auch in den Einzelmächtigkeiten¹⁾ und der Ausbildung des mittleren Albien von dem 1 km weiter nördlichen des Gamserruggs (Fig. 84):



¹⁾ Die hier gegebenen Mächtigkeiten entsprechen den direkten Messungen. Die Gesamtmächtigkeit der mittleren Kreide ergibt sich dadurch auf 96, die photogrammetrische Bestimmung aber nur 89 m. Die Differenz rührt wohl hauptsächlich von kleinen Querbrüchen her, die oft ungenügend aufgeschlossen sind, ferner, besonders für das Grasband zwischen dem Niderisandstein 9 und den Twirrenschichten durch die Schwierigkeit einer brauchbaren, direkten Messung überhaupt. Die photogrammetrischen Mächtigkeiten, die in der später folgenden Tabelle gegeben sind, entsprechen wohl besser der Wirklichkeit; sie sind übrigens am Profil des Tristenkolbens genommen, während sich die direkten Messungen auf das 700 m weiter östlich gelegene Profil vom Ritschekopf beziehen. Ein Teil der geringfügigen Differenz mag auch darin begründet sein.

- c) 4—7 m kompakte, ziemlich feinkörnige Echinodermenbreccie; zu oberst nehmen die Grünsandbänder wieder reichlich überhand. Keine grobe Quarzkörner mehr beobachtet. — Übergang in
- 8 = 1 m körniger Grünsandstein, Durchschlägischichten (?)
- a) 0.2 m zäher, klingender, körniger Grünsandstein mit reichlichen Echinodermentrümmern, vom Typus der Brisischichten.
- b) 0.4 m massiger Grünsandstein, zäh, braust nicht mit HCl, enthält jedoch einzelne nussgrosse Gerölle? von Echinodermenbreccie; reich an FeS₂ in feiner Zerteilung, sowie in feinkörnigen bis faustgrossen Knollen; daher poröse, rostige Verwitterung.
- c) 0.4 m ziemlich grobkörniges Grünsandgestein, etwas schieferigplattig zerfallend, kalkhaltig, sehr reich an schwarzgrünen Glauconitkörnchen (zirka 30 %), aber auch hellgrünen, giftig gelbgrünen, blauweissen, kreideweissen und rostigen Körnchen von 0.5 mm; fossilteer. — Übergang in
- 9 = 9 m Niederischichten. Feinstkörnige, kieseligtonige Schichten mit fahlgrauer Anwitterungsfarbe und schwefelgelben Flechten bewachsen.
- a) zirka 2.5 m etwas schieferig tonig, zurückwitternd, frisch schwärzlichgrau, mit reichlich feinsten hell- und dunkelgrünen Glauconitkörnchen; braust nicht mit verdünnter und nur im oberen Teil mit konzentrierter HCl.
- b) 6.5 m massigere Schichten, bilden ein von weitem erkennbares fahl angewittertes Felsband. Sehr feinkörniges, grünlichgraues Gestein, reich an schwarzgrünen Glauconitkörnchen; feinste Quarzkörnchen, in der Sonne glitzernd; braust kaum mit verdünnter, wohl aber mit konzentrierter HCl. — Übergang in
- 10 = zirka 6 m? Flubrigschichten, nicht gut aufgeschlossen.
- a) 1 m graues mergeliges Gestein, ähnlich 9 b, vielleicht besser zu 9 zu stellen, nach der Abwitterung jedoch deutlich von 9 getrennt. Übergang in
- b) 0.4 m Fossilschicht. Grauer, fein grünsandiger Kalk voll schwärzlicher Fossilsteinkerne, etwas schwer zugänglich. Kleine *Belemniten* und *Inoceramus concentricus* PARK., sonst nichts bestimmbar.
- c) zirka 3 m grauer, sehr feinkörniger, zäher, etwas grünsandiger Kalk, etwas plattig abwitternd, blaugrau mit etwas rostiger Rinde, ähnlich 9 angewittert.
- d) 2 m? Rasenband ohne Aufschlüsse, wohl mergeligen Schichten entsprechend.
- 11 = 12 m Twirrenschichten. Schwach grünsandiger Kalk, inwendig grau, fast dicht; bräunliche Felsen.
- a) 8—10 m kompakt, ohne regelmässige Bankung, z. T. mit faserigem Bruch, enthält schlierenförmig massenhaft Steinkerne von *Inoceramus concentricus* PARK.
- b) 2 m feinkörnige Kalkbänke von 1—4 dm. — Übergang in
- 12 = 0.6—0.8 m Basis der Knollenschichten oder Lochwaldschicht.
- a) 0.4 m glauconitreicher kalkiger Grünsand mit einzelnen Kalkknollen, arm an Fossilsteinkernen.
- b) 0.8—0.4 m Fossilschicht. Grünsand mit Kalkknollen, erfüllt mit schwarz vorragenden Fossilsteinkernen, die sich nach oben allmählich verlieren und vereinzelt noch 1—2 m hoch in die Knollenschichten hinaufreichen.
- Belemnopsis*, *Brancoeras varicosum* Sow. ziemlich häufig, *Desmoceras* gr. *Beudanti* BRONG., *Hamites*, *Inoceramus concentricus* PARK., und *I. sulcatus* PARK. häufig, *Terebratula* sp. wahrscheinlich *Dutempleana* d'ORB., *Trochocyathus conulus* FR. — Übergang in
- 13 = 25 m? Knollenschichten. Dunkelgrüner, kalkiger Grünsand mit scharf abgegrenzten Kalkknollen, massige Felswände bildend. — Übergang in
- 14 = zirka 0.4 m Turritilenschicht?, körniger, grünsandiger Kalk mit einzelnen vorragenden Petrefaktensteinkernen, nicht gut aufgeschlossen.
- 15 = Seewerkalk (im untersten Teil noch vereinzelt Glauconitkörnchen enthaltend = Überturritilenschicht).

e) Alviergruppe.

Alviergruppe im allgemeinen.

In der Alviergruppe nimmt die mittlere Kreide gewaltige Flächen ein, ist aber nur an einigen Punkten gut aufgeschlossen, und zwar dort, wo sie ihre höchste Erhebung erreicht: am Sichelkamm, am Kapf bei Sisiz und am Hurst.

