

**BEITRÄGE**  
zur  
**Geologischen Karte der Schweiz**  
herausgegeben von der  
Geologischen Kommission der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft  
subventioniert von der Eidgenossenschaft

**Neue Folge, 67. Lieferung**  
Des ganzen Werkes 97. Lieferung

**MATÉRIAUX**  
pour la  
**Carte géologique de la Suisse**  
publiés par la  
Commission géologique de la Société helvétique des Sciences naturelles  
subventionnés par la Confédération

**Nouvelle série, 67<sup>e</sup> livraison**  
97<sup>e</sup> livraison de la collection entière

**Geologische Beschreibung**  
**der Gegend von Escholzmatt im Entlebuch**  
(Kanton Luzern)

Mit 8 Textfiguren und 2 Tafeln

Von  
**Hugo Fröhlicher**

(Ausgegeben im Dezember 1933)

BERN  
In Kommission bei A. Francke AG.  
1933  
Gedruckt bei Stämpfli & Cie.

BERNE  
En commission chez A. Francke S. A.  
1933  
Imprimé par Stämpfli & Cie

## Vorwort der Geologischen Kommission.

---

In der Sitzung der Geologischen Kommission vom 10. Dezember 1932 legte Herr Dr. HUGO FRÖHLICHER das Manuskript seiner Doktordissertation «Geologische Beschreibung der Gegend von Escholzmatt im Entlebuch» vor und stellte das Gesuch um Veröffentlichung dieser Arbeit in der Serie der «Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz». Die Kommission beschloss die Annahme der Dissertation; dies war ihr möglich, da der Verfasser sich in verdankenswerter Weise bereit erklärte, den grössten Teil der Druckkosten zu übernehmen.

Die der Arbeit zugrunde liegende geologische Kartierung von Blatt Escholzmatt soll später im Rahmen des Blattes 372—375 (Schüpfheim-Schimberg) des Geologischen Atlas der Schweiz 1 : 25,000 veröffentlicht werden.

Die vom Autor gesammelten Belegstücke (Fossilien und Gesteinsproben) befinden sich im geologisch-paläontologischen Institut der Universität Basel und im Basler Naturhistorischen Museum.

Für den Inhalt von Text und Profilen ist der Verfasser verantwortlich.

Basel, den 20. Dezember 1932.

**Für die Geologische Kommission  
der Schweiz. Naturf. Gesellschaft,**

*Der Präsident:*

**Dr. A. Buxtorf, Prof.**

*Der Sekretär:*

**O. P. Schwarz.**

## Vorwort.

---

Die vorliegende Arbeit ist vom Sommer 1929 bis zum Winter 1931/32 unter Anleitung von Herrn Prof. Dr. A. BUXTORF am geologischen Institut der Universität Basel ausgeführt worden. Auf die Feldaufnahmen verwendete ich in den Sommern 1929—1931 etwa 200 Arbeitstage; die Wintermonate waren der Verarbeitung der Beobachtungen und des gesammelten Materials gewidmet. Die Originale, Gesteinsproben, Fossilien etc. sind zum Teil im geologischen Institut, zum Teil im Naturhistorischen Museum in Basel deponiert.

Gerne benütze ich hier die Gelegenheit, meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. A. BUXTORF, den wärmsten Dank auszusprechen für seine Unterstützung bei der Feldaufnahme und der Ausarbeitung der vorliegenden Arbeit. Zu grossem Dank bin ich ferner Herrn Dr. E. BAUMBERGER verpflichtet, der in mühevoller Arbeit die Kreidefossilien des Hügels von Aeschi und die Gastropoden der Molasse bestimmte. Herr Dr. R. RUTSCH überprüfte in freundlicher Weise die marinen Fossilien des Miocän. Die Diskussionen mit diesen beiden Herren brachten mir manchen Gewinn. — Herr Prof. Dr. M. LÉRICHE, Brüssel, hatte die Güte, die Fischreste der unteren Meeresmolasse näher zu bestimmen; auch ihm danke ich bestens.

Bei der Identifizierung des kristallinen Gesteinsmaterials (Nagelfluh und Quartär) unterstützte mich Herr Prof. H. PREISWERK, während Herr Pd. Dr. J. CADISCH meine Sammlung der Nagelfluherölle einer Durchsicht unterzog und mir Hinweise für ihre Herkunftsmöglichkeit gab; die Bestimmung und Nachprüfung der fossilen Pflanzen übernahm in zuvorkommender Weise Herr Dr. F. LEUTHARDT in Liestal. Allen diesen Herren spreche ich meinen besten Dank aus.

Dass die vorliegende Arbeit in ihrem ganzen Umfange gedruckt werden konnte, war nur dank namhafter Zuwendungen möglich, die ich von verschiedenen Seiten erhalten durfte. An erster Stelle seien hier der Beitrag aus dem «Fonds für wissenschaftliche Arbeiten» der mathematisch-naturwissenschaftlichen Abteilung der philosophischen Fakultät Basel und eine Zuwendung aus der «Basler-Studien-Stiftung» der Universität genannt. Einige Freunde der Geologie liehen weitere Unterstützung.

All diese Hilfe ermöglichte schliesslich den Druck der vollinhaltlichen Arbeit, und es ist mir heute ein tiefes Bedürfnis, den genannten Institutionen und Gönnern an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Endlich fühle ich mich der geologischen Kommission der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft verpflichtet für die Aufnahme der Arbeit in die Serie der «Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz».

Basel, den 27. Januar 1932 und 30. Mai 1933.

Geologisch-paläontologisches Institut der Universität.

**Hugo Fröhlicher.**

---

# Inhaltsverzeichnis.

	Seite		Seite
<i>Vorwort</i> . . . . .	III	<i>h)</i> Bemerkungen über die Fischfauna im Stam-	
<i>Literaturverzeichnis</i> . . . . .	V	pion des Steinibachs (Nachtrag 1933) . . . . .	32
<i>Einleitung</i> . . . . .	1	<i>i)</i> Bemerkungen über die Fortsetzung der	
<i>a)</i> Allgemeine Bemerkungen . . . . .	1	Hilfernzzone . . . . .	33
<i>b)</i> Topographisch-morphologische Übersicht . . . . .	1	<i>k)</i> Stratigraphische Beziehungen zwischen	
<i>c)</i> Bisherige geologische Untersuchungen . . . . .	2	Bäuchlenzone und Hilfernzzone . . . . .	33
<i>d)</i> Geologische Gliederung . . . . .	3		
		<i>Tektonik</i> . . . . .	34
<b>I. Die subalpine Molasse</b> . . . . .	4	A. Äussere Zone . . . . .	34
Allgemeines . . . . .	4	B. Innere Zone . . . . .	37
<i>Stratigraphie</i> . . . . .	4	Einige Bemerkungen über die Ablagerungsbedingungen	
A. Äussere Zone . . . . .	4	in der subalpinen Molasse . . . . .	39
1. Aquitanien (Rote Molasse) . . . . .	5	<b>II. Die subalpine Flyschzone</b> . . . . .	40
2. Burdigalien und Helvétien, Überblick . . . . .	9	<b>III. Kreidekette des Alpenrandes</b> . . . . .	41
<i>a)</i> Burdigalien . . . . .	14	1. Valanginien . . . . .	42
<i>a)</i> Zone des Luzernersandsteins = Unterer		2. Hauterivien . . . . .	44
Teil des Burdigalien . . . . .	14	3. Barrémien . . . . .	44
<i>β)</i> Oberer Teil des Burdigalien . . . . .	16	Bemerkungen zur Tektonik der Randkette . . . . .	45
<i>b)</i> Helvétien . . . . .	17	<b>IV. Quartär</b> . . . . .	45
3. Tortonien . . . . .	18	A. Pleistocän (Moränen und fluvioglaciale Schotter) . . . . .	45
B. Innere Zone . . . . .	19	B. Holocän . . . . .	51
1. Bäuchlenzone . . . . .	20	Torf . . . . .	51
<i>a)</i> Verbreitung und Abgrenzung . . . . .	20	Riedgebiete . . . . .	51
<i>b)</i> Lagerung . . . . .	20	Bergstürze . . . . .	51
<i>c)</i> Gliederung . . . . .	20	Gelockerte und im Schichtverband abgerutschte	
<i>d)</i> Beschreibung der einzelnen Schichtglieder . . . . .	20	Massen . . . . .	52
<i>e)</i> Stratigraphische Stellung der Bäuchlenzone		Gehängeschutt . . . . .	52
als Ganzes genommen . . . . .	27	Rutschgebiete . . . . .	52
<i>f)</i> Bemerkungen über die Fortsetzung der		Bachschuttkegel . . . . .	52
Bäuchlenzone . . . . .	27	Talböden und Alluvionen . . . . .	53
2. Hilfernzzone . . . . .	28	Quellen . . . . .	53
<i>a)</i> Benennung . . . . .	28	Mineralquellen . . . . .	53
<i>b)</i> Verbreitung, Abgrenzung . . . . .	28	Kalktuff . . . . .	53
<i>c)</i> Lagerung . . . . .	29	Einige Bemerkungen zur Morphologie und Talbildungs-	
<i>d)</i> Gesteine . . . . .	29	geschichte . . . . .	54
<i>e)</i> Facies, Paläontologisches . . . . .	30	<i>Zusammenfassung</i> . . . . .	57
<i>f)</i> Alter und stratigraphische Stellung der		<i>Anhang.</i>	
Hilfernschichten . . . . .	30	Über die Altersbestimmung der subalpinen Molasse des	
<i>g)</i> Allgemeine Bedeutung der Fischechiefer mit		Bäuchlen-Fontannengebietet im Entlebuch und über	
Meletta des Steinibachs . . . . .	31	die Valanginienfauna des Hügels von Aeschi bei	
		Flühli, von E. BAUMBERGER . . . . .	60

## Abkürzungen.

N = Norden, nördlich.  
E = Osten, östlich.

S = Süden, südlich.  
W = Westen, westlich.

# Literaturverzeichnis.

## Abkürzungen:

- Beitr. n. F. 6 = Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, neue Folge, Lieferung 6.  
Ecl. VI = Eclogae geologicae Helvetiae, Band VI.  
Diss. = Dissertation.

1. **Ammon, L.** Über das Vorkommen von Steinschrauben (*Daemohelix*) in der oligocänen Molasse Oberbayerns. *Geognost. Jahreshfte.*, Jahrg. 13, p. 55—69. München 1900.
2. **Ampferer, O.** Über das Verhältnis von Aufbau und Abtrag in den Alpen. *Jahrb. der geol. Bundesanstalt*, Bd. 73, p. 121—137. Wien 1923.
3. **Antenen, F.** Die Vereisung der Emmentäler. *Mitt. der natf. Ges. Bern* 1901, p. 18—43. Bern 1902.
4. **Antenen, F.** Mitteilungen über Talbildung und eiszeitliche Ablagerungen in den Emmentälern. *Ecl. XI*, p. 77—95. Lausanne 1910.
5. **Antenen, F.** Über das Quartär in den Tälern der Waldemme und der Entlen. *Ecl. XVIII*, p. 432—448. Basel 1924.
6. **Arbenz, P.** Der Gebirgsbau der Zentralschweiz. *Verh. der schweiz. natf. Ges.*, 95. Jahresvers. in Altdorf, II. Teil. Aarau 1912.
7. **Arbenz, P.** Probleme der Sedimentation und ihre Beziehungen zur Gebirgsbildung in den Alpen. *Vierteljahrsschrift der natf. Ges. Zürich*, Jahrg. 64. Zürich 1919.
8. **Baltzer, A.** Zur Herkunft der bernischen bunten Nagelfluh. *Mitt. der natf. Ges. Bern* 1891, p. 91. Bern 1892.
9. **Baltzer, A.** Der diluviale Aaregletscher. *Beitr. 30*. Bern 1896.
10. **Baumberger, E.; Heim, Arn.; Buxtorf, A.** Paläontologisch-stratigraphische Untersuchung zweier Fossilhorizonte an der Valangien-Hauterivien-Grenze im Churfürsten-Mattstockgebiet, mit einigen Bemerkungen über die Stratigraphie der analogen Schichten der Zentralschweiz. *Abh. der schweiz. pal. Ges.*, Bd. XXXIV. Zürich 1907.
11. **Baumberger, E., und Menzel, P.** Beitrag zur Kenntnis der Tertiärflora aus dem Gebiete des Vierwaldstättersees. *Mém. de la Soc. pal. suisse*, vol. XL. Genève 1914.
12. **Baumberger, E.** Über das Alter der Vaulruz- und Ralligschichten. *Ecl. XVI*, p. 137/138. Lausanne 1920.
13. **Baumberger, E.** Die subalpine Molasse von Luzern. *Ecl. XIX*, p. 165—177. Basel 1925.
14. **Baumberger, E.** Versuch einer Umdeutung der Profile durch die subalpine Molasse der Zentral- und Ostschweiz. *Ecl. XIX*, p. 192. Basel 1925.
15. **Baumberger, E.; Buxtorf, A.; Christ, P.** Bericht über die Exkursion der schweiz. geol. Ges. in die Umgebung von Luzern vom 5.—7. Oktober 1924. *Ecl. XIX*, p. 276—287. Basel 1925.
16. **Baumberger, E.** Über eine aquitane Molluskenfauna vom Untern Buchberg. *Ecl. XX*, p. 316—321. Basel 1927.
17. **Baumberger, E.** Die Deutung des Rigi- und Rossbergprofils auf Grund neuer Fossilfunde. *Verh. der natf. Ges. Basel*, Bd. XL, II. Teil, p. 295—312. Basel 1929.
18. **Baumberger, E.** Vorläufige Mitteilung über die Altersbestimmung der subalpinen Süßwassermolassen in der Ostschweiz. *Ecl. XXIII*, p. 555—562. Basel 1930.
19. **Beck, P.** Geologie der Gebirge nördlich von Interlaken. *Beitr. n. F. 29*. Bern 1911.
20. **Beck, P.** Über den Bau der Berner Kalkalpen und die Entstehung der subalpinen Nagelfluh. *Ecl. XI*, p. 497—518. Lausanne 1912.
21. **Beck, P.** Über autochthone und allochthone Dislokationen in den Schweizeralpen und ihrem nördlichen Vorland. *Ecl. XVII*, p. 94—111. Lausanne 1922.
22. **Beck, P.** Das stampische Alter der Thuner Nagelfluh und deren Bedeutung für den Bau des Alpenrandes. *Mitt. der natf. Ges. Bern* 1922, p. 20—23. Bern 1923.
23. **Beck, P.** Eine Karte der letzten Vergletscherung der Schweizer Alpen. *Mitteilung der natw. Ges. Thun*. Bern 1926.