Das Albien nimmt nach Südosten und Osten langsam an Mächtigkeit ab. Flubrig- und Twirrenschichten werden mehr und mehr durch die Nieder-Sandsteinfacies verdrängt.

Das Gargasien wird verhältnismässig mächtiger, und an deren Basis schalten sich wieder neue Horizonte ein, die im gesamten nordwestlicheren Gebiete fehlen: Die Luteremergel und der Basisgrünsand am Hurst.

Nausalp-Obersäss.

Das in Fig. 85 abgebildete Profil ist leicht zugänglich 50—100 m östlich der Hütten Nausalp-Obersäss in der Sichelkamm-Mulde. Es stimmt mit dem später behandelten von Gulms und am Sichelkamm überein, dessen Schichtkontakte zwar besser aufgeschlossen, aber schwer zugänglich sind.

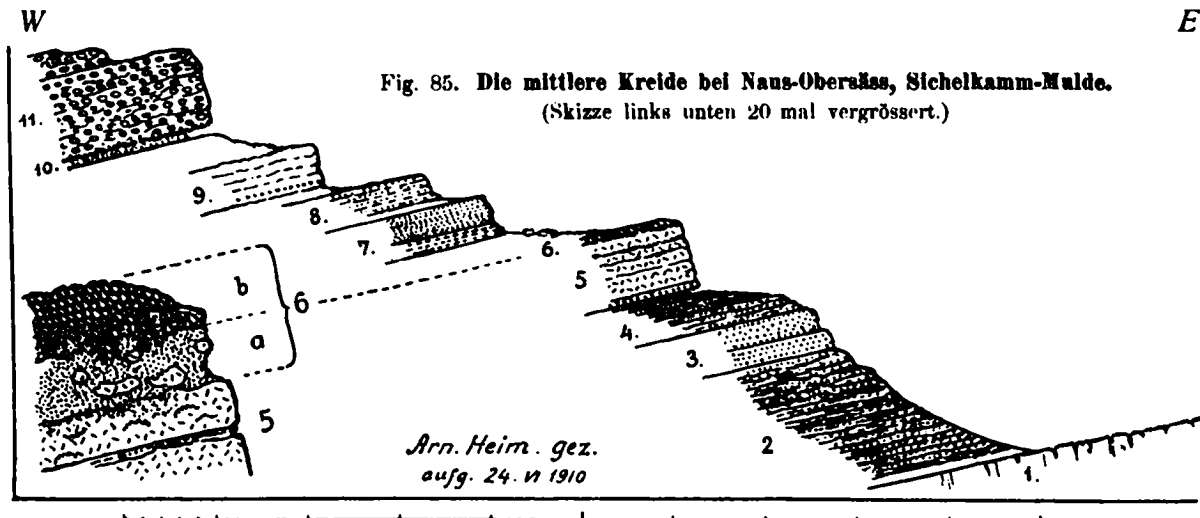


Fig. 85. Die mittlere Kreide bei Naus-Obersäss, Sichelkamm-Mulde.
(Skizze links unten 20 mal vergrössert.)

- 1 = oberer Schrattenkalk, massig, blaugrau, mit vorragenden, verkieselten Schalentrümmern und einzelnen *Orbitolina lenticularis*. Kontakt gegen 2 nicht aufgeschlossen.
- 2 = zirka 15 m Gamserschichten. Schwärzlicher Grünsandstein, etwas mergelig, im oberen Teil relativ kompakt, genau gleiche Schichten wie am Gamserrugg, Nr. 2 in Fig. 83. Nach oben scheint ein allgemeiner Übergang zu sein in
- 3 = 5 m? Brisisandstein, massig.
- 4 = 4.5 m schwärzlicher, mergeliger, flaserig-knorriger Grünsand vom Typus 2; darüber eine beidseitig scharf begrenzte Bank von feinkörnigem, klingend hartem, quarzitischem Grünsandstein, eine Hohlkehle bildend.
- 5 = 7.5 m Brisibreccie.
 - a) 0.8 m rauh sandige Bank, äusserst zäh, inwendig dunkel, mit feinen Echinodermentrümmern, schwarz angewittert; enthält einzeln zerstreut bis 4 mm grosse Quarzsandkörner, worunter auch bläuliche und rote. *Belemnites* sp. (1 Exemplar), *Isastraea* sp. oder *Thamnastraea* sp. verkieselt (1 Exemplar).
 - b) 3 m kompakte Echinodermenbreccie, bräunlich angewittert. Im unteren Teil noch einzelne Quarzgerölchen wie a) enthaltend.
 - c) 3.7 m Echinodermenbreccie mit schwarz angewitterten, rauh vorragenden Sandschlieren, etwa gleich viel wie Echinodermengestein, in unregelmässigen Bänken von 1—2 dm. Oberste Bank 0.35 m sandig mit verkieselten Austernschalen. — Übergang in
- 6 = 0.6 m Durchschlägischichten, als Fossilbank ausgebildet:
 - a) 0.3 m zäher, kalkiger, körniger Grünsand, knorrig mit dem Liegenden verknüpft, enthält Knollen (Gerölle?) von Echinodermenbreccie; Fossilsteinkerne vereinzelt; braust mit verdünnter HCl.
 - b) 0.3 m Fossilbank; kalkiger Grünsand voll schwärzlicher Phosphoritknollen und Steinkerne, stärker kalkig und leichter verwitterbar als a; dunkelbraune Verwitterungsrinde. Petrefakten meist schlecht erhalten und trotz Fehlens von tektonischen Quetschungserscheinungen meist schief gedrückt. — Kontakt nicht aufgeschlossen gegen

7 = 4.8 + ? m Niederischichten.

a) 1.8 m + ? inwendig blauschwarzes, feinstkörniges, toniges Grünsandgestein, mit einzelnen feinen Glimmerschüppchen, zerfällt in scharfkantige Stückchen, braust nicht mit HCl.

b) 3 + ? m massiges Gestein, sehr feinkörnig, fahl aschgrau angewittert, braust kaum mit verdünnter, wohl aber mit konzentrierter HCl.

8 = zirka 4 m feinkörniger kalkiger Grünsand, grau angewittert, schlecht aufgeschlossen; Flubrigschichten?