24. **Berz, K. C.** Petrographisch-stratigraphische Studien im oberschwäbischen Molassegebiet. *Jahreshefte des Vereins für vaterl. Naturk. Württemberg*, Bd. 71, p. 276—343. Stuttgart 1915.
25. **Blumer, E.** Zur Kenntnis des helvetischen Alpen-Nordrandes. *Vierteljahrsschrift der natf. Ges. Zürich*, Jahrg. 51, p. 473—480. Zürich 1906.
26. **Brun, J.** Geologie des Kantons Luzern. *Geogr. Lexikon der Schweiz*, Bd. III, 10. Fasz., p. 221—223. Neuenburg 1904.
27. **Buess, H.** Über die subalpine Molasse im Kanton Freiburg. *Diss. Freiburg (Schweiz)* 1921.
28. **Burckhardt, C.** Die Kontaktzone von Kreide und Tertiär am Nordrande der Schweizeralpen vom Bodensee bis zum Thunersee. *Beitr. n. F.* 2. Bern 1893.
29. **Buxtorf, A.** Zur Tektonik der zentralschweizerischen Kalkalpen. *Zeitschr. der deutschen geol. Ges.*, Bd. 60, p. 163—197. Berlin 1908.
30. **Buxtorf, A.** Erläuterungen zur geol. Karte des Bürgenstocks. Nr. 9. Bern 1910.
31. **Buxtorf, A.** Erläuterungen zur geol. Karte der Rigihoehfluhkette. Nr. 14. Basel 1916.
32. **Buxtorf, A.** Geologie des Pilatus. Bern (Büchler) 1924.
33. **Cadisch, J.** Ein Beitrag zur Entstehungsgeschichte der Nagelfluh. *Ecl. XVIII*, p. 222—227. Basel 1923.
34. **Cadisch, J.** Der Bau der Schweizeralpen. Zürich 1926.
35. **Cadisch, J.** Das Werden der Alpen im Spiegel der Vorlandsedimentation. *Geol. Rundschau*, Bd. 19, p. 105—119. Berlin 1928.
36. **Cadisch, J.** Geologische Beobachtungen im Molassegebiet zwischen Linth und Thur. *Ecl. XXIII*, p. 567 bis 571. Basel 1930.
37. **Cornelius, H. P.** Beobachtungen über die Geröllführung der Molasse am Allgäuer Alpenrand. *Verh. der geol. Bundesanstalt* 1923, p. 183. Wien 1923.
38. **Damm, F.** Die Vaulruz-Molasse. *Diss. Freiburg (Schweiz)* 1909.
39. **Deicke, J. C.** Über säulenförmige Absonderungen in den Gesteinen der Molasse. *Neues Jahrb. für Min., Geol. und Petrefk.* 1857, p. 400—403. Stuttgart 1857.
40. **Depéret, Ch.** Sur la classification et le parallélisme du système miocène. *Bull. Soc. géol. France*, 3<sup>e</sup> série, t. XXI, p. 170—266. Paris 1893.
41. **Dietrich, W. O.**, und **Kautzky, F.** Die Altersbeziehungen der schwäbischen und schweizerischen oberen Meeresmolasse... *Centralbl. für Min., Geol. und Pal.* 1920, p. 243—253. Stuttgart 1920.
42. **Douxami, H.**, et **Révil, J.** Note sur les terrains tertiaires du plateau des Déserts, près Chambéry (Savoie). *Bull. des services de la carte géol. de la France*, t. X, N<sup>o</sup> 65. Paris 1898.
43. **Douxami, H.** Etude sur la molasse rouge. *Ann. de la Soc. linn. de Lyon*, t. 51, p. 1—30. Lyon, Paris 1904.
44. **Douxami, H.** et **Deschamps, J.** La molasse de Bonneville et ses fossiles. *Revue Savoisienne* 1905. Annecy 1905.
45. **Egger, J. G.** Foraminiferen der Seewener Kreideschichten. *Sitzungsber. der k. bayr. Ak. der Wiss., math.-phys. Kl.* 1909 (11. Abh.). München 1909.
46. **Escher, A.** Über die Molasse. *Verh. der schweiz. natf. Ges.* 1846, p. 41—46. Winterthur 1847.
47. **Escher, A.** Übersicht der geologischen Verhältnisse der Schweiz. Zürich 1847.
48. **Escher-Hess, C.** Über einige Vorkommnisse der oligocänen und miocänen Molasse und Nagelfluh der östlichen Schweiz. Zürich 1907.
49. **Falkner, Ch.**, und **Ludwig, A.** Beiträge zur Geologie der Umgebung St. Gallens. *Jahrb. der St. Gall. Natw. Ges.* 1902/03. St. Gallen 1904.
50. **Fankhauser, J.** Nachweis der marinen Molasse im Emmental. *Mitt. der natf. Ges. Bern* 1871, p. 162—176. Bern 1872.
51. **Fischer-Ooster, C.** Über die Altersbestimmung des sog. Ralligsandsteins. *Mitt. der natf. Ges. Bern* 1852, p. 115—119. Bern 1852.
52. **Fischer-Ooster, C.** Übersicht aller bisher bekannten Fundorte fossiler Pflanzen aus der Molasseperiode im Canton Bern. *Mitt. der natf. Ges. Bern* 1856, p. 73—79. Bern 1856.
53. **Fischli, H.**, und **Weber, J.** 1. Molassepetrefakten aus Winterthurs Umgebung. 2. Beitrag zur Kenntnis der fossilen Radiolarien der Riginagelfluh. *Mitt. der natw. Ges. Winterthur*, 11. Heft. Winterthur 1916.
54. **Flückiger, O.** Morphologische Untersuchungen am Napf. Bern (Büchler) 1919.
55. **Frei, R.** Über die Ausbreitung der Diluvialgletscher in der Schweiz. *Beitr. n. F.* 41. Bern 1912.
56. **Frey, H.** Zur Heimatbestimmung der Nagelfluh. Bern (Stämpfli) 1892.
57. **Frey, O.** Talbildung und glaziale Ablagerungen zwischen Emme und Reuss. *Neue Denkschr. der allg. schweiz. Ges. f. d. ges. Natw.*, Bd. 41. Zürich 1907.

58. **Fröhlicher, H.** Nachweis von Fischschiefern mit Meletta in der subalpinen Molasse des Entlebuch. *Ecl. XXIV*, p. 241. Basel 1931.
59. **Früh, J. J.** Beiträge zur Kenntnis der Nagelfluh der Schweiz. *Neue Denkschr. der allg. schweiz. Ges. f. d. ges. Natw.*, Bd. XXX. Zürich 1890.
60. **Früh, J. ; Schröter, C.** Die Moore der Schweiz. *Beitr. Geotechn. Serie, 3.* Bern 1904.
61. **Gerber, E.** Geologie des Gurnigels und der angrenzenden subalpinen Molasse. *Beitr. n. F. 50*, 2. Abteilung. Bern 1925.
62. **Gerber, E.** Eine neue Poretia aus dem untersten kohlenführenden Horizont der Emmentaler Molasse. *Ecl. XXI*, p. 427—433. Basel 1928.
63. **Gerber, E.** Der Muschelsandstein des Biembachgrabens im Unteremmental und dessen stratigraphische Bedeutung. *Mitt. der natf. Ges. Bern 1928*, p. 18—24. Bern 1929.
64. **Gilliéron, V.** Description géologique des territoires de Vaud, Fribourg et Berne. *Beitr. 18.* Bern 1885.
65. **Gümbel, C. W.** Geognostische Beschreibung des bayerischen Alpengebirges und seines Vorlandes. Gotha (Perthes) 1861.
66. **Gutzwiller, A.** Über die Nagelfluh der Ostschweiz. *Ber. über die Tätigkeit der St. Gall. Natw. Ges. 1870*, p. 13. St. Gallen 1870.
67. **Gutzwiller, A. ; Kaufmann, F. J. ; Mösch, C.** Geologische Beschreibung des Kantons St. Gallen und seiner Umgebungen. *Beitr. 14.* Bern 1877.
68. **Gutzwiller, A., und Schalch, F.** Geologische Beschreibung der Kantone St. Gallen, Thurgau und Schaffhausen. *Beitr. 19.* Bern 1883.
69. **Heer, O.** Flora tertiaria Helvetiae. Winterthur 1855—1859.
70. **Heer, O.** Urwelt der Schweiz. II. Aufl. Zürich 1883.
71. **Heim, Alb.** Gutachten über die eingegangene Arbeit über den Ursprung der miocänen subalpinen Nagelfluh an die Commission der Schläfli-Preisstiftung. *Actes de la Soc. helv. d. sc. nat. 1886*, p. 115—121. Genève 1886.
72. **Heim, Alb.** Geologie der Schweiz. Leipzig 1919.
73. **Heim, Arn.** Die Brandung der Alpen am Nagelfluhgebirge. *Vierteljahrsschrift der natf. Ges. Zürich*, Jahrg. 51, p. 441—461. Zürich 1906.
74. **Heim, Arn.** Zur Frage der exotischen Blöcke im Flysch, mit einigen Bemerkungen über die subalpine Nagelfluh. *Ecl. IX*, p. 413—424. Lausanne 1907.
75. **Heim, Arn.** Monographie der Churfürsten-Mattstockgruppe. *Beitr. n. F. 20*, 3. Teil. Bern 1916.
76. **Heim, Arn.** Der Alpenrand zwischen Appenzell und Rheintal. *Beitr. n. F. 53.* Bern 1923.
77. **Heim, Arn.** Über Bau und Alter des Alpennordrandes. *Ecl. XXI*, p. 73—80. Basel 1928.
78. **Heim, Arn. ; Baumberger, E. ; Stehlin, H. G. ; Fussenegger, S.** Molasse des westlichen Vorarlberg. *Vierteljahrsschrift der natf. Ges. Zürich*, Jahrg. 73. Zürich 1928.
79. **Herboldt, O.** Geolog. Aufnahme der Umgegend von Rapperswil-Pfäffikon am Zürichsee. *Diss. Zürich 1907.*
80. **Kaech, M.** Notiz über einen neuen Fund von Fischschiefern im Flysch der schweizerischen Nordalpen. *Centrabl. f. Min., Geol. und Pal. 1903*, p. 742/743. Stuttgart 1903.
81. **Kaufmann, F. J.** Untersuchungen über die mittel- und ostschweizerische subalpine Molasse. *Neue Denkschr. der allg. schweiz. Ges. f. d. ges. Natw.*, Bd. 17 (8. Abh.). Zürich 1860.
82. **Kaufmann, F. J.** Rigi und Molassegebiet der Mittelschweiz. *Beitr. 11.* Bern 1872.
83. **Kaufmann, F. J.** Emmen- und Schlierengegenden nebst Umgebungen... *Beitr. 24* (mit Atlas). Bern 1886.
84. **Kaufmann, F. J.** Geologische Skizze von Luzern und Umgebung (mit Karte). Beilage zum Jahresbericht über die Kantonschule in Luzern für das Schuljahr 1886/87. Luzern 1887.
85. **Kesseli, E.** Neuere Ansichten über die Tektonik der subalpinen Molasse zwischen Linth und Rhein. *Jahrb. der St. Gall. Natw. Ges.*, Bd. 61, p. 147—169. St. Gallen 1925.
86. **Kesseli, E.** Profile durch die ostschweizerische Molasse. *Excursion der geol. Ges. anlässlich der Jahresvers. der S. N. G.*, 9.—11. Sept. 1930.
87. **Kissling, E.** Die Fauna des Mittel-Oligocäns im Berner Jura. *Mém. de la Soc. pal. suisse*, vol. XXII, 1895. Genève 1896.
88. **Kissling, E.** Meeresmolasse im Emmental. *Mitt. der natf. Ges. Bern 1901*, p. 98—101. Bern 1902.
89. **Kissling, E.** Neue Fundstelle fossiler Pflanzen aus der Molasse der Bäuchlen (Entlebuch). *Mitt. der natf. Ges. Bern 1901*, p. 102. Bern 1902.
90. **Kissling, E.** Die schweizerischen Molassekohlen westlich der Reuss. *Beitr. geotechn. Serie 2.* Bern 1903.

91. **Kraus, E.** Sedimentationsrhythmus im Molassetrog des bayerischen Allgäu. *Abh. der natf. Ges. Danzig*, Bd. I. 1923.
92. **Kraus, E.** Neue Spezialforschungen im Allgäu. *Geolog. Rundschau*, Bd. XVIII, p. 189—221, 263—298. Berlin 1927.
93. **Kraus, E.; Reis, O. M.** Blatt Immenstatt Nr. 836. *Erläuterungen zur geologischen Karte von Bayern*, 1 : 25,000. München 1929.
94. **Kumm, A.** Die Entstehung der Eindrücke an Nagelfluhgeröllen. *Diss. Heidelberg* 1920.
95. **Kurberg, H.** Neuere Untersuchungen über tertiäre Nagelfluh im Gebiet zwischen Aare und Genfersee. *Diss. Freiburg* (Schweiz) 1919.
96. **Leriche, M.** Les Poissons de la Molasse suisse. *Mém. de la Soc. pal. suisse*, vol. XLVI, 1<sup>er</sup> fasc. Genève 1927.
97. **Letsch, E.; Zschokke, B.; Rollier, L.; Moser, R.** Die schweizerischen Tonlager. *Beitr. geotechn. Serie 4*. Bern 1907.
98. **Liechti, P.** Geologische Untersuchungen der Dreispitz-Standfluhgruppe und der Flyschregion südlich des Thunersees. *Mitt. der natf. Ges. Bern* 1930. Bern 1931.
99. **Liechti, W.** Geologische Untersuchungen der Molassenagelfluhregion zwischen Emme und Ilfis. *Beitr. n. F. 61*. Bern 1928.
100. **Ludwig, A.** Flussgeröll, Molasseproblem und Alpenfaltung. *Jahrb. des schweiz. Alpenclub*, Bd. XLV, p. 225 bis 249. Bern 1910.
101. **Ludwig, A.** Zur Stratigraphie und Tektonik der Molasse zwischen Necker und Rhein. *Ecl. XIX*, p. 146/147. Basel 1925.
102. **Ludwig, A.** Stampische Molasse mit mariner Molluskenfauna am Nordrand des Säntisgebirges. *Actes de la Soc. helv. d. sc. nat.*, 107<sup>e</sup> sess., II<sup>e</sup> partie, p. 194/195. Aarau 1926. *Ecl. XX*, p. 245/246. Basel 1927.
103. **Ludwig, A.** Aus dem ostschweizerischen Molassegebiet. *Jahrb. der St. Gall. Natw. Ges.*, Bd. 62, p. 81—100. St. Gallen 1926.
104. **Ludwig, A.** Profile durch die ostschweizerische Molasse. *Excursion der geol. Ges. anlässlich der Jahresvers. der S. N. G.*, 9.—11. Sept. 1930.
105. **Ludwig, A.; Eugster, H.; Bächler, E.** Berichte über die Exkursion der Schweizerischen Geologischen Gesellschaft im st.-gallisch-appenzellischen Molasseländ, im Fähnern- und Wildkirchligebiet vom 9. bis 11. September 1930. *Ecl. XXIV*, p. 125—157. Basel 1931.
106. **Lugeon, M.** Sur l'âge du grès Taveyannaz. *Ecl. XVIII*, p. 220. Basel 1923.
107. **Martinotti, A.** Foraminiferi della Molassa di Varano. *Atti della Soc. ital. di Scienze nat.*, vol. 62, p. 317—354. Milano 1923.
108. **Mayer, Ch.** Tableau synchronistique des terrains tertiaires de l'Europe. 3<sup>e</sup> éd. (*Autogr.*). Zürich 1865.
109. **Mayer, Ch.** Tableau synchronistique des terrains tertiaires supérieurs. 4<sup>e</sup> éd. (*Autogr.*). Zürich 1868.
110. **Mayer, K.** Systematisches Verzeichnis der Versteinerungen des Helvetian der Schweiz und Schwabens. *Beitr. II*, p. 475—512. Bern 1872.
111. **Mollet, H.** Geologie der Schafmatt-Schimberg-Kette. *Beitr. n. F. 47*, III. Abt. Bern 1921.
112. **Moret, L.** La région molassique et sa bordure nummulitique d'Annecy à Cluses. *Revue savoissienne*, 4<sup>e</sup> trimestre, année (Annecy) 1922.
113. **Niggli, P.; Grubenmann, U.; Jeannet, A.** ... Die natürlichen Bausteine und Dachschiefer der Schweiz. *Beitr. Geotechn. Serie 5*. Bern 1915.
114. **Niggli, P.; de Quervain, F.; Winterhalter, R. U.** Chemismus schweizerischer Gesteine. *Beitr. Geotechn. Serie 14*. Bern 1930.
115. **Nussbaum, F.** Die Täler der Schweizeralpen. Bern 1910.
116. **Nussbaum, F.** Talbildung im Napfgebiet. *Ecl. XI*, p. 269—271. Lausanne 1910.
117. **Nussbaum, F.** Über das Vorkommen von Jungmoränen im Entlebuch. *Mitt. der natf. Ges. Bern* 1922, p. 106 bis 110. Bern 1923.
118. **Penck, A.; Brückner, E.** Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig 1909.
119. **Peyer, B.** Rochen-Eikapseln aus den Horwerschichten (unteres Stampien) von Grisigen, Kanton Luzern. *Ecl. XXI*, p. 407—413. Basel 1928.
120. **Pfister, M.** Stratigraphie des Tertiär und Quartär am Südfuss der Alpen. *Diss. Zürich*. Bülach 1921.
121. **Portmann, H.** Vergessene Bäder und unbenützte Mineralquellen im Entlebuch. *Blätter für Heimatkunde aus dem Entlebuch*, Jahrg. 4. Schüpfheim 1931.
122. **Quereau, E.** Die Klippenregion von Iberg. *Diss. Freiburg (Br.)* 1893; *Beitr. n. F. 3*. Bern 1893.

123. **Renevier, E.** L'axe anticlinal de la Molasse aux environs de Lausanne. *Ecl. VII*, p. 287—299. Lausanne **1903**.
124. **Richter, M.** Über die untere Meeresmolasse zwischen Lech und Rhein. *Centralbl. für Min., Geol. u. Pal.*, Jahrg. **1925**, Abt. B, p. 309—314. Stuttgart **1925**.
125. **Richter, M.** Beiträge zur Stratigraphie und Tektonik der subalpinen Allgäuer Molasse. *Geol. Rundschau*, Bd. **17 a**, p. 317—362. Berlin **1926**.
126. **Richter, M.** Molasse und Alpen. *Zeitschr. d. deutschen geol. Ges.*, Bd. **79**. Berlin **1927**.
127. **Richter, M.** Neue Spezialforschungen im Allgäu. *Geol. Rundschau*, Bd. **19**, p. 51—62. Berlin **1928**.
128. **Ritter, E.** Stratigraphie und Tektonik der kohlenführenden Molasse zwischen Genfersee und Saanetal. *Ecl. XVIII*, p. 387—411. Basel **1924**.
129. **Rollier, L.** Sur l'âge du conglomérat subalpin ou Nagelfluh de la Suisse. *Bull. Soc. géol. France*, 4<sup>e</sup> série, t. **I**, p. 684/685. Paris **1901**.
130. **Rollier, L.** Die Entstehung der Molasse auf der Nordseite der Alpen. *Vierteljahrsschrift der natf. Ges. Zürich*, Jahrg. **49**, p. 159—170. Zürich **1904**.
131. **Rollier, L.** Révision de la Stratigraphie et de la Tectonique de la Molasse au Nord des Alpes. . . *Neue Denkschr. der schweiz. natf. Ges.*, Bd. **46** (1. Abh.). Zürich **1911**.
132. **Rösch, A.** Der Kontakt zwischen dem Flysch und der Molasse im Allgäu. *Diss. Bern*. München **1905**.
133. **Rothpletz, A.** Geologische Alpenforschungen, III. Teil. Die Nord- und Südüberschiebungen in den Freiburger Alpen. München **1908**.
134. **Rutsch, R.** Zur Stratigraphie und Tektonik der Molasse südlich von Bern. *Ecl. XIX*, p. 673—678. Basel **1926**.
135. **Rutsch, R.** Geologie des Belpbergs. *Mitt. d. natf. Ges. Bern* **1927**. Bern (P. Haupt) **1928**.
136. **Rutsch, R.** Die Gastropoden des subalpinen Helvétien der Schweiz und des Vorarlbergs. *Abh. der schweiz. pal. Ges.*, Bd. **11**. Basel **1929**.
137. **Sarasin, Ch.** Die Konglomerate und Breccien des Flysch in der Schweiz. *Diss. Strassburg*. Stuttgart **1892**.
138. **Schardt, H.** Notice géologique sur la molasse rouge et le terrain sidérolithique au pied du Jura. *Bull. Soc. vaud. sc. nat.* vol. **16**, p. 609. Lausanne **1880**.
139. **Schardt, H.** Die geologischen Verhältnisse des Stau- und Kraftwerkes Wäggitäl. *Ecl. XVIII*, p. 525—544. Basel **1924**.
140. **Schider, R.** Geologie der Schratzenfluh im Kanton Luzern. *Beitr. n. F.* **43**. Bern **1913**.
141. **Schmidt, C.**, und **Müller, F.** Die Kohlenflöze in der Molasse bei Bregenz. *Zeitschr. für praktische Geologie*. Jahrg. **XIX**, p. 355—359. Berlin **1911**.
142. **Schneeberger, W.** Die stratigraphischen Verhältnisse von Kreide und Tertiär der Randkette nördlich des Thunersees. *Mitt. der natf. Ges. Bern* **1926**, p. 1—98. Bern **1927**.
143. **Schnider, J. X.** Geschichte der Entlibucher, 2. Teil. Luzern **1781**.
144. **Schnider, J. X.** Besondere Beschreibung etlicher Berge des Entlibuches. Luzern **1783**.
145. **Schnider, J. X.** Von im Entlibuch vorkommenden Mineralien. *Blätter für Heimatkunde aus dem Entlebuch*, Jahrg. 1, Nrn. 7 und 8. Schüpfheim **1928**.
146. **Schnider, J. X.** Luzernische Oryktographie. *Blätter für Heimatkunde aus dem Entlebuch*, Jahrg. 1, Nrn. 8—12. Schüpfheim **1928**.
147. **Stehlin, H. G.** Über die Grenze zwischen Oligocæn und Miocæn in der Schweizer Molasse. *Ecl. VII*, p. 360 bis 365. Lausanne **1903**.
148. **Stehlin, H. G.** Anthracotherium aus der marinen Molasse von Vaulruz. *Ecl. X*, p. 754/755. Lausanne **1909**.
149. **Stehlin, H. G.** Säugetierpaläontologische Bemerkungen zu einigen neueren Publikationen von Herrn Dr. L. Rollier. *Ecl. XI*, p. 476—483. Lausanne **1911**.
150. **Stehlin, H. G.** Übersicht über die Säugetiere der schweizerischen Molasseformation, ihre Fundorte und ihre stratigraphische Verbreitung. *Verh. der natf. Ges. Basel*, Bd. **XXV**, p. 179—202. Basel **1914**.
151. **Stehlin, H. G.** Säugetierpaläontologische Bemerkungen zur Gliederung der oligocänen Molasse. *Ecl. XVI*, p. 575—581. Lausanne **1922**.
152. **Steiner, J.** Morphologische Untersuchungen im Entlebuch. *Diss. Bern* (Büchler) **1926**.
153. **Studer, B.** Beiträge zu einer Monographie der Molasse. Bern **1825**.
154. **Studer, B.** Bemerkungen zu einem Durchschnitte durch die Luzerner Alpen. *Leonhards neues Jahrb. f. Min., Geognosie, Geol. u. Petrefk.*, Jahrg. **1834**, IV. Heft, p. 505—515. Stuttgart **1834**.
155. **Studer, B.** Observations et discussions sur la Molasse. *Verh. der schweiz. natf. Ges.* **1839**, p. 45/46. Bern **1839**.
156. **Studer, B.** Geologie der Schweiz. 2. Bd. Bern und Zürich **1853**.

157. **Tobler, A.**, und **Buxtorf, A.** Exkursionsprogramm und Berichte über die Exkursionen der schweizerischen geologischen Gesellschaft in die Klippenregion am Vierwaldstättersee vom 12.—16. September 1905. *Ecl. IX*, p. 13—55. Lausanne **1906**.
158. **Wagner, A.** Über fossile Fische aus einem neu entdeckten Lager in den südbayerischen Tertiärgebilden. *Sitzungsber. der bayr. Ak. der Wissenschaften 1860*, p. 52—57. München **1860**.
159. **Weithofer, K. A.** Die Oligozänablagerungen Oberbayerns. *Mitt. der geol. Ges. Wien*, Bd. X, p. 1—125. Wien **1918**.
160. **Wettstein, A.** Über die Fischfauna des tertiären Glarnerschiefers. *Abh. der schweiz. pal. Ges.*, Bd. XIII (2. Abh.). Basel und Genf **1886**.

### Geologische Karten.

#### Übersichtskarten:

161. Geologische Übersichtskarte der Schweiz 1 : 760 000 von B. Studer und A. Escher. **1853**.
162. Geologische Karte der Schweiz 1 : 500 000 von Alb. Heim und C. Schmidt. **1912**.

#### Geologische Karte der Schweiz 1 : 100 000:

163. Blatt XIII (Interlaken-Stans), F. J. Kaufmann, A. Baltzer, C. Mösch. **1887**.
164. Blatt VIII (Aarau-Luzern-Zürich), F. J. Kaufmann, C. Mösch. 1. Aufl. **1871**. 2. Aufl. **1913**.

#### Spezialkarten (a) und Profile (b), publiziert von der geologischen Kommission:

165. Nr. 66 a und b. Vierwaldstättersee (1 : 50 000). A. Buxtorf, A. Tobler, G. Niethammer, E. Baumberger, P. Arbenz, W. Staub. **1916**.
166. Nr. 76 a und b. Schratzenfluh (1 : 25 000). R. Schider. **1913**.
167. Nr. 91 a und b. Schafmatt-Schimberggebiet (1 : 25 000). H. Mollet. **1921**.
168. Nr. 96. Thun-Stockhorn (1 : 25 000). P. Beck und E. Gerber. **1925**.
169. Geologischer Atlas der Schweiz 1 : 25 000, Blatt 218—221, Flawil-Herisau-Brunnadern-Schwellbrunn. A. Ludwig. **1930**.

### Nachträge und Ergänzungen zum Literaturverzeichnis.

a) Nach Abschluss des Manuskriptes, 27. Januar 1932, erschienene und im Text zum Teil in Nachträgen berücksichtigte Literatur.

170. **Baumberger, E.** Zur Tektonik und Altersbestimmung der Molasse am schweizerischen Alpennordrand. *Ecl. XXIV*, p. 205—222. Basel **1931**.
171. **Heim, Arn.** Zum Problem des Alpen-Molasse Kontaktes. *Ecl. XXV*, p. 223—231. Basel **1932**.
172. **Richter, M.** Zur Altersfrage der oberbayerischen Oligocänmolasse. *Centralbl. für Min., Geol. u. Pal.*, Jahrg. 1932, Abt. B, p. 427—434. Stuttgart **1932**.
173. **Smirnow, W.** Die Fischreste des nordkaukasischen Oligocäns. *Centralbl. für Min., Geol. u. Pal.*, Jahrg. 1932, Abt. B, p. 363—364. Stuttgart **1932**.
174. **Weiler, W.** Die Fischfauna der unteren und oberen Meeresmolasse Oberbayerns. *Neues Jahrb. für Min., Geol. u. Pal.*, Beilageband 68, p. 305—352. Stuttgart **1932**.

b) Ältere, aber erst nachträglich berücksichtigte Literatur.

175. **Pauca, M.** Die sogenannten «Meletta»- und «Meletta crenata»-Schuppen. *Centralbl. für Min., Geol. u. Pal.*, Jahrg. 1930, p. 337. Stuttgart **1930**.

## Einleitung.

### a) Allgemeine Bemerkungen.

Die Grundlage der folgenden Ausführungen bildet die geologische Detailkartierung von Blatt Escholzmatt, Nr. 374, 1 : 25 000, des schweizerischen topographischen Atlas.

Das geologisch untersuchte Gebiet liegt zum grössten Teil in der subalpinen Molasse, d. h. in dem weitgehend dislozierten Molassestreifen am N-Fuss der Alpen. Nur im SE hat das Kartengebiet noch Anteil an der subalpinen Flyschzone und der Alpenrandkette. — Die geologische Erforschung der Molasse gestaltet sich bekanntlich insofern schwierig, als in diesem Sedimentkomplex scharfe stratigraphische Gegensätze, die eine gute Gliederung ermöglichen, fehlen. Immerhin können heute die geologischen Verhältnisse in der flachgelagerten Molasse der Mittelschweiz dank vielseitiger Untersuchungen als im grossen und ganzen geklärt gelten. Für das subalpine Molassegebiet trifft dies weniger zu. Hier kommen zu den stratigraphischen Schwierigkeiten noch die tektonischen. Erst die Untersuchungen der letzten zwei Jahrzehnte haben unsere Kenntnisse vom Bau dieser Molassezone wesentlich gefördert. — Bei dem verhältnismässig beschränkten Raum, den ein Siegfriedblatt bietet, war es natürlich ausgeschlossen, für die mannigfaltigen geologischen Probleme und Aufgaben, die sich in einem solchen Teilstück der subalpinen Molasse bieten, endgültige Lösungen zu finden. Erst nach der Detailbearbeitung des ganzen subalpinen Molassebogens zwischen Vierwaldstätter- und Thunersee, dem unser Gebiet angehört, werden wir uns ein genaueres Bild machen können vom geologischen Aufbau und den Beziehungen der einzelnen tektonischen und stratigraphischen Einheiten zueinander. Einen Beitrag hiezu stellen die nachfolgenden Ausführungen dar, die sich auf Blatt Escholzmatt und sein Nachbargebiet beziehen.

### b) Topographisch-morphologische Übersicht.

Das untersuchte Kartengebiet Escholzmatt gehört zur luzernischen Landschaft Entlebuch, welche voralpines Gepräge zeigt. Der höchste Punkt in der SE-Ecke des Blattes liegt 1874 m ü. M., der tiefste in der Talsohle bei Schüpfheim 720 m.

Die vorherrschende Richtung der Bergzüge ist SW-NE, parallel dem Alpenrande. Die auffälligste Erhebung bildet die Bächlen (1772 m). Der klotzige Berg bricht nach NW mit Schichtköpfen in schroffen Wänden gegen Escholzmatt zu ab, während er sich südostwärts gegen das Waldemmetal mit Schichtplatten steil abdacht. Der scharfe Grat besitzt ausser dem Hauptgipfel mehrere markante Punkte (P. 1742, P. 1701, P. 1431). Die Fortsetzung der Bächlen auf der E-Seite der Waldemme bildet die Farnern (1575 m).

An diesen beherrschenden Gebirgszug der Bächlen-Farnern ist im SE eine Reihe von weniger hervortretenden Erhebungen angelehnt: Gustiweidknubel (1391 m), Brandknubel (1416 m), Stoss, Spirberg (zum grössten Teil schon auf dem im S anstossenden Blatt Flühli gelegen). Zwischen diese und die Alpenrandkette, die mit der Aeschifluh (1874 m) im SE-Teil das Kartengebiet berührt, legt sich eine hauptsächlich von Sumpfwiesen (Aeschimoos) eingenommene Depression. In dieser bilden der Hügel von Aeschi (P. 1257), der Aeschiwald (P. 1431) und die Alp Bäregg terrassenartige Vorsprünge.

Am N-Fuss der Bächlen und der Farnern breitet sich zwischen den beiden Ortschaften Escholzmatt und Schüpfheim der obere Teil des hügelig-welligen Haupttales des Entlebuchs aus. Auf der

Talsole erscheinen als isolierte Hügel der langgezogene Bühl (Waldbühl) NE Escholzmatt und die verschiedenen, als «Knubel» bezeichneten, gerundeten Anhöhen SW Schüpfheim. Die Flanken des Haupttales steigen nach beiden Seiten zustufenförmig an. Auf der Talsüdseite, am Hang der Bächlen, liegen auf einer ausgeprägten Vorstufe die Gehöfte Strickegg, Rüttibödeli, Gfäll, Tellenbachschwändi und Eschenmoos. Im N wird der Talboden zunächst von einem mit Wald und Sumpfland besetzten Plateau überragt: Tellenmooswald, Aehergutwald, Luswald, Unternährenwald, Eggli. Die sanften Höhen von Bergli, Arboden, Steien, Vollischwand, Willischwand geben in diesem Teil der Landschaft ihr anmutiges Gepräge. Weiter im NW bilden Vorder Balm (P. 1208), Brandsegg (P. 1151) markante Erhebungen. Die NW-Ecke des Kartengebietes (P. 1231) berührt den Grenzkamm der Kantone Luzern und Bern.

Hydrographisch gehört das untersuchte Gebiet zum überwiegenden Teil zur Kleinen Emme, zum kleineren Teil zur Grossen Emme. Quellflüsse der Kleinen Emme sind: die Weissemme, welche von Escholzmatt herkommt, und die viel bedeutendere Waldemme, welche im gleichnamigen Tal in S-N-Richtung durch das Kartengebiet fliesst. Die Vereinigung der beiden Flüsse zur Kleinen Emme erfolgt bei Schüpfheim.

Die Waldemme durchsägt in der Lammschlucht die widerstandsfähigen Nagelfluh- und Sandsteinbänke der Bächlen-Farnern; es fliessen ihr zu: von rechts der geröllreiche Steinibach, der Staubbach, der Lugibach, von links der Hellschwandbach.

Die Weissemme durchfliesst das Haupttal des Entleuchs. Sie empfängt von S her die wilden Bergbäche der Bächlennordflanke (Aebnetbach, Schwändlenbach, Bach aus dem Eschengraben). Von N her nimmt sie den Ballenbach, den Hasenbach aus dem Schwandgraben, den Tellenbach aus dem Bockerengraben und den Blapbach auf.

Der Eschlibach mit dem ihm zufließenden Alpachbach und Ganzenbach nimmt seinen Lauf zur Ilfis, gehört somit zum Einzugsgebiet der Grossen Emme.

### c) Bisherige geologische Untersuchungen.

Das Untersuchungsgebiet ist verhältnismässig wenig von der geologischen Forschung berührt worden. Die ersten Angaben über einzelne Gesteine, Mineralien und Versteinerungen im Entleuch machte Pfarrer SCHNIDER VON WARTENSEE, 1750—1784 (**143**, 1781; **144**, 1783; **145**, 1928; **146**, 1928)<sup>1)</sup>. Später, 1825, hat B. STUDER unser Gebiet kurz berücksichtigt in dem Werke: «Beiträge zu einer Monographie der Molasse»; besonders sei erwähnt, dass er die Bächlen geologisch mit dem Rigi verglichen hat (**153**, 1825, p. 60 und 125). Eine kurze Beschreibung der subalpinen Molasse des Entleuchs (mit Profil) gibt STUDER auch in seiner «Geologie der Schweiz» (**156**, 1853, p. 379).

Von besonderer Bedeutung sind dann aber die systematischen Untersuchungen F. J. KAUFMANN'S in den Jahren 1850—1880, welche die Grundlage zur Darstellung der geologischen Karte 1 : 100,000 bildeten. Für uns sind speziell seine folgenden Werke von Interesse:

1. Untersuchungen über die mittel- und ostschweizerische subalpine Molasse (**81**, 1860).
2. Rigi und Molassegebiet der Mittelschweiz (**82**, 1872).
3. Emmen- und Schlierengegenden nebst Umgebungen etc. (**83**, 1886).

Von grosser Wichtigkeit für die neueren Auffassungen über Stratigraphie und Tektonik der schweizerischen subalpinen Molasse sind die Arbeiten von E. BAUMBERGER (**11—18**). Gute Grundlagen boten ferner die Kartierungsarbeiten von R. SCHIDER in dem im SE anstossenden Schratzenfluhgebiet (**140**, 1913) und von H. MOLLET in der im E angrenzenden Schafmatt-Schimberggegend (**111**, 1921), wie auch die Untersuchungen von W. LIECHTI im Gebiet zwischen Emme und Ilfis (**99**, 1928). Aus neuerer Zeit stammen ebenfalls die morphologischen Untersuchungen von F. ANTENEN (**4**, 1910; **5**, 1924), F. NUSSBAUM (**117**, 1923) und J. STEINER (**152**, 1926), welche auch unser Gebiet berücksichtigen.

Bei andern Autoren finden sich gelegentlich kurze Hinweise auf unser Gebiet; alle diese Arbeiten und andere, mehr zum Vergleich herangezogene, sind im Literaturverzeichnis aufgezählt; im Verlauf unsrer Ausführungen wird auf die eine oder andere Abhandlung noch näher zurückzukommen sein.

<sup>1)</sup> Literaturzitate erfolgen durch Angabe der Nummer des Literaturverzeichnisses S. V—X (fettgedruckte Ziffer), des Autors und des Jahrganges.

#### **d) Geologische Gliederung.**

Die oben angeführte morphologische Einteilung hat zum Teil ihre Ursache im geologischen Bau der Gegend. Wie die tektonische Übersichtskarte, Tafel I, Figur 7, zeigt, können wir in unserem Gebiet folgende tektonische Einheiten unterscheiden:

##### *I. Subalpine Molasse:*

- A. Äussere Molassezone = aufgerichtete und gefaltete Molasse (bildet die ganze NW-Hälfte des Aufnahmegebietes).
- B. Innere Molassezone = aufgeschobene Molasse. Diese zerfällt in:
  - 1. Bäuchlenzone (Bäuchlen-Farnern).
  - 2. Hilferzone (Brandknubel-Spirberg).