9 = 6 + ? 4 m Twirrenschichten.

a) 0.8 m inwendig blaugraue Bank von klingendem, fast dichtem Kalk;

b) 0.8 m Fossilbank mit massenhaft *Inoceramus concentricus* PARK., andere Petrefakten nicht bestimmbar; allmählich nach oben ausklingend;

c) 5.8 + ? m kompakter grünsandiger Kalk mit häufigen vorragenden Fossilsteinkernen wie b. Kontakt nicht aufgeschlossen gegen

10 = 0.8 m Lochwaldschichten; Basis der Knollenschichten.

a) 0.8 m etwas schieferig abwitternde Bank von grünem Kalkgrünsandstein;

b) 0.4 m Fossilschicht. Feinkörniger Grünsand mit Kalkknollen, dazwischen alles erfüllt mit z. T. gut erhaltenen Fossilsteinkernen. — Übergang in

11 = 25 m? Knollenschichten, typisch, wie überall, in der unteren Wand knollige Kalkbänke und Kalkknollen, faust- bis kopfgross, eher mehr Grünsand als Kalkknollen.

Die Basisbank des Albien 6 tritt bei Naus wieder fossilführend auf und zeigt sowohl lithologisch, als auch palaeontologisch eine so verblüffende Übereinstimmung mit der Albienbasis von Wildhaus bis Durschlägi, dass an der Zugehörigkeit der Fossilbank 6b zur Durschlägischicht kaum mehr gezweifelt werden kann. Diese liegt aber hier unter den Niederischichten, die an der Durschlägi wie bei Wildhaus vollständig fehlen. Da wie dort tritt an Häufigkeit wieder die typische, grosse *Terebratula Dutempleana* in den Vordergrund. Ich konnte folgende Arten bestimmen¹⁾:

Anisoceras Blancheti PICTET et C. (*Ancyloceras*) ?,

ein schlechtes Bruchstück mit schwachen Rippenknoten.

cf. **Pleurotomaria regina** PICTET et R.,

ein ganzer Steinkern mit ziemlich scharfem Rand, Durchmesser 24, Höhe 12 mm, unterscheidet sich von PICTET et Roux, grès verts, pl. 24, f. 2 durch etwas weniger breiten Querschnitt der Windung.

? **Aucella** sp.,

ein guter Abdruck einer konkaven Schale mit Schlosszähnen, rund, breit, mit feiner Radialstreifung und unregelmässigen konzentrischen Anwachsstreifen.

Sphaera (Corbis) sp. ind.,

zwei halbe Steinkerne, der grössere zirka 32 mm breit und 25 mm hoch, erinnert von der Schlossseite ganz an *S. gaultina* PICTET et R., ist jedoch von der Seite gleichmässig rund, nicht wie in „grès verts“, pl. 34, f. 4 b.

Cardita sp. nov. ?,

wohl Gruppe der *C. Constantii* d'ORB. (*Venericardia*), jedoch viel weniger inaequilateral; mit zusammengesetzten Rippen, die aus 3—4 sehr feinen Rippchen bestehen. Ein halber Steinkern mit Schale, 21 mm hoch und 22 mm breit.

Hinnites Studeri PICTET et R. ?,

ein junges Exemplar von zirka 2 cm, schlecht erhalten, mit Resten der Schale, die äusserst fein radial gestreift und flach konzentrisch gewellt ist.

Terebratula Dutempleana d'ORB.,

8 grosse, meist schlecht erhaltene, schiefgedrückte Exemplare, die jedoch genau mit denen von Furi und Durschlägi übereinstimmen (vergl. p. 241 und 247).

Terebratulina sp. ?,

ein Steinkern der kleinen Schale mit feinen, radial geordneten Poren. Form ähnlich *T. saxoni*, jedoch schmaler: 21 mm lang und 15 mm breit.

¹⁾ Ich verdanke Herrn cand. geol. VON MERHART ausdauernde Hilfe beim Sammeln der Petrefakten auf Nausalp.

Rhynchonella sulcata (PARK.) DAVIDSON,

Steinkern der grossen Schale, der mit den Abbildungen von PICTET et DE LORIOI, Sainte-Croix, pl. CXIX, f. 1—6, gut übereinstimmt. Höhe 16, Breite 27 mm; 15 breite Rippen. Ferner ein kleineres, schmäleres Exemplar, vielleicht einer anderen Art zugehörig.

Auch die Fossilbank 10 an der Basis der Knollenschichten hat eine ziemlich gute Ausbeute geliefert:

Ein *Fischwirbel*.

Brancoceras varicosum Sow.,

häufig, mit kräftigen Rippen, bei den grösseren Exemplaren verschwindet der Kiel.

Mortoniceras cf. inflatum Sow.,

ein Bruchstück von 34 mm Breite des Umganges, mit quadratischem Querschnitt, der durch die sehr kräftigen, zu beiden Seiten des Kieles stark vorspringenden Rippen bedingt wird. Je zwei Rippen scheinen sich zu einem Nabelknoten zu vereinigen; jede zweite tritt stärker hervor. Leichte Tuberkulierung der äusseren Rippenanschwellungen deutlich. Kiel etwas eingesenkt. Vielleicht liegt hier die von JACOB (Thèse 1907, p. 53, Nr. 23) beschriebene Art aus seiner Zone VIa vor.

Mortoniceras Hugardianum d'ORB.,

ein typisches Bruchstück eines grossen Exemplares mit Loben. Dicke der Windung 26, Höhe vom Nabelrand bis zum Kiel 50 mm. Stimmt genau mit den Abbildungen d'ORBIGNYS.

Mortoniceras Bouchardianum d'ORB.,

zwei Bruchstücke und ein vollständigeres Exemplar am Gestein. Dicke der Windung 11 mm, Höhe vom Nabelrand bis Kiel 13 mm. Querschnitt wie *Brancoceras varicosum*, jedoch auch im älteren Stadium mit kräftigem, scharfem Kiel.

Mortoniceras sp. ind.,

4 schlechte Bruchstücke, worunter möglicherweise *M. Rouxianus* PICT.

Desmoceras Beudanti var. **Jacobi**,

2 schlechte und ein gutes Bruchstück mit Loben; erster Laterallobus fast symmetrisch. Grösstes Exemplar mit 22 mm dicker Windung.

Desmoceras (Puzosia) Mayorianum,

ein Bruchstück mit Einschnürungen und sehr feinen Rippen; Aussenseite des Querschnittes fast kreisrund (non *P. planulata* Sow.).