##### *II. Subalpine Flyschzone.*

##### *III. Alpenrandkette (Kreide).*

---

# I. Die subalpine Molasse.

## Allgemeines.

Wie schon morphologisch hervortritt, kann auf Blatt Escholzmatt in der Molasse deutlich ein Gebiet mit NW-fallenden Schichten und ein Gebiet mit vorwiegend SE-fallenden Schichten unterschieden werden. Zwischen beiden verläuft ein 2—3 km breiter Streifen meist stark aufgerichteter Schichten, die zum Teil antiklinalen Bau erkennen lassen (vgl. Tafel I, Figuren 1 und 7). Die NW-fallende Molasse bildet die Erhebungen im N des Weissemmetales. Sie geht gegen N allmählich in flache Lagerung über. Die antiklinale Zone fällt ungefähr mit dem Haupttal des Entlebuch zusammen. Die SE-fallenden Molasseschichten bauen die ansehnlichen Bergzüge Bäuchlen-Farnern und Brandknubel-Spirberg auf.

Wie die neueren Untersuchungen gezeigt haben, unterscheiden sich die alpennäheren Teile nach ihrem tektonischen Verhalten in hohem Masse von den weiter vom Alpenrand entfernten Molassezonen. Diese entsprechen dem aufgerichteten und gefalteten S-Rand des mittelschweizerischen Molassebeckens; jene hingegen sind durch An- und Aufschiebungen gekennzeichnet, und zwar wissen wir heute, dass diese aufgeschobene Molasse vorwiegend aus älteren Molassestufen besteht.

In Anlehnung an E. BAUMBERGER und H. MOLLET bezeichnen wir die antiklinal gebaute und die sie im N begleitende, gegen NW geneigte Molasse nach ihrer geographischen Lage zum Alpenrand als äussere Zone und stellen dieser die SE-fallende, aufgeschobene Molasse als innere Zone gegenüber (vgl. Tafeln I und II). Die nähere Begründung für diese Einteilung wird in der nachfolgenden stratigraphischen und tektonischen Beschreibung gegeben werden.

## Stratigraphie.

### A. Äussere Zone der subalpinen Molasse.

Das Verbreitungsgebiet der äusseren Zone der subalpinen Molasse liegt — vgl. Tafel I, Figur 7 — im NW des Hauptgebirgszuges Bäuchlen-Farnern. In ihr sind in normaler Aufeinanderfolge folgende Stufen vertreten:

Miocän	{ Tortonien	Napfschichten	} Vindobonien (II. Mediterranstufe)
	{ Helvétien	Rotseeschichten	
	{ Burdigalien	Luzernerschichten (I. Mediterranstufe)	
Oligocän	Aquitaniern	Rote (granitische) Molasse	

Infolge der Aufrichtung und Faltung erscheinen die einzelnen Schichtglieder als parallele, SW-NE gerichtete Streifen. Vom Aquitanien im Weissemmetal nach NW gehend, treffen wir auf immer jüngere Molassebildungen, schliesslich, ganz in der NW-Ecke, auf das Tortonien.

## 1. Aquitanien.

Rote (granitische) Molasse.

### Verbreitung und landschaftlicher Charakter.

Von allen Stufen hat im Untersuchungsgebiet das Aquitanien neben dem später zu besprechenden, aber der inneren Zone angehörenden Stampien die grösste Verbreitung. Wie Tafel I, Figur 7, zeigt, füllt das Aquitan als sogenannte rote (oder granitische) Molasse einen ca.  $2\frac{1}{2}$ —3 km breiten Streifen aus, der das Kartenblatt in der Diagonale von SW nach NE durchzieht und ungefähr mit dem obern Teil des Entlebucher Haupttales zusammenfällt.

Die Aquitansedimente bilden im Untersuchungsgebiet keine so auffälligen Erhebungen wie die andern Molassestufen. Nur wo härtere Sandsteine in grösserer Geschlossenheit auftreten, können sie bei günstiger Lagerung Steilstufen erzeugen: Eine solche Serie bedingt am N-Abhang der Bäuchlen die ausgeprägte Vorstufe von Gfäll-Tellenbachschwändi (vgl. p. 2). Bezeichnend für die Aquitanzone ist die Rundung fast aller Geländeformen. Besonders gut kommt im Gebiet der roten Molasse auch die Kleinerosion zur Geltung; die S-Flanke des Tellenmooswald-Achergutwaldplateaus und die Gehänge im S des Haupttales sind von einer Menge wasserführender und trockener Rinnen besetzt (vgl. die Bezeichnung Gräbliwald).

Die Gesteine dieser Zone neigen, besonders an den Steilhängen der Gräben, sehr leicht zu Rutschungen.

### Abgrenzung.

Die Unterlage des Aquitans ist im Untersuchungsgebiet nicht erschlossen (vgl. Tafel I, Figuren 1 und 2). Hingegen kennen wir das Hangende, welches durch den das Aquitanien nach NW normal überlagernden Luzernersandstein des Burdigalien gebildet wird. Die Grenze Aquitanien-Burdigalien verläuft über Willischwand (W Schüpfheim), Vollischwand, Ausser Tellenmoos, Kornboden, Gummen und Graben (NW Escholzmatt). Eine scharfe lithologische Trennung zwischen Aquitanien und Burdigalien ist aber nicht vorhanden; vielmehr besteht ein allmählicher Übergang. Im obern Teil des Aquitans tritt die granitische Molasse und ebenso die Nagelfluh zurück. Graubräunlicher, dichter Knauer-sandstein, graue, schwarze und bunte Mergel leiten über zum typischen, blaugrünen Luzernersandstein mit marinen Fossilien. Im untersten Teil dieses Sandsteins erscheint, ca. 10—20 m über den Aquitangesteinen, ein von E nach W an Mächtigkeit zunehmendes Band von bunter Nagelfluh; ich beobachtete dieses in geringer Mächtigkeit bei Biberg und Zinggen (zwischen Schüpfheim und Hasle), weiter auf der N-Seite der Emme bei Siggenhusen und Strittli (alles auf Blatt Schüpfheim); im Bach E Willischwand ist es bereits ca. 6 m, im Bockerengraben ca. 10 m mächtig. Es zieht von Escholzmatt gegen W über den Schwändlenberg hinweg und beim Eisenbahntunnel Wiggen vorbei zur Ilfis hin, von wo aus W. LIECHTI die Fortsetzung beschreibt (99, 1928, p. 7). Mit dieser Nagelfluh lässt sich praktischerweise das Burdigalien beginnen. — Gute Aufschlüsse der Aquitanien-Burdigaliengrenze befinden sich im Bach E Willischwand (ca. 150 m bachaufwärts von der Schüpferbergstrasse (Blatt Schüpfheim), im Blapbach bei der Verzweigungsstelle W unterhalb Willischwand, im Bockerengraben NE Ausser Tellenmoos und auf der E-Seite des Hasenbachs bei Vorder Bodenmatten. Im Bockerengraben beginnt mit dem Auftreten des Luzernersandsteins ein zunächst unpassierbares, schluchtartiges Tobel.

Im S fehlt der Aquitanzone ein normales Hangendes. Auf der roten Molasse ruht längs einer gut erkennbaren Aufschiebung die mächtige Stampienmasse der Bäuchlen-Farnern (vgl. Tafel I, Figur 1). Die Aufschiebungslinie zieht sich, von Heiligkreuz (Blatt Schimberg und Entlebuch) herkommend, über Gatzen, Stohlenweidli, Lugibachweid ins Waldemmetal. Westlich davon steigt sie wieder an und führt an der N-Seite des Bäuchlenberges S Kätherich-Rüttibodenschwändeli-Ober Rüttiboden, bei Dürrhütte-Gässli-Kuchimösli und S Schwandloch-Krummenegg-Mittlere Ziegerhütte vorbei. Diese tektonische Grenzlinie ist nicht immer scharf, da es am Aufschiebungskontakt oft zu einer intensiven Verknüpfung und Verschüpfung mit Gesteinen des südlich anstossenden Stampien (basale Schichten der Bäuchlenserie) gekommen ist. Im allgemeinen unterscheiden sich aber, wie

später gezeigt wird, die stampischen Sedimente der Bächlen-Farnern, speziell diejenigen an der Basis, welche in der Nähe der Aufschiebungsfläche liegen, in hohem Masse von den aquitanen.

F. J. KAUFMANN gibt der mit «mr» bezeichneten roten Molasse auf Blatt XIII 1:100 000 eine geringere Verbreitung als sie oben beschrieben wurde. Er stellt zur roten Molasse, die er richtig dem Aquitanien zuweist, nur einen ca. 1 km breiten Streifen, der ungefähr mit der antiklinalen Zone (siehe unten) zusammenfällt und vorherrschend aus den mergelreichen und nagelfluharmen Partien im Kern der Hauptantiklinale besteht. Unser übriges, im allgemeinen höheren Teilen angehörendes Aquitan, fasst er mit andern Molassebildungen, wie später noch erörtert werden soll, zu seinen Hohlhoneschichten zusammen. Sie sind auf Blatt XIII mit «mi» = Untere Süsswassermolasse bezeichnet. KAUFMANN hält sie aber irrtümlicherweise für jünger als Aquitan; er sieht in ihnen das limnische Äquivalent der Luzernerschichten, also Burdigalien (= Langhien nach der damaligen Nomenklatur, **83**, 1886, p. 560).

Durch die neueren Arbeiten ist die Einheitlichkeit der heute allgemein zur Aquitanzone einbezogenen Sedimente in der subalpinen Molasse der Mittelschweiz dargetan worden (**13**, BAUMBERGER, 1925; **111**, MOLLET, 1921; **99**, LIECHTI, 1928). Auch im untersuchten Gebiet stellt das Aquitanien lithologisch einen sehr einheitlichen, nicht weiter zu gliedernden Schichtkomplex dar (vgl. p. 9).

Die Trennungslinie zwischen KAUFMANN'S unterer Süsswassermolasse und Meeresmolasse (Blatt XIII) fällt nicht ganz mit unsrer Aquitanien-Burdigaliengrenze zusammen. E von Ausser Tellenmoos zeichnet er sie, soweit aus der Karte 1:100 000 ersehen werden kann, ca. 200 m weiter im S ein. Er zählt hier auch noch die Knauermolasse im Liegenden des Luzernersandsteins zum marinen Komplex. Westlich von Kreienmoos verlegt er sie um ungefähr den gleichen horizontalen Betrag weiter nach N, über die vorhin erwähnte Nagelfluh im untersten Teil des Burdigalien.

### Lagerung.

Die Aquitanzone besitzt im grossen und ganzen antiklinalen Bau (vgl. Tafel I, Figur 1), doch fehlt, wie wir später sehen werden, ein Gewölbescheitel; die Schenkel neigen giebelförmig gegeneinander und der innerste Kern zeigt bei steiler Schichtstellung starke Zusammenpressung. Dieser antiklinale Bau entspricht der antiklinalen Zone STUDERS oder der sogenannten Hauptantiklinale (ALB. HEIM) = A 1 nach ROLLIER (**156**, 1853; **72**, 1919, p. 175; **131**, 1911). Im Untersuchungsgebiet verläuft die antiklinale Zone ungefähr in der Mitte des Aquitanstreifens (vgl. Tafel I, Figur 7) und ist annähernd durch folgende Lokalitäten fixiert: Bramätteli (SE Schüpfheim), Feld, Badschachen, Eyhof, Weissemmen, Aegerten, Leineten, Schintmoos, Zopf, Tristenmoos, Schür (S Escholzmatt). N dieser Linie herrscht steiles NW-Fallen (Sandfluh W Schüpfheim 62/325; Kappenknubel 62/312; Blapbach N Altrüti 65/324; Böslehn 57/320; Tellenbach 70/326; Bockerengraben E Ausser Tellenmoos 56/320; Tellenmooswald 60/315; Vorder Bodenmatten 62/317; Bühlwald 60/312; Galleli (SE Escholzmatt) 80/317<sup>1)</sup>). Gegen NW, d. h. gegen die Burdigaliengrenze hin, nimmt das Einfallen bis auf ca. 55° ab.

S der Antiklinallinie neigen die Schichten mässig steil nach SE (Stohlegraben Kote 940, 45/152; Knubelmoos 48/160; Tellenbachschwändi P. 961, 40/148; Eschengraben [E Zweigbach], Kote 920, 40/135; Schwändlenbach, Kote 960, 26/142; Kirchenwald 36/148; Mittler Vierstocken 58/120). Im S Teil der Aquitanzone — gegen das aufgeschobene Stampien zu — treten jedoch, wie im tektonischen Abschnitt näher ausgeführt werden soll, komplizierte sekundäre Störungen auf.

Die sichtbare Mächtigkeit der roten Molasse, gemessen im N-Schenkel der Hauptantiklinale, kann mit ca. 1600 m angegeben werden. Figur 2 der Tafel I gibt ein generelles Profil dieser N-Schenkelserie und erläutert die Verteilung der verschiedenen Gesteinsarten.

### Gesteine.

Wie Figuren 1 und 2 Tafel I zeigen, besteht die rote Molasse aus einer mannigfaltigen Wechselfolge von Sandsteinen, Mergeln, Nagelfluh und Süsswasserkalk. Eine eingehende sedimentpetrographische

<sup>1)</sup> Zähler = Einfallen in Graden.

Nenner = Fallrichtung in Graden, gemessen im Sinne des Uhrzeigers von der N-Richtung aus.

Untersuchung wurde für das Aquitanien wie auch für die übrigen Molassestufen nicht durchgeführt; es hätte dies eine Arbeit für sich bedeutet.

*Färbung.* Die weit verbreitete und auffällige rötliche Färbung hat der Sedimentserie den Namen gegeben. Neben den verschiedenen Nuancen des Rot treten häufig auch hell- und dunkelblaugraue, hell- und dunkelgrüne, schwarze und gelbe Farbtöne auf. Eigentümlich ist die Verteilung der Farben. Gewöhnlich sind sie an eine bestimmte Schicht gebunden. Oft durchsetzen sie aber fleckenförmig oder in Adern mit ausgebleichten Rändern das Gestein. Auffällig sind die grünen Flecke inmitten der roten Partien. Ringförmige, zonare Anordnung verschiedener Farbtöne wird besonders bei glimmerreichen Sandsteinen und Mergeln beobachtet. Über die Ursachen der Buntfärbung der roten Molasse sind schon verschiedene Ansichten geäußert worden (z. B. 138, SCHARDT, 1880; 43, DOUXAMI, 1904, p. 27; 24, BERZ, 1915; 91, KRAUS, 1923, p. 6). Bei den roten Partien wird es sich um

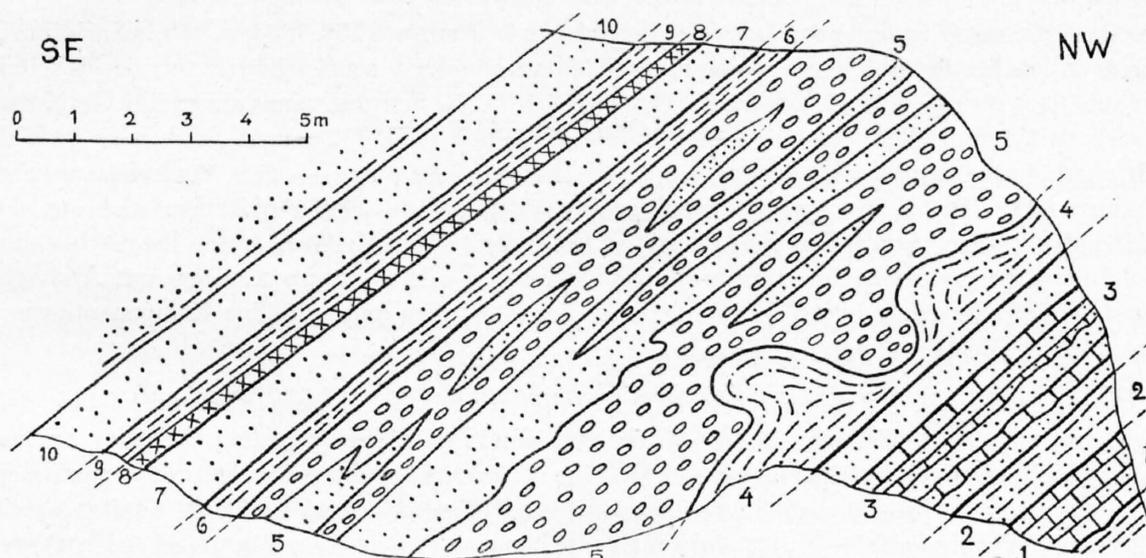


Fig. 1. Die Aquitanschichten im Schwändlenbachgraben (Westseite), ca. 200 m südlich Hinter Ey (2,5 km E Escholzmatt).