Desmoceras (Puzosia) cf. Mayorianum,

ein sehr kleiner, ganzer Steinkern von 12 mm Durchmesser der Spirale auf 4.5 mm Dicke. Scheint mir eher eine kleine Varietät als ein junges Exemplar zu sein.

Lytoceras (Kosmatella) Agassiziana PICTET et R. var. **JACOB**,

ein gutes Bruchstück von zirka 25 mm Durchmesser, Dicke 7 mm, Höhe des Siphonalabstandes 6 mm, also etwas dicker als der Typus. JACOB, Mém. Soc. g. France 1907, p. 21, pl. II, f. 1—4.

Hamites rotundus Sow.,

ein geradliniges Stück von 4 cm Länge und nahezu kreisrundem Querschnitt. Scharf zugespitzte, 4 mm weit abstehende Rippen mit breiten konkaven Furchen, die rechtwinkelig zur Axe stehen.

Hamites virgulatus BRONG.,

zwei Bruchstücke.

Hamites attenuatus Sow.,

ein gutes Bruchstück mit kräftigen, stark schiefstehenden Rippen.

Hamites Charpentieri PICTET var. ?,

2 kleine gute Bruchstücke mit elliptischem Querschnitt und stark schief stehenden, ziemlich eng gedrängten Rippen, die über die Innenseite leicht hinweggehen.

Hamites sp. ind.,

2 grosse Bruchstücke von 18 mm Durchmesser des Querschnittes, Rippen eng stehend.

Baculites Gaudini PICT. et C., ein Bruchstück von 13 mm Durchmesser.

Dentalium sp., ein Steinkern.

? *Pleurotomaria* sp. ind., zwei grössere Steinkernbruchstücke, 30—35 mm Durchmesser.

? *Pseudomelania* sp.,

Bruchstücke eines Steinkerns, erinnernd an *P. Germani* Pict. et C. aus dem Neocom.

Inoceramus concentricus PARK., nicht selten.

Inoceramus sulcatus PARK., ziemlich häufig, mit bis 11 Rippen.

Trochocyathus conulus FROMENTEL, nicht selten.

Wir finden also hier ein eigentliches Aufblühen der *Cristati*, die mit den zahlreichen Hamitenbruchstücken zu den bezeichnenden und häufigsten Arten gehören. Von grösstem Werte ist der Fund des typischen *Mortoniceras Hugardianum*, des wichtigsten Leitfossils der Zone VIa von JACOB.

Gulms am Sichelkamm.

Das im folgenden gegebene Profil dient nur als Ergänzung zu dem in seiner Faciesstellung gleichwertigen von Nausalp. Es wurde aufgenommen an den schwer erkletterbaren Wänden südlich G von Gulms, westlich Hundsegg von Siegfriedblatt 256 1:25,000. Bei fast horizontaler Schichtlage und normaler Mächtigkeit finden wir von unten:

- 17 m⁺ schwarzbrauner Grünsand, Gamsersandstein. An einigen Stellen glaubt man, einen messerscharfen Kontakt, an anderen einen Übergang innerhalb weniger Dezimeter gegen 3 zu konstatieren.
- 15 m⁺ Brisi-Glauconitsandstein, massig, zerklüftet.
- 7 m[^] Echinodermenbreccie.
- 0.5 m[^] Grasband, entsprechend der Fossilbank 6 in Fig. 85 von Naus.
- 8.5 ± 0.5 m[^] Niederisandstein, typisch. — Übergang ohne mergelige Schichten in
- 0.5 m Bank mit schwarzen, phosphorischen Knollen und unkenntlichen Fossilsteinkernen. — Übergang direkt in
- 8.8 ± 0.5 m Twirrenschichten, feinkörniger, kompakter, grünsandiger Kalk mit verschiedenen, unregelmässigen Lagen von unbestimmbaren, dunkeln Petrefaktensteinkernen. — Übergang in
- 0.5 m Lochwald-Fossilbank mit *Brancoceras varicosum*, wie überall. — Übergang in
- 24 ± 2 m Knollenschichten. Übergang in
- 1 m Turrilitenschicht, steril.

Die Gesamtmächtigkeit der mittleren Kreide am Sichelkamm ergibt sich nach photogrammetrischer Bestimmung zu 83 m. wobei 40.5 m auf das Gargasien, 42.5 m auf das Albien entfallen.

Sisiz-Kapf.

Die mittlere Kreide bildet zwischen Margelkopf und Kapf¹⁾ eine schöne Mulde und hat normale Mächtigkeit. Am Weg nördlich Sisizalp ist der Kontakt mit dem liegenden Schrattenkalk tadellos aufgeschlossen; an der Rosswies bildet das obere Albien bis zum Seewerkalk lückenlose Felsaufschlüsse. Das untere Albien lässt sich am besten am Gipfel des Kapf studieren. Das hier folgende Profil ist nach den Einzelaufzeichnungen verschiedener nahe nebeneinander liegender Aufschlüsse zusammengestellt.

- 1 = oberer Schrattenkalk, grobkörnig, spätig, mit Echinodermentrümmern, blaugrau, massig. — Übergang in
- 2 = 1.5 m grobknorriger Schrattenkalk, mit ockergelben Partien zwischen den conglomeratartigen, blaugrauen Schrattenkalkpartien; feinspatig. Häufige Pyritwürfelchen bis 1/2 cm; Korallen. — Übergang in
- 3 = 0.5 ± 0.1 m Fossilbank (= Luiterezug?). Dichter, grauer Schrattenkalk mit calcitisch-körnig umgewandelten *Korallen* (keine Stöcke), von knorrigen Grünsandschlieren mit Pyritkörnern durchzogen, die sich nach unten allmählich verlieren. Häufige *Einzelkorallen* und besonders im Grünsand häufige *Belemniten*, sehr feine, schlanke *Nerineen*, einzelne *Bivalven*, schlecht erhalten. Oberfläche zirka 100 m² blossgelegt. — Messerscharfe Grenze gegen

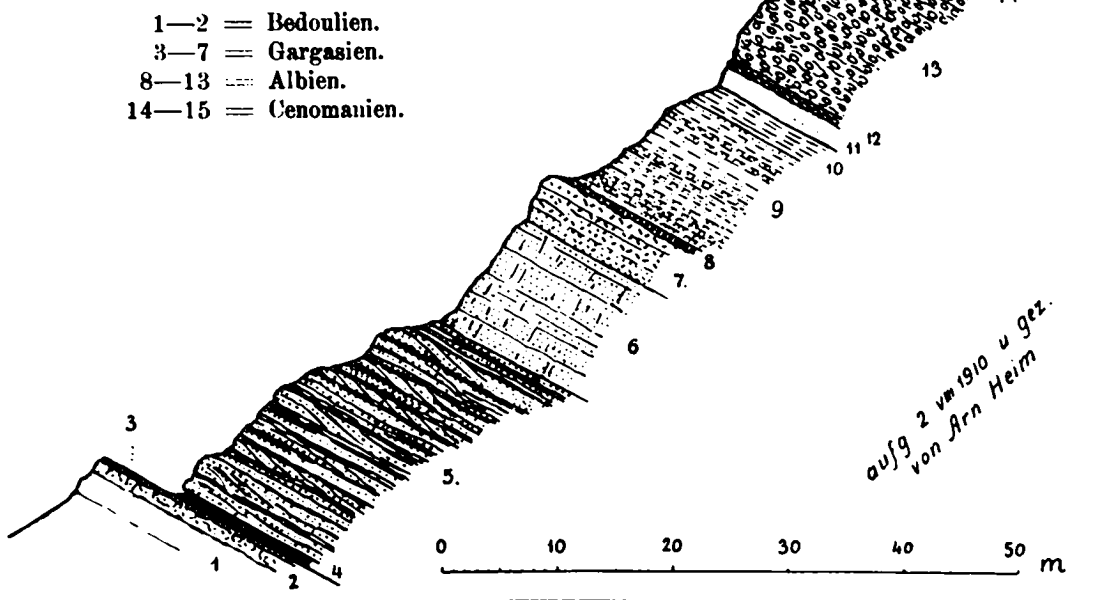
+ = photogrammetrische Bestimmung nach Aufnahmen vom Ritschekopf mit 350 mm Brennweite.

^ = An Ort und Stelle mit Masstab gemessen von Dr. A. HIRSCH.

¹⁾ Siegfriedblatt 256 1:25,000, Nordrand.

Fig. 86.

Profil der mittleren Kreide von Slaz-Rosawies,
Alviergruppe.



- 4 = 0.8 m schwarze Mergelschiefer mit einzelnen *Belemniten*, brausen stark mit verdünnter HCl. — Übergang innerhalb 2 dm in
- 5 = zirka 25 m Gamserschichten. Schwarz angewitterter Grünsand, feinkörnig, dunkelbraungrau, in unscharf begrenzten Bänken von 0.5—1 m mit schiefrigeren Zwischenlagen, genau wie im Gebiet Nideri-Gamserrugg, braust schwach mit verdünnter HCl. Im unteren Teil einzelne Querschnitte von *Belemniten*, wahrscheinlich *B. semicanaliculatus*; *Arca* sp. ind., ferner:
Parahoplites Tobleri JACOB,
ein grösseres Bruchstück mit ovalem Querschnitt von 35×20 mm, und ein kleineres Bruchstück.
Lytoceras Duvallianum d'ORB. sp.,
ein gutes Bruchstück.
Allmählicher, lithologischer Übergang innerhalb 0.5 m in
- 6 = zirka 14 m ? Brisisandstein, massig, oben quarzitisches, mit weisser Oberfläche. — Übergang in
- 7 = zirka 5 m Echinodermenbreccie, hellbräunlich angewittert, z. T. grauer, grünsandiger Kalk, schwer von 6 abtrennbar, oben aber typisch. — Scharfe Grenze, vielleicht lokale Discontinuität gegen
- 8 = 0.5 m ? Durchschlägischicht (?), rostig verwitterte Grünsandbank, entsprechend der Fossilschicht von Naus 6 in Fig. 85, p. 262, scheint aber fossilleer zu sein; aufgeschlossen am Kapf unmittelbar nordöstlich Punkt 2041.
- 9 = 11 ± 1 m Niederschichten. Feinstkörniger Glauconitsandstein mit schwefelgelben Flechten bewachsen, obere 4 m besonders kompakt; fossilleer; braust nicht mit verdünnter HCl.
- 10 = 2.5 m ähnlich 9, jedoch kalkhaltig, braust mit verdünnter HCl. — Übergang direkt innerhalb 2 dm in
- 11 = 1.5—2 m Twirrenschichten, wie gewöhnlich als feinkörniger, grünsandiger, inwendig grauer Kalk mit Lagen von Petrefaktensteinkernen. — Übergang in
- 12 = 0.9 m Lochwald-Fossilschicht. Knolliger Kalk mit Grünsandschlieren, voll schlecht erhaltener Steinkerne, besonders *Inoceramus concentricus* PARK., *Trochocyathus conulus* FROM., auch *Belemniten*, *Mortoniceras Hugardianum* d'ORB., *Nautilus*, *Pleurotomaria*. — Übergang 1—2 dm in
- 13 = 16.5 ± 0.5 m Knollenschichten, typisch. Kalkknollen von unten bis oben mittelgross, inwendig blaugrau, fast dicht; bräunlich angewittert. Übergang sehr allmählich in
- 14 = 1 m Turrilitenschicht. Bräunlich angewitterter Kalk mit viel Glauconitkörnchen und Grünsandschlieren; einzelne *Belemniten*, sonst fossilleer. — Übergang allmählich in
- 15 = 1.5 m Überturrilitenschicht; dichter grauer Kalk ohne Grünsandschlieren, bräunlich angewittert, kompakter als Seewerkalk, mit einzeln zerstreuten Glauconitkörnchen. — Übergang in
- 16 = dichter, grauer, unterer Seewerkalk.

Hurst am Alvier.

Den südöstlichen Typus des Gargasien findet man besonders schön aufgeschlossen am Hurst, 1970 m, nordöstlich des Alvier. Doch muss man hier, um alle Schichten sehen und messen zu können, bis an den Rand der wilden Schrattenwände auf der Westseite des genannten Gipfels hinabklettern.