- |  |   |
|--|---|
| 1 = Kalksandstein, rot, gelblich und grünlich.                               | 7 = Sandstein, granitisch und kalkig, graublau, violett und gelblich. |
| 2 = Rote Sandmergel.   | 8 = Bläulichgraues Sandsteinband, 0,3 m, enthält Schneckenreste.      |
| 3 = Granitische Molasse mit dünnen Kalksandsteinbänken.                      | 9 = Violette und gelbe Mergel.  |
| 4 = Intensiv rote Sandmergel mit hellgrünen Flecken, sehr wechselnd mächtig. | 10 = Sandstein, granitisch und kalkig.                                |
| 5 = Bunte Nagelfluh, verbunden mit granitischer Molasse.                     |   |
| 6 = Violette und gelbe Mergel.   |   |

verschwemmte Terra-rossa handeln. Die übrigen Farben dürften zum Teil auf verschiedene Oxydationsstufen von Eisenverbindungen zurückzuführen sein.

Ähnliche bunte Sedimente wie im Aquitan treten — allerdings nirgends in dieser Verbreitung — auch in andern Süßwassermolassen unseres Gebietes auf, so im Tortonien und in der stampischen Bächlenzone. Es wäre demnach falsch, aus Färbungen von Molassegesteinen weitgehende stratigraphische Schlüsse zu ziehen.

*Aufschlüsse:* Den besten Einblick in die Sedimente des Aquitans erhält man im Stohlen- und Eschengraben, längs des Schwändlen- und Aebnetbaches, in den Bachtobeln an der steilen Flanke des Weissemmetales zwischen Breitenbühl und Leineten, im Bockerengraben, längs des Blapbaches. Gute und leicht erreichbare Aufschlüsse befinden sich an der Sandfluh W Schüpfheim, auf der W-Seite des Kappenknubels, am Steilufer der Emme bei Emmenberg, an der Prallstelle des Tellenbaches bei Tellenbach, im Bühlwald, bei Bahaus u. a. m. Ein Bild von der Verknüpfung verschiedener Aquitan-gesteine im kleinen gibt uns Textfigur 1.

*Sandsteine* sind bei weitem das häufigste Gestein der subalpinen Aquitanzone. Sie zeigen aber eine ziemlich wechselnde Ausbildung. Das typischste Gestein ist die sogenannte *granitische Molasse*.

Sie stellt einen homogenen, grauweissen, tiefgründig verwitternden Arkosesandstein dar. Dieser tritt entweder mit nur lose verkitteten Komponenten in dicken, massigen Bänken oder aber in harten, widerstandsfähigen Riffen auf. Das charakteristische Merkmal sind die vielen roten Feldspatkörner, die in oberflächlichen Aufschlüssen gewöhnlich ausgebleicht erscheinen. Auch rötliche Quarzkörner sind häufig. — Die Korngrösse schwankt sehr stark; vom feinkörnigen Sandstein zur Nagelfluh, mit der er nach der Zusammensetzung genetisch verbunden ist, sind alle Übergänge vorhanden. Die Komponenten des Sandsteins zeigen im Dünnschliff selten Rundung, meistens sind sie eckig. Über Mineralbestand und sonstige petrographische Eigenschaften des granitischen Sandsteins der Aquitanzone orientieren Lit. **113** (II. Teil: A. ERNI. Die mikroskopische Untersuchung der Sandsteine, p. 24 bis 29), **48** (ESCHER, 1907, p. 32) und **114** (NIGGLI, 1930, p. 263, Nr. 6, p. 285, Nrn. 152—155 und 157—162). Auffällig sind die hin und wieder mitten in den Sandsteinmassen auftretenden Nester von bunten Mergeln.

Die Bezeichnung «granitische Molasse» stammt von B. STUDER (**156**, 1853, p. 348). Nach ihm ist sie nicht an ein bestimmtes Niveau gebunden. E. BAUMBERGER hingegen betrachtet sie als leitend für die subalpine oberoligocäne Molasse (**13**, 1925, p. 166/167). R. SCHIDER nennt die granitische Molasse das Leitgestein für die Zone der oligocänen bunten Nagelfluh (**140**, 1913, p. 13), d. h. also auch der in den oberen Lagen bunten Bäuchlennagelfluh, die wir — siehe unten — dem Stampien zuweisen. W. LIECHTI (**99**, 1928, p. 10) erwähnt granitische Sandsteine aus dem Aquitanien und aus dem untersten Burdigalien. Sandsteine vom Charakter der «granitischen Molasse» treten demnach — und wie ich durch meine Beobachtungen bestätigen konnte — nicht nur im Aquitan auf. Die roten Feldspat- und Quarzkörner bilden jedoch nirgends eine so häufige und auffällige Komponente wie in der granitischen Molasse dieser Zone.

*Übrige Sandsteine:* Weniger verbreitet als die granitische Molasse sind mittel- bis feinkörnige, graue Knauersandsteine. Andere Varietäten vom Typus der «gemeinen Molasse» zeichnen sich durch Glimmerreichtum und bessere Schichtung aus. Infolge ihrer bunten, vorwiegend weinroten, fleckigen Färbung sind diese in Schuttmassen und Moränematerial leicht als Aquitangesteine zu erkennen. Schwarz gefärbte Sandsteinbändchen heben sich stellenweise vom umgebenden Gestein scharf ab. Übergänge von Sandsteinen in Sandkalke und Mergel sind fast überall zu beobachten.

*Technische Verwendung der Sandsteine:* In harten Aquitansandsteinen befindet sich bei Knubelmoos an der Flühlistrasse ein alter, jetzt überwachsener Steinbruch (vgl. **83**, KAUFMANN, 1886, p. 392/393). Der Grus der blättrig abwitternden, losen Varietäten des granitischen Sandsteins findet bei den Anwohnern verschiedentlich Verwendung.

*Mergel und Tone:* Sie bilden das buntest gefärbte Glied der Aquitangesteine. Die intensiv roten Bänder sind in Anrissen oft weithin sichtbar. Ebenso verbreitet wie rote Farbtöne sind — wie oben erwähnt — graue, schwärzliche, grüne und blaue.

*Nagelfluh* hat im Aquitanien nur geringe Verbreitung. Die Gerölle treten mehr vereinzelt oder in Schnüren und Nestern, verbunden mit granitischem Sandstein, auf, weniger in eigentlichen Nagelfluhbänken. Sie sind im allgemeinen klein, durchschnittlich etwa von Eigrösse. Nach der Zusammensetzung ist die Nagelfluh bunt zu nennen: Rote, grüne und weisse Granite in grosser Anzahl (untergeordnet auch andere Eruptivgesteine), viele weisse und graue Quarzite, grosser Prozentsatz von hellen und dunklen Kalken und Dolomiten, ferner Sandsteine und vereinzelt rote Radiolarite. In einer Grube in Nagelfluh und granitischem Sandstein S ob dem Gehöft Stohlen zählte ich bis 60 % kristalline Gerölle (inklusive Quarzite), darunter etwa 25 % rote Granite. Diese bilden die charakteristische Komponente. Sie lieferten bei der Zertrümmerung der Nagelfluh die roten Feldspatkörner des granitischen Sandsteins.

*Süsswasserkalk* bildet nur einen akzessorischen Bestandteil der Aquitangesteine. Er tritt in dünnen, ruppigen Bänken auf, ist mit Mergeln und Sandsteinen vermengt, von grauer Farbe und meistens rötlich gefleckt.

## Verteilung der Gesteine im Querprofil.

(Vgl. Tafel I, Figuren 1 und 2.)

Granitischer Sandstein und bunte Mergel sind im ganzen Aquitangebiet verbreitet. Knauer-  
molasse tritt besonders im obern Aquitan gegen das Burdigalien hin auf. Die Nagelfluh hat ihre  
Hauptverbreitung ungefähr in der Mitte zwischen Antiklinalzone und Burdigaliengrenze und zeigt  
sich auch häufiger im südlicheren Teil des Aquitanstreifens. Eine starke Abnahme der Geröll-  
führung von S nach N konnte ich nicht mit derselben Deutlichkeit beobachten, wie dies E meines  
Gebietes möglich ist (**111**, MOLLET, 1921, p. 44; **13**, BAUMBERGER, 1925, p. 166). Mehrere massive  
Nagelfluhbänke lassen sich auch N der Hauptantiklinale feststellen, so im Bühlwald bei Escholzmatt,  
SE unter Bühl (Escholzmatt), im Graben NE Ober Neumatten, im Bockerengraben (Kote 790), im  
Bach W Hügstatt, im Blapbachgraben (Kote 750).

Wie oben (p. 6) erwähnt, hat KAUFMANN die nagelfluharmen bunten Gesteine im Kern der  
Hauptantiklinale ausgeschieden und nur sie als rote Molasse bezeichnet. Auffällige Differenzen in  
der Verteilung der verschiedenen Gesteine existieren im Aquitanien des Entlebuches jedoch nicht.

### Paläontologisches.

In einem dunklen Sandsteinbändchen am Steilufer der Waldemme gegenüber Schachenhüsli und  
in einem Anriss auf der W-Seite des Schwändlenbaches (vgl. Textfigur 1), ca. 200 m S Hinter Ey,  
entdeckte ich zahlreiche Schneckenreste. Herr Dr. E. BAUMBERGER konnte in meiner Aufsammlung  
folgende Arten bestimmen (vgl. p. 61):

- Cepaea rugulosa* ZIETEN (Schachenhüsli, Schwändlengraben),
- Cyrtochylus expansilabris* SANDB. (Schwändlengraben),
- Triptychia antiqua* ZIETEN (Schwändlengraben).

Mit diesen Mollusken verknüpft fanden sich an der Fundstelle im Schwändlengraben auch  
Früchtchen von *Grewia crenata* UNGER. Auf der E-Seite des Bockerengrabens, ca. 250 m bachabwärts  
vom Fussweg Ausser Tellenmoos-Steinwurf, führen helle Mergel Pflanzenreste (*Sabal* sp.).

### Alter.

Die Zone im Kern der Hauptantiklinale wurde — wie erwähnt — schon von KAUFMANN ins  
Aquitane gestellt. O. HEER rechnete auf Grund der Flora auch die Schichten des Hohnen zu dieser  
Stufe (**70**, 1883, p. 299), ebenso C. MAYER, allerdings nur vorübergehend (**108**, 1865; **109**, 1868).

Von den oben angeführten Schnecken ist nach Dr. BAUMBERGER *Triptychia antiqua* eine aquitane  
Leitform (vgl. p. 61). Sicher erwiesen ist ferner das aquitane Alter der subalpinen roten Molasse  
im Gebiet zwischen Zentralschweiz und Vorarlberg (**147**, STEHLIN, 1903, p. 363; BAUMBERGER: **13**,  
1925, p. 167; **16**, 1927; **18**, 1930, p. 557/558; **78**, HEIM, 1928).

### Facies.

Die Gesteine der roten Molasse stellen offenbar den in ein flaches Süsswasser- und Sumpf-  
becken eingeschwemmten und verfestigten Schutt dar; marine Anzeichen fehlen.

## 2. Burdigalien und Helvétien.

### Überblick.

Bevor wir auf die Einzelbesprechung dieser Stufen eintreten, scheint es geboten, einen allge-  
meinen Überblick über ihre Verbreitung und Ausbildung zu geben.

Es sei schon hier bemerkt, dass im Untersuchungsgebiet eine sichere Grenze zwischen Burdi-  
galien und Helvétien nicht gezogen werden kann, so dass wir diese Stufen zunächst zusammen besprechen  
wollen. Ferner ergaben sich mannigfache Abweichungen von der Auffassung, die KAUFMANN spe-  
ziell auf Blatt XIII niedergelegt hat.

Die Stratigraphie des Burdigalien und Helvétien erscheint von besonderem Interesse, weil wir uns offenbar in einem Übergang von der marinen Ausbildung (bei Luzern) zu einer nagelfluhreichen, allen Anzeichen nach limnischen Facies (Gebiet zwischen Emme und Ilfis) befinden. Dieser Facieswechsel vollzieht sich innerhalb des Schichtkomplexes Helvétien-Burdigalien, dessen untere und obere Grenze wir heute genau kennen, viel genauer als seinerzeit F. J. KAUFMANN. Dank dieser Tatsache können wir uns ein klareres Bild machen von den stratigraphischen Verhältnissen dieser Sedimente, als dies KAUFMANN möglich war, bei dem die Abgrenzungen in den Gegenden mit starker Nagelfluhentwicklung sehr willkürlich ausgefallen sind. Wir wollen nun kurz versuchen, die grundlegenden Auffassungen dieses Autors wiederzugeben und ihnen alsdann die Ergebnisse der neueren Forschungen gegenüberstellen.

Den Ausgangspunkt für die Untersuchungen der miocänen subalpinen Molasse wählte schon KAUFMANN in der Gegend von Luzern und Rotsee, wo er eine Gliederung aufstellte, die auch heute noch im wesentlichen richtig ist. Bei Luzern folgt über dem limnischen Aquitanien (rote Molasse) nach NW zu ein mächtiger Komplex von marinen Bildungen, der eine Zweiteilung erkennen lässt. Der untere Teil erscheint in Form des ca. 800 m mächtigen, gut gebankten, blaugrauen *Luzernersandsteins* (plattenförmige Molasse) mit marinen Fossilien (Luzernerschichten KAUFMANN = Burdigalien); der obere Teil (Helvétien sensu stricto) stellt eine ca. 600 m mächtige Wechselfolge von bunter Nagelfluh, blaugrauen Mergeln und Sandsteinen mit reichhaltiger mariner Fauna dar (St. Gallerschichten, Belpbergschichten RUTSCH). Über diesem marinen Komplex folgt wieder eine limnische Serie mit Sandsteinen, Mergeln und Süßwasserkalken: die obere Süßwassermolasse (Tortonien, Napfschichten). Es ist nun auch KAUFMANN'S Verdienst, die faciiellen Wechsel der genannten miocänen Sedimente in ihrem Streichen längs des Alpenrandes erkannt zu haben: «In Gegenden, wo stärkere fluviatile Zufuhren sich ausbreiten, wie im Entlebuch, im Berner Emmental, im Gebiet des Napfes (gesperrt vom Verfasser), der Blume, der Hörnlikette und überall zunächst dem Fusse der Alpen, wachsen fortwährend reine Süßwasserbildungen heran» (81, 1860, p. 123).

Im einzelnen machte nun KAUFMANN im W von Luzern folgende Feststellungen:

Den marinen Typus der *Luzernerschichten* verfolgte er von Luzern aus bei abnehmender Mächtigkeit bis zur Ilfis, wo die Nagelfluh allgemein überhandnimmt. Auf Blatt XIII stellt er dies so dar, dass er die Zone der Meeresmolasse (mit «mm» bezeichnet) gegen W zu schmaler werden und an der Ilfis zwischen Süßwasserbildungen auskeilen lässt; an Stelle des marinen Luzernersandsteins treten nach KAUFMANN die limnischen Hohrhoneschichten («mi»), die sich von Entlebuch an als westwärts sich verbreiternder Streifen zwischen rote Molasse und Meeresmolasse einschieben und W der Ilfis die letztere vertreten.

Die höheren, marinen St. Gallerschichten (Helvétien) streichen nach KAUFMANN im W (und E) von Luzern gleichfalls in Süßwasserfacies aus. Diese limnische Facies = *Rotseeschichten* — auf Blatt XIII mit «mh» bezeichnet — sind ihm stratigraphisch besonders wichtig, da die «vorherrschend aus gelben Mergeln bestehende Zone in den nagelfluhreichen Gegenden, wo zuletzt alle Differenzen der Etagen zu verschwinden scheinen, wie namentlich im Gebiet des Kantons Bern, eine willkommene Gasse bietet, indem sie zeigt, wo die Grenze ist zwischen Unter- und Obermiocän» (83, 1886, p. 561). Über den Verlauf dieser mergelreichen Zone im Entlebuch äussert er sich wie folgt (83, p. 562): «Von Nagelfluh fast verdrängt, streicht die Zone durch die Escholzmatter Höhen, nimmt allmählich wieder Mergel auf und gestaltet sich zur Terrasse Michlischwand-St. Joseph am Schüpferberg. In der Umgebung von Entlebuch werden die Mergel wieder durch Nagelfluh ersetzt, stellen sich aber am Rümli allmählich wieder ein etc.» Nach dieser letzten Angabe glaubt KAUFMANN also, dass zwischen Ilfis und Rümli ein und dasselbe Niveau einen zweimaligen Wechsel von Nagelfluh in Mergel aufweise. Da aber die miocänen Stufen als Gesamtes in diesem Gebiet nur einen Facieswechsel durchmachen, deutet schon dies auf einen Irrtum KAUFMANN'S hin. Wie wir unten ausführen werden, ist auf Blatt Escholzmatt diese mergelreiche «Rotseezone» KAUFMANN'S grösstenteils noch zu den Luzernerschichten = Burdigalien zu zählen.