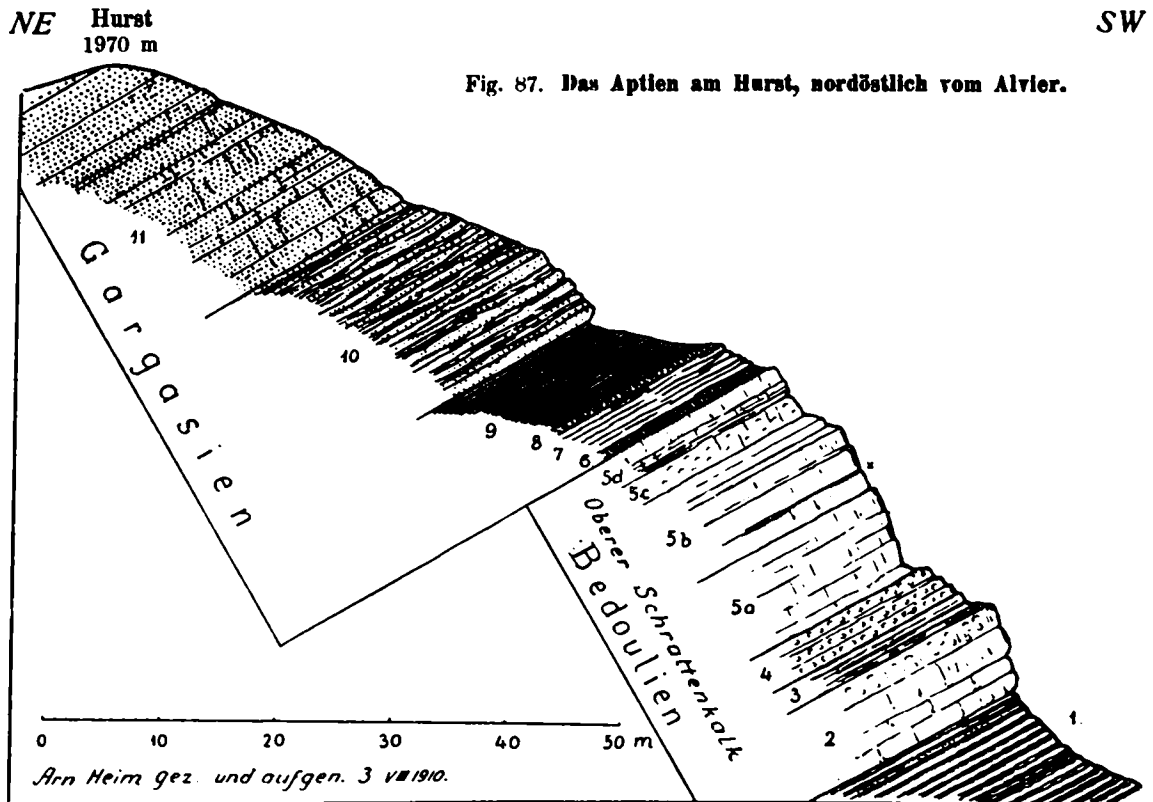


Fig. 87. Das Aptien am Hurst, nordöstlich vom Alvier.

- 1 = braune Felswand aus regelmässigen, quer zerklüfteten, mauerartigen Kalkbänken von 0.5—3 dm, mit mergeligen Zwischenlagen; oberer Teil mit kieseligen Schlieren. Vermergelter Schrattenkalk, vielleicht entsprechend der Basis der Orbitolinaschichten des oberen Schrattenkalkes; Facies der Drusbergschichten. Übergang in
- 2 = 7.7 m grauer Kalk mit zurücktretenden Mergellagen, ziemlich kompakt. Unterer Teil inwendig dunkelgrau, feinkörnig; oberer Teil vom Schrattentypus und voll *Serpula Pilatana* MAYER. Beginn der Schrattenkalkfacies. — Übergang in
- 3 = 2 m feinkörniger grauer Kalk, dünnbankig, zurückgewittert. — Übergang in
- 4 = 3.3 m Serpulabänke. Dunkelgrauer, feinkörniger Schrattenkalk mit massenhaft *Serpula Pilatana*, auch *Bryozoën*-Knöllchen.
- 5a = 8.8 m inwendig dunkelgrauer, sehr feinkörniger fast dichter Kalk, nicht Schrattenstruktur.
- 5b = 8.8 m wie 5a, jedoch mit Lagen von echtem, spätigem Schrattengestein, mauerartig angewittert. Im unteren Teil bei * mit 5 cm dicken blaugrauen Silexbänken.
- 5c = 2 m Schrattenkalk voll relativ grosser *Orbitolina lenticularis*.
- 5d = 3 m oberster Schrattenkalk, im unteren Teil dünnplattig, oben massig, grau, fast dicht; darin keine Orbitolinen gesehen; zwar schlecht aufgeschlossen oder unzugänglich. — Messerscharfe, glatte Grenze und Discontinuität gegen
- 6a = 0.8 m Glauconitkalk, massig, körnig, intensiv dunkelgrün, scheint fossilieer zu sein.
- 6b = 0.8 m Glauconit-Mergelkalk, schieferig, grün, mit grossen *Belemniten*, wahrscheinlich *B. semicanaliculatus*. — Übergang in
- 7 = 3 m dünnplattiger, inwendig dunkelgrauer, schwach glauconitischer Mergelkalk (ähnlich „Concentricusschiefer“). Die losen Platten wurden zu einem Mäuerchen angehäuft, woselbst sich eine *Picatula* und *Hamites* sp. ind. vorfanden. — Übergang in

- 8 = 0.6 m grüner Mergel mit reichlich feinen Glauconitkörnchen, griffelig zerfallend, ähnlich 6 b, mit massenhaft grossen *Belemniten*. — Übergang in
- 9 = 7 m Luitere mergel; blauschwarze, homogene Mergel mit sammetartigem Bruch, ohne Kalkbänke, brausen stark mit verdünnter HCl, zerfallen schieferig bis griffelig. Genaues Homologon der Luitere mergel im Engelbergertal. — Vollkommen scharfe Grenze gegen
- 10 = 17 ± 1 m Gamsersandstein.
- a) 0.9 m dicke Bank von kompaktem, etwas rauh körnigem Grünsand, braust stark mit verdünnter HCl;
- b) 16—17 m rauh schieferiger Grünsand mit unebener Schichtoberfläche, schmutziggrau, mit dunkeln Glauconitkörnchen, braust stark mit verdünnter HCl. — Scharfe Grenze (leichte Diskontinuität?) gegen
- 11 = 24 m Brisi-Glauconitsandstein, wie überall; massig, zerklüftet.

Die Fortsetzung dieses Profiles nach oben konnte am Grat nördlich unterhalb des Hurst studiert werden, und zwar westlich Arin und nördlich Punkt 1432 von Siegfriedblatt 257, doch sind hier die Aufschlüsse nicht zusammenhängend, und durch Brüche und Vegetation unübersichtlich. Ich glaube immerhin, folgende Fortsetzung geben zu können:

Der Brisisandstein reicht bis zum Albien hinauf und scheint die Echinodermenbreccie zu vertreten, von der nur noch an einer Stelle eine 10 cm dicke knollige Bank von feinkörnigem Kalk im oberen Teil des Brisisandsteins gefunden werden konnte. — Westlich Arin scheint der Brisisandstein ohne Fossilbank allmählich überzugehen¹⁾ in

- 12 = 11 + ? m Niederisandstein, genau wie auf Niederi, Gamserrugg, Naus, Sisiz. — Übergang direkt in
- 13 = 0.5 m Lochwald-Fossilschicht mit schwarzen Knollen. — Übergang in
- 14 = 5 + ? m Knollenschichten, typisch; 13—14 beobachtet nördlich Punkt 1432. — Übergang in
- 15 = 1 m Turrilitenschicht, steril.

Das Hurstprofil unterscheidet sich vor allem von den bisher besprochenen durch das neue Auftreten der echten Luitere mergel, die sich hier zwischen den oberen Schrattenkalk und den Gamsersandstein einschieben. Gegenüber dem klassischen Profil vom Luiterezug im Engelbergertal²⁾ aber bestehen wieder wesentliche Unterschiede, indem hier die Luitere-Fossilschicht nicht vorhanden ist, dafür aber mit scharfer Grenze über dem Schrattenkalk die sterile Glauconitkalkbank 6 auftritt, die dort fehlt. Sie ist wohl als eine besondere Facies der Luitere-Mergelbasis zu betrachten und unmittelbar jünger als die Luitere-Fossilschicht.

Die Brisi-Echinodermenbreccie ist vollständig verschwunden, ebenso die Durschlägi-, Flubrig- und Twirrenschichten, so dass der Brisisandstein direkt in den Niederisandstein und dieser in die Lochwald-Fossilschicht überzuführen scheinen. Man muss also wohl annehmen, dass der Niederisandstein am Hurst das ganze untere und mittlere Albien vertrete. Die kartographische Abtrennung des Gargasien (Brisisandstein) vom Albien (Niederisandstein) bereitet im Gebiet des Alvier grosse Mühe, da beide durch gleiche Anwitterungsfarbe ausgezeichnet und äusserlich kaum unterscheidbar sind.

Faciesveränderungen der mittleren Kreide.

In keiner Schichtgruppe sind die Faciesveränderungen, die Schichtauskeilungen und Ablösungen so auffällig, wie in der mittleren Kreide. Wir konstatieren auch hier in überraschender Weise, dass sich die Sedimente in der Richtung der Falten am wenigsten, senkrecht dazu am raschesten verändern. Die Figur 89 gibt einen Überblick über die Faciesveränderungen quer zu den Falten. Scheint die Richtigkeit der Darstellung der linken Seite dieser Figur ausser Zweifel zu sein, so muss hingegen betont werden, dass besonders die äussersten 3 cm rechts in bezug auf das Albien teilweise hypothetisch sind, denn ein gutes, zusammenhängendes Profil in der Gegend des Hurst konnte bisher noch nicht aufgefunden werden.

¹⁾ Zirka 1 m zwischen beiden ist nicht deutlich aufdeckbar.

²⁾ Vergl. ARNOLD HEIM, Zones pal. et litholog. du crétacique moyen des Alpes suisses, B. S. G. F. 1909, p. 102.

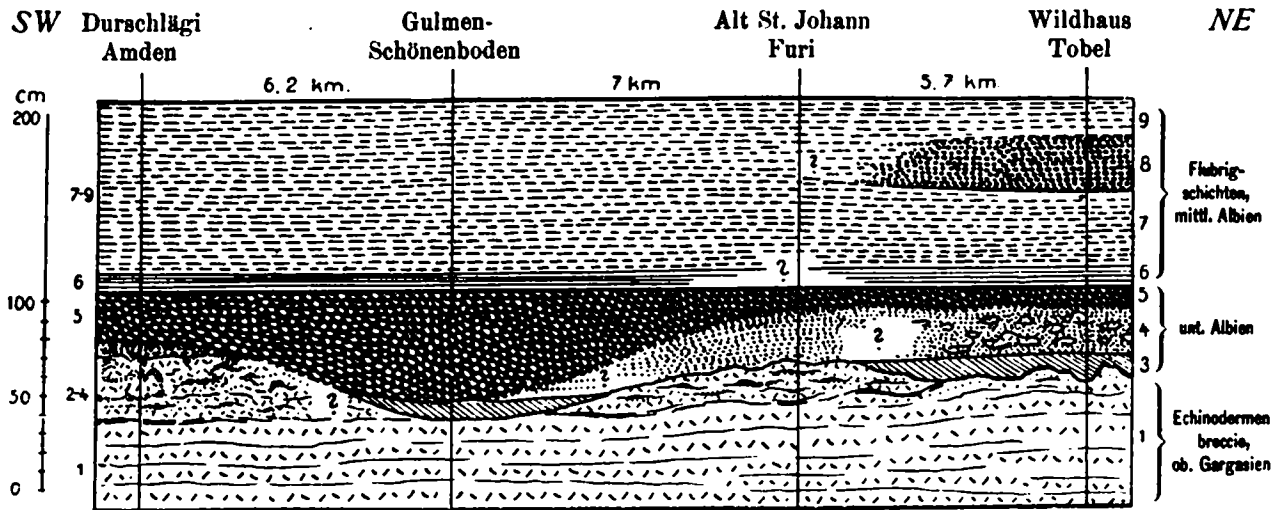


Fig. 88. Faciesveränderungen der Grenzsichten von Gargasien und Albien in der Längsrichtung der Falten; Sântisdecke, Amden-Wildhaus.