Im Hangenden der oben erwähnten mergelreichen Zone erscheint zwischen Escholzmatt und Entlebuch ein mächtiger Komplex von kompakter Nagelfluh, welcher die Firste des Schüpferberges

(N Schüpflheim) und im Aufnahmegebiet die Höhen von Brandsegg (P. 1133), Vorder Balm (P. 1208) bildet (vgl. Tafel I, Figur 1, Profile 8/9); KAUFMANN trägt ihn auf Blatt XIII schon als obere Süswassermolasse ein (83, p. 408). Der untere Teil dieser Nagelfluhmasse tritt gegen die Ilfis zu als hohe Wand orographisch prägnant hervor (Rothenfluh, Ilfisfluh). KAUFMANN misst diesem Nagelfluhlager ebenfalls grosse Bedeutung zu, da es bis an die Grosse Emme zu verfolgen sei (82, 1872, p. 321). Die marinen Bernerschichten (= Belpbergschichten RUTSCH = Helvétien s. s.) betrachtet er als das Hangende dieses Lagers und als gleichaltrig wie die Napfschichten (Tortonien). Einer etwas abweichenden Deutung gibt er aber später doch noch Ausdruck, denn er schreibt (83, 1886, p. 561): «Die Bernerschichten kommen unmittelbar auf das Nagelfluhdach der mergeligen Rothseezone zu liegen und dürften vielleicht als oberstes Glied in die Stufe *mh* (Rotseeschichten = Helvétien) eingereiht werden, da von den 144 Arten der St. Gallerschichten 83, 72 %, sich in den Bernerschichten wieder finden. Bei dieser Voraussetzung, die Bernerschichten betreffend, würde die vorhin angenommene obere Grenze des *mh* etwas weiter hinaufrücken, so dass nun die Firste des Schöpferberges ... auch noch zur Stufe *mh* gehörte (gesperrt vom Verfasser), wogegen kaum etwas einzuwenden wäre.» Diese Art der Abgrenzung kommt aber auf Blatt XIII nicht zur Darstellung, doch wird sogleich gezeigt werden, dass die Grenze Helvétien-Tortonien tatsächlich über der kompakten Nagelfluh des Schöpferbergrückens liegt.

Um nun die Ergebnisse meiner Untersuchungen klarzulegen, soll zunächst die untere bzw. obere Grenze des Komplexes Burdigalien-Helvétien festgelegt werden, damit dann anschliessend die faciiellen Wechsel innerhalb der zwischenliegenden Schichtfolge um so leichter verfolgt werden können.

Was die untere Grenze betrifft, so ist diese im ganzen Gebiet zwischen Luzern und Emmental allenthalben leicht festzustellen, denn wenn auch stellenweise — wie früher (p. 5) ausgeführt wurde — ein Übergang von den bunten Gesteinen des Aquitanien zu den marinen Luzernersandsteinen besteht, so vollzieht sich dieser doch in einer geringmächtigen Folge, und die Grenze Aquitanien-Burdigalien ist also so gut wie eindeutig bestimmt.

Schwieriger fällt es hingegen in den nagelfluhreichen Gegenden des Entlebuch und der Ilfis, die obere Grenze des genannten Komplexes gegen das hangende Tortonien zu legen. Schon oben wurde erwähnt, dass KAUFMANN diese Grenze auf Blatt XIII am Fuss des mächtigen Nagelfluhlagers des Schöpferbergrückens und damit viel zu tief angenommen hat; das Tortonien beginnt, wie derselbe Autor nur zuletzt noch andeutete, erst über dieser Nagelfluh, und zwar aus folgenden Gründen:

J. FANKHAUSER fand in der Gegend des Zusammenflusses von Grosse Emme und Ilfis an verschiedenen Stellen marine Fossilien (50, 1872). Er wusste diese Meeresmolasse jedoch noch nicht richtig in Beziehung zu setzen zu den hangenden und liegenden Schichten. Es war dann E. KISSLING, der in diesem Gebiet zuerst eine klare Stratigraphie aufstellte (88, 1902). Er erkennt, dass die marinen Sedimente (Ilfis oder Aspigraben bei Langnau, Gohlgraben: Kammershaushüsli, Neumattgraben) von Süswasserbildungen überlagert sind, die zunächst mit einem Mergelband, das Land- und Süswasserconchylien enthält und dünne Kohleneinlagerungen aufweist, beginnen. KISSLING erkennt, dass diese kohlenführenden Mergel ein konstantes Niveau bilden, welches der Basis der obern Süswassermolasse entspricht (90, 1903, p. 61). Diese obere Süswassermolasse (Napfschichten) geht nach W nicht, wie KAUFMANN darstellte, in die marinen Bernerschichten über, sondern sie überlagert diese.

Durch die erwähnten Funde mariner Fossilien des Helvétien (vgl. 135, RUTSCH, 1928, p. 59) wird die Gegend von Langnau der Ausgangspunkt für die Abgrenzung von Helvétien und Tortonien in den Gebieten weiter im S und SE, wo das Liegende der obern Süswassermolasse keine marinen Fossilien mehr zu führen scheint und in reiner Nagelfluhfacies entwickelt ist. Zwischen Emme und Ilfis hat W. LIBCHTI vor kurzem mit Hilfe des die Basis des Tortonien kennzeichnenden, kohlenführenden Mergelbandes (Kohlehorizont von Blapbach) die Grenze Helvétien-Tortonien verfolgen können (99, 1928). Wie KISSLING hebt er die grosse Konstanz, mit der es auf weite Erstreckung auftritt, hervor. Über das Auftreten dieses Horizontes weiter im N (Gebiet der Grünen) macht E. GERBER (62, 1928, p. 430) einige Angaben.

Die genannte Mergelzone der Tortonienbasis lässt sich nun auch auf Blatt Escholzmatt nachweisen: Sie zieht, wie schon orographisch ausgeprägt ist, immer im Hangenden der schon früher erwähnten (p. 11), geschlossenen Nagelfluhmasse Vorder Balm-Brandsegg, bei Wittenschwändi (P. 1133, P. 1119) und Brandsegg (P. 1116, P. 1151) durch die NW-Ecke des Untersuchungsgebietes. Wie später noch ausgeführt werden soll, enthält das Mergelband auch in dieser Gegend Kohlen-einlagerungen, Süsswasser- und Landschnecken (*Helix silvana*).

Nach NE zu verfolgte ich diese Mergelzone ausserhalb der Blattgrenze des Aufnahmegebietes durch das Tal der Grosse Fontannen (Näheres unter Tortonien) bis nach Wilzigen N Entlebuch. Dort betrachtet H. MOLLET als hangendste Partie des Helvétien blaugraue und ziegelrote Mergel, die man vom Rümli her verfolgt (111, 1921, p. 45). Diese Mergelzone stellt aber, wie meine Begehungen ergeben haben, unser Mergelband der Tortonienbasis dar. — Durch mehrere Exkursionen in das Flussgebiet der Trub versuchte ich dann den Zusammenhang dieses Mergelbandes mit den klassischen Lokalitäten im Gohlgraben zu gewinnen, was mir auch im wesentlichen gelang (vgl. p. 18). Es steht also ausser Frage, dass die erstmals von KISSLING erkannte und von LIECHTI näher geprüfte untere Grenze der obern Süsswassermolasse sich weithin verfolgen lässt; die obere Grenze des Helvétien ist also eindeutig festgelegt.

Damit ist nun auch die Möglichkeit gegeben, den Schichtkomplex Burdigalien-Helvétien näher zu prüfen. Was zunächst die Totalmächtigkeit betrifft, so messen Burdigalien und Helvétien zusammen bei Luzern ca. 1400 m (13, BAUMBERGER, 1925), bei Entlebuch nach den Darstellungen von H. MOLLET ca. 1200 m, bei Escholzmatt 1200—1300 m und westlich der Ilfis (99, LIECHTI, 1928, p. 22) ca. 1200 m. Der ganze Komplex Burdigalien-Helvétien behält demnach von Luzern bis zur Grosse Emme, wie in Fig. 2, p. 13, angenommen ist, ungefähr die gleiche Mächtigkeit bei.

Gestützt auf diese Feststellungen dürfen wir nun auch für die beiden Abteilungen konstant bleibende Mächtigkeit voraussetzen. E. BAUMBERGER (13, 1925, p. 168) schätzt das Burdigalien bei Luzern 800 m, das Helvétien 600 m mächtig; H. MOLLET gibt für den Luzernersandstein bei Entlebuch 700 m an, das Helvétien misst nach den Profilen ca. 500 m. Westlich der Ilfis, wo die beiden Stufen nicht mehr getrennt werden können, weist W. LIECHTI jeder derselben ungefähr den gleichen Anteil zu (d. h. 600 m). Wir werden nicht weit fehl gehen, wenn wir bei Escholzmatt die Grenze Burdigalien-Helvétien entsprechend wie in den Gebieten weiter im E wenig (ca. 100 m) über die Mitte des ganzen Sedimentkomplexes zwischen Aquitanien und Tortonien legen. Die auf diese Weise gezogene Grenze kommt im Durchschnitt etwas (ca. 100 m) unter das kompakte Nagelfluhlager des Schüpferbergrückens in den obersten Teil von KAUFMANN'S mergelreicher «Rotseezone» zu liegen (vgl. Tafel I, Figuren 1 und 2). Ob die Basis des genannten Nagelfluhlagers gerade die Untergrenze des Helvétien darstellt, kann nicht mit Sicherheit gesagt werden, ist aber unwahrscheinlich, da in diesem Fall eine etwas zu grosse Mächtigkeit für das Burdigalien (850 m) und eine zu kleine für das Helvétien (400 m) resultieren würde.

Wie sich nun die Faciesverhältnisse des Burdigalien und Helvétien zwischen Luzern und Grosse Emme nach meiner Ansicht am besten interpretieren lassen, zeigt die nebenstehende Figur 2.

Für die einzelnen Stufen gilt kurz folgendes:

Von Luzern bis Entlebuch zeigt der marine, das Aquitanien normal überlagernde Luzernersandstein (Burdigalien) gleichbleibende Ausbildung und Mächtigkeit (700—800 m). Bei Entlebuch findet ihn H. MOLLET noch frei von Nagelfluhbänken (111, 1921, p. 44). Nun ändern sich aber nach W zu die Verhältnisse ziemlich rasch: Die plattenförmige Molasse nimmt Nagelfluh auf, die immer mehr an Verbreitung gewinnt und schliesslich westlich der Ilfis den Plattensandstein fast völlig verdrängt. Die Luzernersandsteine reichen in den untern und mittleren Teilen des Burdigalien am weitesten nach W. Im Untersuchungsgebiet erscheint der typische Luzernersandstein über den Sedimenten der roten Molasse noch in einer Mächtigkeit von ca. 500 m. Schon bei Schüpheim ist dieser marine Komplex von mehreren Nagelfluhbänken durchsetzt, die bei Escholzmatt zusammen schon beinahe die Mächtigkeit des Sandsteins selbst erlangen. Wir kennen diese Zone noch fossilführend auf beiden Seiten des Ilfistales (82, KAUFMANN, 1872, p. 214; 99, LIECHTI, 1928, p. 13); weiter

im SW sind keine marinen Fossilien des Burdigalien mehr bekannt geworden. Gleichzeitig mit dem Überhandnehmen der Nagelfluh erfolgt ein Mergeligwerden des Luzernersandsteins; dieser geht zum Teil auch, wie schon KAUFMANN erwähnt (81, 1860, p. 118), in «gemeine oder granitische Molasse» über. Zwischen der Ilfis und Marbach besteht nach W. LIECHTI (p. 12) der untere Teil des Burdigalien aus einer Wechselfolge von blauen und bunten Mergeln, Sandstein und vorherrschend Nagelfluh. — Ähnliche Faciesverhältnisse zeichnen bei Escholzmatt den oberen Teil des Burdigalien aus. Demnach erfahren zuerst nur die oberen Lagen der Luzernerschichten den genannten Faciesübergang in Nagelfluh und Mergel. — Es ist nun diese mergelreiche oberste Serie des Burdigalien, welche zwischen Entlebuch und der Ilfis zur Hauptsache die Rotseezone KAUFMANNs darstellt. Diese liegt grösstenteils unter der oben theoretisch gezogenen Burdigalien-Helvétienengrenze. Die Sandsteine dieser Zone haben in der Tat oft noch auffallende Ähnlichkeit mit den Luzernerplatten. W der Ilfis tritt, wie aus den Darstellungen von W. LIECHTI (99, 1928) ersichtlich ist, an Stelle dieser mergelreichen Serie im oberen Teil des Burdigalien kompakte Nagelfluh.

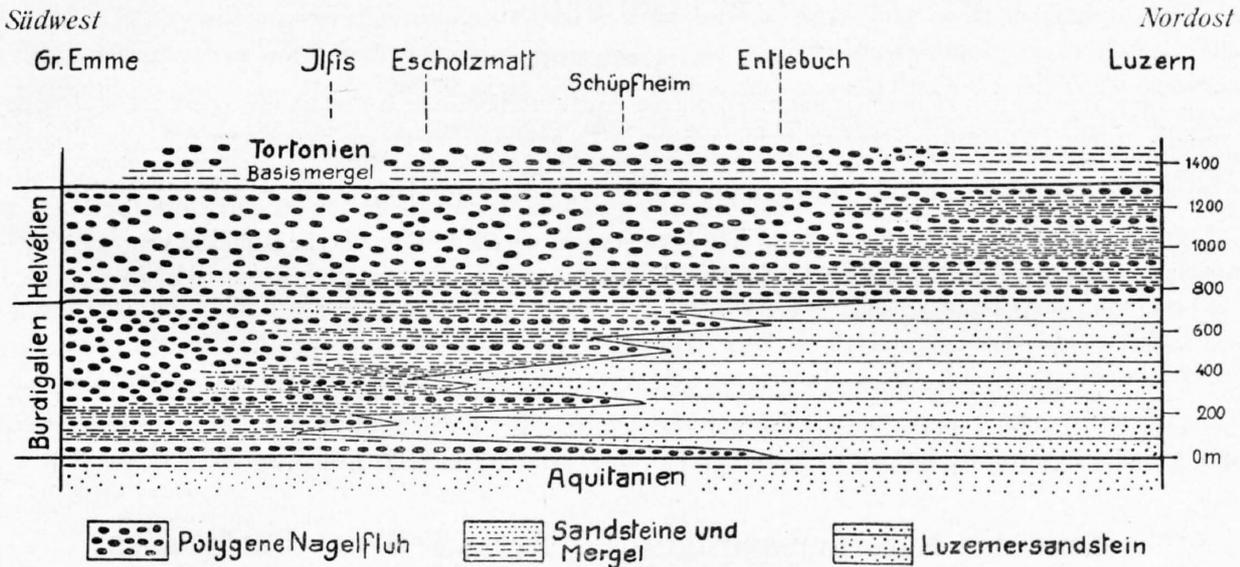


Fig. 2. Faciesverhältnisse des Burdigalien und Helvétien zwischen Luzern und Grosser Emme (schematisch).  
Nach F. J. KAUFMANN, E. BAUMBERGER, H. MOLLET, W. LIECHTI und eigenen Beobachtungen.

Das Hangende der Luzernerschichten, das Helvétien, welches bei Luzern marin und mergelreich entwickelt ist, geht gegen W ebenfalls, wie Figur 2 zeigt, in Nagelfluh-(? Süsswasser-) facies über. Dieser Übergang in Nagelfluh beginnt aber schon weiter im E als beim Burdigalien. Schon bei Schüpfheim erscheint der obere Teil des Helvétien als ein geschlossenes, über 400 m mächtiges Nagelfluhlager; dieses bildet den Rücken des Schüpferberges. Statt dass KAUFMANN W Entlebuch dieses Nagelfluhlager als Vertreter seiner Rotseeschichten betrachtet, sucht er die Fortsetzung der letztern in mergel- und nagelfluhreichten Schichten, die wir heute zur Hauptsache dem Burdigalien zuweisen. Nur ungefähr die obersten 100 m der bei Escholzmatt im ganzen 300—400 m mächtigen, mergelreichen «Rotseezone» KAUFMANNs kommen über unsere fiktive Burdigalien-Helvétienengrenze zu liegen. Ein diesem Niveau (unterster Teil des Helvétien) angehörendes, charakteristisches Mergelband bildet am Fuss des mächtigen Nagelfluhlagers des Schüpferbergrückens die schon von KAUFMANN erwähnte Depression Michlischwand-Reherzen-St. Joseph.

Wenn wir zum Schluss noch diese Facieswechsel im gesamten überblicken (vgl. Textfigur 2), so können wir folgendes konstatieren: Der im E, bei Luzern, fast nagelfluhfremde, marine Komplex Burdigalien-Helvétien geht gegen W (Grosse Emme) in Nagelfluhfacies über; dieser Übergang vollzieht sich zuerst in den höheren Schichten und erst weiter im W auch in den tieferen. Bevor der Luzernersandstein des Burdigalien endgültig in Nagelfluh übergeht, wird er mergelig. Diese mergel-

reiche Zwischenzone steigt von W nach E langsam in höhere Niveaux an und trennt die kompakte Nagelfluh im W vom Luzernersandstein weiter im E.

Im Untersuchungsgebiet bei Escholzmatt-Schüpfheim können wir nun zwischen Aquitanien und Tortonien folgende drei Schichtkomplexe unterscheiden und sie nach den obigen Ausführungen den einzelnen Stufen folgendermassen zuteilen:

1. Einen unteren, ca. 500 m mächtigen Komplex von marinem Luzernersandstein mit Nagelfluh = unterer Teil des Burdigalien.

2. Eine mittlere, 300—400 m mächtige Zone von Nagelfluh, Sandstein und Mergel = oberer Teil des Burdigalien und unterstes Helvétien.

3. Einen oberen Komplex von kompakter, bunter Nagelfluh (Mächtigkeit ca. 400 m) = mittlerer und oberer Teil des Helvétien.

Diese Gliederung ist auf Fig. 2 der Tafel I dargestellt.

## a) Burdigalien.

### Abgrenzung.

Zum Burdigalien zählen wir nach den obigen Ausführungen den Komplex des Luzernersandsteins und die untern 200—300 m der mergelreichen Serie im Hangenden desselben (Mergelzone Arboden-Steien-Grimslen). Die untere Grenze des Burdigalien wurde schon im Abschnitt Aquitanien (p. 5) festgelegt. Der Grenze gegen das Helvétien kommt nach den obigen Erwägungen nur schematische Bedeutung zu. Sie kann von NE nach SW ungefähr wie folgt gezogen werden: Bogacherli, Michlischwand, Multigschwändeli, Vorder Ballenbach, P. 1077 W Bergli.

### Lagerung.

Die Lagerung der Burdigaliensedimente ist sehr einfach (vgl. Tafel I, Figuren 1 und 7). Durchwegs herrscht NW-Fallen, innerhalb der Luzernersandsteinzone 45—55°. In den hangenden Mergeln nimmt das Einfallen bis auf ca. 25° ab; Streichen im E durchschnittlich ca. N 55° E, im W N 40—45° E.

### α) Zone des Luzernersandsteins = Unterer Teil des Burdigalien.

Der Luzernersandstein erscheint über den Aquitansedimenten als scharf unterschiedene Gesteinsart. Mit dem Sandstein verbunden sind bunte Nagelfluh und untergeordnet Mergel und Süswasserkalk.

### Verbreitung.

Die Zone des Luzernersandsteins streicht als schmaler, ca. 600 m breiter Streifen durch das Kartengebiet. Die widerstandsfähigen Gesteine bedingen die Anhöhen von Unterberg, Hasenstalden, Multig und P. 1013 N von Escholzmatt, welche aus dem Talgrund des Haupttales steil ansteigen. Gegen oben löst sich die einheitliche Gesteinszone in eine Serie von Mergel, Nagelfluh und Sandstein auf. Eine scharfe Grenze gegen diesen obern Teil des Burdigalien kann nicht gezogen werden. Sie verläuft ungefähr wie folgt: Portmätteli P. 997, Stöckern, Hinter Tellenmoos, Schwandgraben 400 m N Hinter Bodenmatten, Arbodenweid P. 1052, Rütthaus, S-Hang von Bergli, Hinterloch (Blatt Trub). Über dieser Linie sind mir bis jetzt keine marinen Fossilien bekannt geworden. Sie bildet demnach zugleich auch die Grenze vom marinen Burdigalien zum möglicherweise limnisch entwickelten obern Teil dieser Stufe. Die Mächtigkeit der Luzernersandsteinserie kann mit ca. 500 m angegeben werden.

### Aufschlüsse und Gesteine.

Aufschlüsse brauchen in dieser Zone nicht besonders angegeben zu werden, da das Gestein im allgemeinen gut aufgeschlossen ist; der Sandstein tritt an den steileren Hängen oft direkt an die Oberfläche. Den besten Einblick in die Sedimentserie erhält man im Bockerengraben, längs des Hasenbaches, am Bach W Schürli und in einigen kleineren Steinbrüchen (siehe p. 15).

Der Luzernersandstein besitzt als Ganzes nicht mehr dieselbe einheitliche lithologische Ausbildung wie bei Luzern. — Die typische plattenförmige Molasse besitzt blaugrüne bis graue Farbe, gute Bankung, mittleres bis feines Korn, führt reichlich Glimmer und Glaukonit, der auf die marine Entstehung hinweist. Das Bindemittel ist kalkig (vgl. Lit. **113**, II. Teil: A. ERNI: Die mikroskopische Untersuchung der Sandsteine, p. 29—31, und Lit. **114**: NIGGLI, 1930, p. 285, Nrn. 156 und 163—165). Mit dieser leicht erkennbaren Gesteinsart wechseln knauerige und losere oder mergelige und rostig anwitternde Partien. Übergänge der blaugrünen Plattenmolasse in gleichgefärbte schieferige Mergel sind besonders im obern Teil der Zone zu beobachten.

Technische Verwendung: Der Luzernersandstein wird auch heute gelegentlich noch zu Bauzwecken verwendet. Wichtigere Steinbrüche wurden auf der Karte eingezeichnet (Hasenstalden, Kreienmoos, Tannen).

Nagelfluh tritt in Schnüren und mächtigeren Lagern auf, die nach W zu häufiger werden. Im Bockerengraben zählte ich innerhalb des Sandsteinkomplexes sechs grössere Nagelfluhriffe. Eine mittlere Zone von Luzernersandstein bleibt fast völlig frei von Nagelfluh; es ist der auf Blatt XIII eingezeichnete, westwärts sich verdünnende Streifen der Meeresmolasse (mm) KAUFMANN'S. Die Nagelfluh ist polygen. Der bunte Teil setzt sich aus weissen, roten und grünen Graniten und anderem Kristallin (Gneise, Porphyre etc.) zusammen. Die roten Granite sind seltener als im Aquitan. Eine bedeutende Verbreitung haben Quarzite (ca. 30 %), ebenso Kalke und Dolomite; untergeordnet treten Sandsteine und vereinzelt auch Radiolarite auf. Die Gerölle sind durchschnittlich etwa von Faustgrösse.

Süsswasserkalk, braun, bituminös, mit unbestimmbaren Schalenresten, stellte ich in einer 0,6 m mächtigen Bank im Bockerengraben, ca. 50 m über der Basis des Luzernersandsteins (bei der Einmündung des Seitenbaches von Gruppen), fest. Er ist mit anderen derartigen Vorkommen östlich des Untersuchungsgebietes in Parallele zu setzen (**111**, MOLLAT, 1921, p. 45; **13**, BAUMBERGER, 1925, p. 168; **82**, KAUFMANN, 1872, p. 215—217).

Pechkohle in dünnen Lamellen oder Fetzen und verkohlte Pflanzenreste werden häufig angetroffen.

### Paläontologisches; Facies.

Im Luzernersandstein trifft man gelegentlich auf Bänke und Nester, die ganz erfüllt sind mit Schalen oder Steinkernen von *Mactren* und *Tapes* (sogenannte «Seelaffe»). Marine Fossilien fand ich im Untersuchungsgebiet an folgenden Stellen: Bockerengraben *a*) ca. 20 m bachaufwärts von der Einmündung des Seitenbaches von Hinter Tellenmoos; *b*) ca. 200 m bachaufwärts von der genannten Stelle; *c*) Hinter Tellenmoos (kleine Grube an der Strasse, ca. 30 m dicke Fossilbank in Nagelfluh und Sandstein); *d*) Schwandgraben bei der Einmündung des Seitenbächleins von Steien (10 m über dem Hauptbach); *e*) Bachgraben N Multigswand in 900 m; *f*) am Weg von Multig nach der SW davon gelegenen Hütte (Koordinaten 638,625/197,875), ca. 250 m weiter SW (Koordinaten 638,425/197,625); *g*) alter Steinbruch ca. 50 m W Schürli <sup>1)</sup>. KAUFMANN (**83**, 1886, p. 405) führt aus dem Bockerengraben *Tapes helveticus* MAY., *Tapes Ulmensis* MAY., *Diplodonta rotundata* MONT. und eine *Nucula* an (Bestimmungen von Prof. MAYER-EYMAR).

Unter den von mir aus dem Luzernersandstein des Untersuchungsgebietes gesammelten Fossilien bestimmte Herr Dr. R. RUTSCH gütigst folgende Gattungen:

*Tapes (Callistotapes) ? cf. vetulus* BAST. (Multigswand).

*Mactra spec. indet.* (Schürli u. a.).

*Chione ? spec. indet.* (Schwandgraben).

<sup>1)</sup> In dem im N anstossenden Gebiet Blatt Schüpfheim, auf welchem ich im Sommer 1932 im Auftrag der Schweiz. Geol. Kommission kartierte, wies ich an folgenden Stellen marine Fossilien des Burdigalien nach: Prallseite der Emme nördlich Zingggenbrücke; Graben im Bienenwald (zwei Vorkommen: Kote 780 und 810); Graben Strittli-Wintersiten (zwei Vorkommen: Kote 820 und 850); Grube ca. 150 m westlich Felli; Graben westlich Käserei Wernischwand, ca. 5 m bachaufwärts von der Strasse nach Reherzen.

Bezeichnende Cardien und Pectiniden, wie sie bei Luzern vorkommen, wurden nicht aufgefunden. Die Fauna ist reich an Individuen aber arm an Formen und weist damit eher auf einen mehr brackischen als rein marinen Charakter des Luzernersandsteins hin (vgl. **136**, RUTSCH, 1929, p. 71). — Vorübergehende Anwesenheit von Süßwasser wird direkt erwiesen durch ein ca. 5 cm mächtiges, *Planorben* führendes Kohlenband, welches wenig N ausserhalb des Untersuchungsgebietes in einem Graben S Mittler Lindenbühl (Blatt Schüpheim) aufgefunden wurde, wie auch durch den vorhin erwähnten Süßwasserkalk.

W des Untersuchungsgebietes werden die Luzernerschichten (Burdigalien) — wie oben angedeutet — nach und nach fossilleer. KAUFMANN erwähnt noch marine Fossilien im Bläuelgraben (rechter Zufluss des Lombaches) W Escholzmatt und bei Beinbrechen auf der E-Seite des Ilfistales (**83**, 1886, p. 429/430). W. LIECHTI hat am W-Ufer der Ilfis bei Wiggen noch Schichten mit marinen Fossilien nachgewiesen (**99**, 1928, p. 13).

### Alter.

Leitfossilien des Burdigalien sind im Untersuchungsgebiet nicht aufgefunden worden, doch ist das burdigale Alter durch Fossilfunde in andern Gebieten erwiesen (**150**, STEHLIN, 1914, p. 187—189).

### β) Oberer Teil des Burdigalien (Mergelzone Arboden-Steien-Grimslen).

Nach den früher gemachten Überlegungen sind ungefähr die untern 200—300 m der im Hangenden des Luzernersandsteins auftretenden Sedimente noch zum Burdigalien zu rechnen. Der mutmassliche Verlauf der Grenzlinien ist oben (p. 14) angegeben worden.

### Aufschlüsse, Gesteine.

Mergel und Tone, Nagelfluh und Sandsteine treten ungefähr zu gleichen Teilen auf.

Gute Aufschlüsse bieten der Bockeren- und Schwandgraben, die Umgebung von Vorder Ballenbach, der Lochgraben N Escholzmatt (Blatt Trub). Im Schwandgraben folgt N der Einmündung des Seitenbaches von Multigschwändeli auf blaugrünen Luzernersandstein (mit Nagelfluh) ein ca. 30 m mächtiger Komplex von blaugrauen und gelben Mergeln, Sandstein und Süßwasserkalk, welcher die Depression (= Mergelzone) von Arboden-Steien-Grimslen bedingt. Darüber tritt ein fast ebenso mächtiges Lager von grobgerölliger Nagelfluh auf, das sich im Gelände in den Höhen N Arboden, P. 1043 NE Steien, P. 1004 Bogacherli verfolgen lässt; dann setzt eine Wechselfolge von Nagelfluh, Mergel und Sandstein ein. Diese bildet im W des Gebietes bei Vorder Ballenbach eine kleine Isoklinallandschaft. KAUFMANN beschreibt im Bockerengraben in der Nähe des Wegübergangs Ausser Michlischwand-Unter Reherzen ein Profil, welches aus einem Wechsel von Nagelfluh, Sandstein und Mergel besteht und mit unsern Beobachtungen annähernd übereinstimmt (**83**, 1886, p. 406).

Die Mergel dieser Zone verursachen, wie angedeutet wurde, die Depressionen zwischen den Nagelfluhbändern. Sie sind blau bis grünlichgrau oder gelb und rötlich gefärbt. Durchwegs bestehen Übergänge in Tone und Sandsteine. Die Nagelfluh zeigt grössere Komponenten als die des unteren Burdigalien. Die Gerölle weisen bis zu 0,4 m Durchmesser auf; weisse und graue Quarzite herrschen vor (ca. 40 %). Der Sandstein besitzt gelegentlich noch bläulichgraue Farbe und etwas Ähnlichkeit mit dem Luzernersandstein, ist aber im allgemeinen «gemeine Molasse». Das Mergeligwerden des obern Teils des Luzernersandsteins kann auf der S-Flanke des Schüpferberges zwischen Hasle und Schüpheim in verschiedenen Bachgräben festgestellt werden. Süßwasserkalk wurde in einer ca. 0,4 m mächtigen Bank im Schwandgraben, ca. 100 m N des Seitenbaches von Multigschwändeli, festgestellt. Er ist sehr zäh, bräunlichweiss und von kreidigem Aussehen. Eingeschwemmte, verkohlte Hölzer wie auch Kohle in dickeren Schmitzen oder Adern werden häufig angetroffen. E. KISSLING erwähnt Pechkohle aus den gleichen Schichten im Lochgraben unmittelbar westlich des Untersuchungsgebietes (**90**, 1903, p. 43).

### Facies.

Ich suchte in dieser Sedimentserie vergebens nach marinen Fossilien. Eingeschwemmte Blattreste, Kohlenschmitzen und Süsswasserkalk weisen auf Landnähe und Süsswasser hin. Durch die starke Geröllzufuhr in diesem Teil des flachen Sedimentbeckens wurde offenbar die Entwicklung einer marinen Fauna verunmöglicht. Wir haben in dieser Zone ähnliche facielle Verhältnisse, wie sie W der Ilfis den untern Teil des Burdigalien charakterisieren; dort nimmt W. LIECHTI limnische Ausbildung an (99, 1928, p. 15).

### b) Helvétien.

Zum Helvétien zählen wir aus den früher dargelegten Gründen das mächtige Nagelfluhlager von Vorder Balm-Brandsegg und ungefähr die obere 100 m der Mergelzone im Liegenden desselben.

Die unterste, vom oberen Teil des Burdigalien nicht zu unterscheidende Partie, zeigt grünliche und rötliche Mergel und Tone im Wechsel mit Sandstein und bunter, quarzitreicher Nagelfluh. Ein grösserer Mergelkomplex bedingt die früher (p. 13) erwähnte Depression Multigschwändeli-Michlischwand-Reherzen-St. Joseph. Im Schwandgraben (Koordinaten 638 750/198 975) fanden sich darin einige Pflanzenreste und ein ca. 10 cm dickes Kohlenflöz, das aber seitlich wohl rasch auskeilt.

Orographisch scharf ausgeprägt folgt über diesen Mergeln die schon mehrmals erwähnte Masse von kompakter Nagelfluh, welche die Region von Vorder Balm, Schwändeli-Wald, Hüttengraben und Schwandgraben, Brandsegg P. 1133, Vorder Graben-Wald einnimmt und sich im Rücken des Schüpferberges gegen Entlebuch hinzieht.

Den besten Einblick in diese Zone bildet der Schwandgraben-Hüttengraben, wo die Nagelfluh fast lückenlos aufgeschlossen ist und glattgeschliffen das Bachbett bildet. Die Nagelfluh ist ziemlich grob, die grössten Gerölle erreichen bis zu 0,4 m Durchmesser. Daneben bestehen auch Übergänge in Lagen mit feineren Geröllern, konglomeratischen Sandstein und Breccien. Viele Gerölle sind oberflächlich durch Eisenverbindungen rötlich gefärbt. Die Nagelfluh ist ausgesprochen bunt. In einer kleinen Grube bei P. 1031 N Multigschwändeli stellte ich fest:

Weisse, rote und grüne Granite . . . . .	9,7 %
Übriges Kristallin (Gneise, Gabbros, Diorite, Porphyre, Aplite) . . . . .	18,3 %
Quarzite . . . . .	40,9 %
Helle und dunkle Kalke, Kieselkalke, Dolomite . . . . .	21,5 %
Sandsteine . . . . .	8,3 %
Hornsteine und rote Radiolarite . . . . .	0,8 %
Total 624 Stück gezählt. . . . .	100,0 %

Über einige wichtigere beobachtete Gesteine orientiert nachfolgende Aufzählung, die aber keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt:

Granite (G):	Biotit-G., feinkörnig. Roter G., ähnlich den roten Berninagraniten. Grüner G., Feldspäte saussurisiert, dynamometamorph, Typus Err-Julier-G. Rötlicher G., kataklastisch.
Übriges Kristallin:	Gabbro. Diorit. Ophiolit, grün, wahrscheinlich penninisch. Grüner Syenitporphyr, Gruppe Err-Julier. Muskowit-Granitgneis, feinkörnig. Grüner Porphyrit, wahrscheinlich penninisch (Margnadecke?). Grüner Quarzporphyr, Gruppe Err-Julier. Aplite.
Quarzite:	Gangquarzit mit verwittertem Pyrit. Grauer Quarzit mit Muskowit. Schieferiger Quarzit, wahrscheinlich Trias des Penninikums.
Kalke:	Korallenkalk, ähnlich unterostalpinem Korallenkalk des Lias und Rhät. Dunkler, kieseliges Kalk. Schwarzer, homogener Kalk.
Varia:	Graugelber Sandstein, feinkörnig. Roter Radiolarit.

Die gesamte Mächtigkeit des kompakten Nagelfluhlagers beträgt ca. 400 m. Das Einfallen erreicht an der Basis des Nagelfluhlagers ca. 25° NW und nimmt im Dach bis auf 10—15° ab.

Der untere Teil der Nagelfluhmasse tritt bei Vorder Ballenbach als 50—100 m hohe Wand über den liegenden Mergeln hervor und lässt sich W ausserhalb des Untersuchungsgebietes über Holdern-äbnel, Rothenfluh, Hintergräbli, Laueli nach Dürrenbach an der Ilfis (Ilfisfluh) verfolgen. Über dieser Steilstufe folgt weiterhin kompakte Nagelfluh, die, wie früher erläutert wurde, ebenfalls ins Helvétien

gehört. Sie nimmt E der Ilfis die ausgebreitete Nagelfluhregion des Risisegebietes, unteren Trubtales, Hämelbach- und Städeligrabens, Turners und Bockshorns (Blatt Trub) ein. Gegen NW steht sie in Beziehung mit den marinen Schichten (Helvétien) des Gohl- und Aspigrabens bei Langnau (vgl. p. 11).