- | | |
|--|---|
| 1 = Echinodermenbreccie (Zone von Clansayes?). | 5 = Durschlägi-Fossilschicht. |
| 2-4 = Übergangsschichten zum Albiengrünsand (vergl. Nr. 4 in Fig. 77, p. 245). | 6 = lehmige Verwitterungsschicht, grünlich. |
| 3 = Verwitterungslehm, plastisch, rostgelb. | 7-9 = schieferiger, mergeliger Grünsand der Flubridschichten. |
| 4 = körniger Grünsand, z. T. mit Knollen von Echinodermenbreccie. | 8 = Fossilschicht von Wildhaus = 8 in Fig. 73, p. 239. |

Es wird die Aufgabe übrig bleiben, jede einzelne Schichtstufe zu verfolgen. Vorerst aber soll ein flüchtiger Überblick dem Ganzen zugewendet werden.

Wir konstatieren vor allem eine ausserordentliche Zunahme der Gesamtmächtigkeit der mittleren Kreide innerhalb der Sântisdecke nach Südosten. Es werden aber nicht nur die einzelnen Schichten mächtiger, sondern es treten an der Basis über dem Schrattenkalk, der von der mittleren Kreide durchweg durch scharfe Diskontinuität getrennt ist, immer wieder neue Horizonte auf, bis die Schichtfolge in der Alviergegend am vollständigsten geworden ist. Meine 1905 („Sântisgebirge“, pag. 340) ausgedrückte Vermutung, dass man schliesslich in der Alviergruppe einen Übergang von Schrattenkalk in die Grünsandschichten der mittleren Kreide finden werde, hat sich nach meinem damaligen Sinne aber doch noch nicht bestätigt.

Fügen wir dem aus einem Stück bestehenden, in der Natur wie in Fig. 89 zusammenhängenden Teil vom Alvier bis zum Sântis-Nordrand nordwestlich noch die Mürtschendecke hinzu, so erhalten wir ein überraschendes Bild: Wir finden, dass die Schichten der mittleren Kreide nach Nordwesten nicht ganz auskeilen, sondern nach einem Minimum von Mächtigkeit weiter nördlich wieder anzuschwellen beginnen. Diese Erscheinung wird aber erst recht auffällig, wenn man noch weiter nordwestlich im Ablagerungsraume vorschreitet und in den tiefsten helvetischen Decken und im autochthonen Gebirge (Calanda — Kistenpass) wieder bis über 30 m mächtiges Albien findet¹⁾.

Die genannte Reduktion hat eine doppelte Bedeutung:

1. indem jede Schichtgruppe für sich an Mächtigkeit von beiden Seiten nach der Minimalzone hin abnimmt;
2. indem von den tieferen Schichten aufwärts eine nach der andern suprapaenaccordant auskeilt und schliesslich die Twirrenschichten (oder gar Knollenschichten?) des mittleren bis oberen Albien direkt auf den oberen Schrattenkalk zu liegen kommen. Die Diskontinuität der mittleren Kreide auf der unteren ist also am grössten in der

¹⁾ Näheres in ARNOLD HELM, Crétacique moyen 1909.

Minimalzone Mürtschendecke S E bis Säntis-Nordrand. Es fehlen hier durchweg die sämtlichen Schichten 2—9, die in der Alviergruppe das normale Liegende des oberen Albien bilden.

Eine maximale Mächtigkeit der mittleren Kreide (ca. 90 m) scheint auf die südöstlichen Churfürsten (Nideri) zu entfallen. Es ist aber noch nicht bestimmt, ob nicht vielleicht in der südöstlichen Alviergruppe noch ein zweites Maximum auftritt.

Albien.

Wie bei der mittleren Kreide im allgemeinen, so sehen wir auch beim Albien allein eine Minimalzone von der Mürtschendecke zum nördlichen Säntis überspringen, und die maximale Entwicklung fällt auf die südöstlichen Churfürsten.

So wechselt die Mächtigkeit von etwa 3 bis gegen 50 m. Von den Churfürsten an gegen die Alviergruppe nimmt das Albien wieder langsam an Mächtigkeit ab, indem besonders die Twirrenschichten mehr und mehr zusammenschrumpfen und verschwinden. Auch die Knollenschichten, die in den mittleren und östlichen Churfürsten mehr als die Hälfte des Albien behaupten, haben bei Sisiz-Kapf nur noch $\frac{2}{3}$ ihrer maximalen Mächtigkeit. Die Mächtigkeitsveränderungen sind aber im Raume oft auch noch lokalen Veränderungen unterworfen, die in der Figur 89 nicht dargestellt werden konnten.

Gargasien.

Im Gargasien sind die allgemeinen Veränderungen einfacher. In Figur 89 musste von den lokalen Mächtigkeitsveränderungen abgesehen werden, die besonders die Brisischichten betreffen.

Die Fossilschicht 1 an der obern Schrattenkalkgrenze tritt nicht gesetzmässig auf. Die übrigen Schichtgruppen im Hangenden lassen hingegen einfache Gesetzmässigkeiten erkennen. Es können 4 Zonen unterschieden werden, je nach der ältesten, transgredierenden Schicht, von Nordwesten:

1. Zone der transgredierenden Brisisbreccie (Säntisgewölbe III);
2. Zone des transgredierenden Brisisandsteins (südliche Säntisketten, Mattstockgruppe, westliche bis mittlere Churfürsten);
3. Zone der transgredierenden Gamserschichten (östliche Churfürsten, nordwestliche Alviergruppe);
4. Zone der transgredierenden Lutteremergel, resp. des Grünsandes 2 (südöstliche Alviergruppe).

Die Brisisbreccie erreicht in den mittleren Churfürsten ein Maximum, nimmt dann nach Osten langsam ab und scheint am Alvier-Hurst ganz durch die Facies des Glauconitsandsteins ersetzt zu sein. Beide Teile lassen sich nicht durchgreifend unterscheiden, so dass als Zusammenfassung die Bezeichnung Brisischichten zweckmässig wird. Die obere Grenze der Brisischichten scheint aber durch das ganze Untersuchungsgebiet und noch weit darüber hinaus ein konstantes Niveau zu bilden, und das Gargasien oder obere Aptien abzuschliessen.

Die Diskontinuitäten der mittleren Kreideschichten werden später behandelt.