### 3. Tortonien (Obere Süsswassermolasse, Napfschichten).

Das Tortonien nimmt nur die äusserste NW-Ecke des Untersuchungsgebietes ein. Wegen der geringen Verbreitung dieser Stufe und des fehlenden Zusammenhanges mussten die Untersuchungen auch auf die benachbarten Gebiete ausgedehnt werden.

Die Grenze zwischen Helvétien und Tortonien ist durch das früher besprochene Mergelband an der Basis der oberen Süsswassermolasse gegeben; dieses überlagert die kompakte Nagelfluhmasse des Helvétien und führt ausser Süsswasserschnecken häufig *Cepaea silvana* KLEIN (vgl. p. 60).

Das Basismergelband, welches im Gelände eine von Wiesen eingenommene Terrasse bedingt, zeigt folgenden Verlauf: Von Rossgrat-Ballenbächli (Blatt Trub) herkommend, springt es gegen Vorder Balm P. 1208 vor, streicht über Wittenschwändi, Egg P. 1138, Brandsegg 1116 m und P. 1151. Über dieser Mergelzone folgt, so weit das Kartengebiet noch reicht, in der Umgebung von P. 1231 ein grösseres Lager von Napfnagelfluh. Das Einfallen beträgt in der NW-Ecke des Untersuchungsgebietes noch ca. 5° gegen NW.

Innerhalb des Aufnahmegebietes ist das *Basismergelband des Tortonien* nur im obersten Teil der beiden Zweiggräben des Schwandgrabens zwischen Brandsegg und Wittenschwändi aufgeschlossen. Der bessere Aufschluss im nördlichen dieser Zweiggräben zeigt nur den obern, von Napfnagelfluh flach überlagerten Teil des Mergelbandes. Beim Wegübergang (Wittenschwändi-Brandsegg) wird die Napfnagelfluh zunächst von Sandstein und blaugrünen und braunroten Mergeln unterlagert (ca. 20 m). Ca. 6 m unter der Nagelfluh enthält eine glimmerreiche, tonige Lage Schneckenreste (*Cepaea silvana* KLEIN). Tiefer folgt eine Serie von Nagelfluh, blaugrauen Mergeln und Sandsteinen, welche meist durch Rutschungsschutt bedeckt ist; nach einigen Unterbrüchen tritt tiefer unten die Helvétienagelfluh hervor. W der Blattgrenze, ca. 100 m N P. 1119 bei Rossgrat (Blatt Trub), stellte ich (auf gleicher Höhe) in blauen Mergeln dieser Zone eine 5—10 cm dicke Kohleschmitze fest. Das Mergelband kann von hier aus weiter über Schafmatt, Rossgrat P. 1115, Schlucht, Kohlern, Horgassweid (Blatt Trub) um den von Napfnagelfluh gebildeten Grenzgrat der Kantone Bern-Luzern in die Gräben W und E Altengrat und Katzensgrat (Blatt Hohmatt) verfolgt werden, wo sich ausgezeichnete Aufschlüsse bieten. In verschiedenen Niveaux der im ganzen ca. 60 m mächtigen Mergelzone finden sich Schneckenreste, bituminöse Sandstein- und Mergelbändchen und dünne Kohlenlamellen.

N der Trub glaube ich dieselbe Mergelzone mit den genannten Kennzeichen im Schafweidgraben (Seitengraben des Brandöschgrabens gegen W), im Seltenbachgraben (bei Käshüttli und Gfähl), im Zopfengraben unter Zopfenweidli und Eyboden (Twärengraben), ferner im Gohlgraben (Seitengraben gegen Grindlenschürli und bei Flederbach) aufgefunden zu haben; eine Detailkartierung dieser Gebiete steht noch aus. Im Gohlgraben hat E. KISSLING, wie p. 11 erwähnt, die marine Unterlage der obern Süsswassermolasse nachgewiesen. W der Ilfis ist dieser Mergelhorizont (mit begleitenden Kohlen) der Tortonbasis von W. LIECHTI weiter verfolgt worden (99, 1928). — Gegen E verfolgte ich die Mergelzone, um den Anschluss an das Gebiet von H. MOLLET zu finden, bis in die Gegend von Wilzigen bei Entlebuch: Von der Brandsegg zieht sie sich, häufig durch kleine Rutschungen sich bemerkbar machend, über Baumeli, Knubelsegg, Schriberschwändeli, Schindelegg, Dügbödeli, Unter Freimoos (Blatt Schüpfheim) ins Tal der Grossen Fontannen. An dessen linker (N-)Seite tritt dieses Mergelband als meist von Wiesenland eingenommene Terrasse zwischen den Abstürzen und bewaldeten Steilhängen der liegenden und hangenden Nagelfluhmassen gut hervor. Der Verlauf ist durch folgende Lokalitäten gegeben: Unter Schiltensberg, Erbsegg, Pilgeregg, Glashütten, Fuchsschwand, Brand, Eimätteli. Zwischen Ausser Eimätteli und Ghürsch quert die Mergelserie (gut aufgeschlossen) das

Fontannenbett, steigt gegen Habschwanden an, bildet dort eine Depression und senkt sich über Kriesbaumen, Ober Wyden, Unter Bühl an die Kleine Emme. H. MOLLET betrachtet in dieser Gegend als hangendste Partie des Helvétien «blaugraue, seltener ziegelrote Mergel, die man vom Rümliig her verfolgt bis an die Emme unterhalb Oberhüsern» (111, 1921, p. 45). Er erwähnt aus einem dunkelgrauen Mergelkalk an der Emme gegen die Grenze des Tortonien unbestimmbare Heliciden. Diese Mergelpartie erweist sich als identisch mit unserem Basismergelband des Tortonien und ist aus den dargelegten Gründen (Fossilien, Unterlagerung durch marine Schichten bei Langnau) nicht ins Helvétien, sondern ins Tortonien zu stellen.

Bei der Verfolgung und Aufnahme von Detailprofilen dieser Mergelzone geht mit Deutlichkeit hervor, dass ihre Zusammensetzung auf grössere Erstreckung ähnlich bleibt. Ein oberer, 10—20 m mächtiger Teil setzt sich aus blauen und grüngrauen, gelbbraunen und rötlichen Mergeln, Sandsteinen, Mergel- und Sandkalken zusammen; Nagelfluh fehlt ganz. Ziemlich regelmässig liessen sich, gewöhnlich mit dunklen, kohligen Mergelbändchen und Sandmergeln verknüpft, Fossilhorizonte (*Planorben*, *Lymnaeen*, *Heliciden*) nachweisen. Der untere Teil des Mergelbandes besteht aus einer Wechselfolge von blauen und grünlichen Mergeln, Nagelfluh, Sandsteinen und Sandkalken; gelegentlich sind auch hier Schneckenreste vorhanden. Die Nagelfluh, deren Gerölle in einzelnen Lagen eine bedeutende Grösse erlangen (bis 4 dm Durchmesser), führt hauptsächlich Quarzite.

Die untere Grenze des Tortonien wurde da angenommen, wo über der kompakten Helvétien-nagelfluh die ersten Mergellagen einsetzen.

Paläontologisches: Unter den von mir aus diesem Basis-Mergelband gesammelten Fossilien konnte Herr Dr. E. BAUMBERGER bestimmen (vgl. p. 60):

*Cepaea silvana* KLEIN.

*Gonyodiscus euglyphoides* SANDBERGER.

*Planorben* (darunter vermutlich *Pl. cornu Mantelli* DUNKER).

*Lymnaeen*.

Von den genannten Schnecken beweisen die *Lymnaeen* und *Planorben* den Süsswassercharakter dieser Sedimente (obere Süsswassermolasse), während *Cepaea silvana* nach Dr. BAUMBERGER einen Beweis für ihr tortonisches Alter liefert.

*Nagelfluh der Napfschichten*: Ein grösserer Komplex von Nagelfluh, welcher im Untersuchungsgebiet die Höhe P. 1231 NW Brandsegg bildet, erscheint in den Bachtobeln der benachbarten Gegenden im Hangenden des Torton-Basismergelbandes gewöhnlich als stark überhängende Wand, über die sich die Bäche in hohen Wasserfällen herabstürzen. Die Nagelfluh ist — wie die des Helvétien — grobgeröllig und bunt, führt aber reichlicher Kalkgerölle. Aufzählungen der Komponenten geben KAUFMANN (83, 1886, p. 409—411) und FRÜH (59, 1890, p. 101—103) im Fontannengebiet. Innerhalb der Napfnagelfluh treten höher erneut Mergelhorizonte der oberen Süsswassermolasse auf, sind aber im Untersuchungsgebiet nicht mehr aufgeschlossen. Ein solches höheres Mergelniveau lässt sich auf grössere Erstreckung längs der Kleinen Fontannen E Paradiesli (Blatt Menzberg), wohin mich Herr Dr. H. PORTMANN aus Escholzmatt in freundlicher Weise begleitete, beobachten. Es besteht aus bunten Mergeln mit kohligen Streifen und Sandsteinen; ein dunkles Sandsteinbändchen führt Land- und Süsswasserschnecken. Das Hangende besteht wieder aus einer mächtigen Nagelfluhserie, in welcher häufig eingeschwemmte, verkohlte Hölzer und Kohlenester anzutreffen sind, die Anlass zu Schürfungen gegeben haben (90, KISSLING, 1903, p. 66—69).

## B. Innere Zone der subalpinen Molasse.

Unter «Innerer Zone» verstehen wir — wie früher p. 4 erwähnt — das Gebiet der aufgeschobenen, vorwiegend SE-fallenden Molasse in der Nähe des Alpenrandes. Im Untersuchungsgebiet (vgl. Tafel I, Figuren 1 und 7) lassen sich in ihr zwei, wahrscheinlich ganz zum Stampien gehörende Gesteinszonen, von denen jede einzeln aufgeschoben erscheint, unterscheiden. Es sind dies:

1. Bäuchlenzone.
2. Hilferrzone.

Die Bäuchlenzone wird gebildet aus Schiefermergeln (unten) und einer mächtigen Wechselfolge von Nagelfluh, Sandstein und Mergel, die orographisch an der Bäuchlen und Farnern in Erscheinung tritt (Tafel I, Figuren 1 und 3). Diese Bäuchlenserie ist auf das im N vorgelagerte Aquitanien aufgeschoben (Bäuchlenaufschubung).

Die Hilferrzone (Tafel I, Figuren 1 und 4) besteht zur Hauptsache aus einer eintönigen Folge von Schiefermergeln, wechselnd mit meist plattigen Sandsteinen. Diese Hilferrschichten im engem Sinne sind gegen NW auf die Bäuchlenserie aufgeschoben (Hilferraufschubung). Innerhalb der Hilferrzone hat, wie wir später sehen werden, wahrscheinlich noch eine weitere (3. Molasse-)Aufschubung stattgefunden.

## 1. Bäuchlenzone.

### a) Verbreitung und Abgrenzung.

Die Verbreitung dieser Zone geht aus der tektonischen Übersichtskarte Tafel I, Figur 7, hervor. Sie ist im NW wie im SE durch Aufschubungslinien scharf begrenzt. Der Verlauf der N-Grenze (= Aufschubungslinie der Bäuchlenserie auf die rote Molasse) wurde schon im Abschnitt Aquitanien (p. 5) festgelegt.

Die S-Grenze (= Hilferraufschubung) verläuft von NE nach SW wie folgt: Sie begleitet auf der S-Seite der Farnern den Farnernbach, steigt gegen Nussbergweidli am Brandknubel an und nimmt ihre Fortsetzung W der Waldemme im Tobel des Hellschwandbaches.

### b) Lagerung.

Die Schichten dieser Zone fallen fast durchwegs mässig bis steil nach SE: Bäuchlen: P. 1742, 30/142; Mittlistgrotzen 34/140; Lüchtersmoos 38/138; Schiltweidli 40/135; Ober Tännli 40/150; Klusstalden 46/150; Farnern: Bleichenwald 50/148; Stöhlenhütten 55/157; Schwarzmatt 60/154<sup>1)</sup>. Gegen die nördliche Aufschubungslinie der Bäuchlenserie zu wird die Lagerung fast senkrecht und wirr. — NW-fallende Schichten wurden nur im östlichen Teil des Gebietes am S-Rand der Bäuchlenzone in der Nähe der Hilferraufschubung konstatiert, worauf im tektonischen Teil näher eingetreten werden soll.

### c) Gliederung.

Lithologisch lässt sich die Bäuchlenserie von unten nach oben gliedern in:

#### I. Basiszone der Bäuchlenserie:

1. Schiefermergel mit Sandstein.
2. Schiefermergel.
3. Sandstein an der Basis der Bäuchlennagelfluh.

Die Schichtglieder 1—3 sind durch Übergänge miteinander verknüpft und stellen als Ganzes eine ziemlich einheitliche Gesteinszone dar.

#### II. Bäuchlennagelfluh.

### d) Beschreibung der einzelnen Schichtglieder.

#### I. Basiszone der Bäuchlenserie.

Gute Aufschlüsse dieser Zone finden sich, von SW nach NE gehend, an folgenden Stellen:

N-Hang der Bäuchlen:

Tobel E Ziegerhütte (1100—1150 m), W Mittlistgrotzen (1100—1230 m), Schafberg-Kuchimoos (1100—1230 m), Horgass (1100—1220 m), Anriss S ob Rüttibodenschwändeli, Runsen SW und SE Kätherich.

<sup>1)</sup> Zähler = Einfallen in Graden. Nenner = Fallrichtung in Graden, gemessen im Sinne des Uhrzeigers von der N-Richtung aus.

Eingang zur Schlucht der Waldemme bei Klusstalden (vgl. Textfigur 3, p. 22).

N-Hang der Farnern: Lugibach (940—1040 m), Stohlengraben (1130—1180 m), Biberenbach (bei ca. 1150 m).

Die Mächtigkeit dieses Komplexes wechselt lokal; sie beträgt im allgemeinen im SW-Teil des Untersuchungsgebietes 200—300 m, lässt jedoch nach NE zu eine deutliche Abnahme erkennen.

### 1. Sandstein mit Schiefermergeln.

Wie bereits früher (p. 5) dargelegt wurde, lässt sich zwischen den Gesteinen der Aquitanzone und denen der Basiszone der aufgeschobenen Bäuchlenserie nicht immer eine scharfe Grenze ziehen. In unmittelbarer Nähe der Aufschiebung wechseln oft Aquitangesteine mit den für das untere Stampien charakteristischen Gesteinen (Schiefermergel und plattige Sandsteine), was tektonisch verursacht sein dürfte (vgl. p. 5). Diese Beobachtung veranlasste u. a. KAUFMANN, die Basiszone der Bäuchlenserie als gleichaltrig mit seiner roten Molasse aufzufassen: «Übergänge der Hilfern-Horwergesteine in bunte, sogenannte rothe Molasse sind eine ganz gewöhnliche Erscheinung» (83, 1886, p. 392).

An einigen Stellen lässt sich hingegen einwandfrei feststellen, wie über typischen Gesteinen der roten Molasse zunächst ein wenige Meter mächtiger Komplex von plattigen Sandsteinen (verbunden mit grauen Schiefermergeln) des aufgeschobenen Stampien liegt. Die Sandsteine sind sehr glimmerreich, führen auf den Schichtflächen verkohlte Pflanzenreste und zeigen oft feine und grobe, wulstartige oder auch schraubenförmige Gebilde problematischer Entstehung, ferner finden sich gelegentlich Markasitkonkretionen.

Ein guter Aufschluss dieses Sandsteins liegt am N-Hang der Bäuchlen auf der W-Seite des Schwändlenbachtobels am Wege, der von Kuchimösli nach Gässli führt. Diese Gesteine dürften dem «Plattensandstein» (Hombühlknubel) H. MOLLETS (111, 1921, p. 46) entsprechen.

### 2. Schiefermergel.

Über der genannten Sandsteinserie erscheint ein einheitlicher, durchschnittlich ca. 100 m mächtiger Komplex von dunkelgrauen, glimmerreichen Schiefermergeln, die sich durch regelmässige Schieferung auszeichnen. Im Dünnschliff erkennt man spärlichen Glaukonit, der auf marine Entstehung hinweist. Lithologisch besteht Übereinstimmung mit den Grisiger-Mergeln (Horwerschichten, vgl. 13, BAUMBERGER, 1925, p. 170) und den Schiefermergeln der Hilfernschichten. KAUFMANN bezeichnet sie direkt als Hilfernschichten und fasst sie als nördliche Abzweigung der eigentlichen, S der Bäuchlen durchziehenden Hilfernzone auf (83, 1886, p. 559). Bis jetzt wurde vergebens nach der bezeichnenden brackischen Fauna der Horwerschichten gesucht; hingegen fand ich in einem Anriss am Weg Kuchimoos-Schafberg vereinzelte, zum Teil zu *Meletta* gehörende Fischschuppen (über *Meletta* siehe p. 31/32)<sup>1</sup>).

### 3. Sandstein an der Basis der Bäuchlennagelfluh.

Die erwähnten Schiefermergel nehmen im oberen Teil plattige Sandsteine in regelmässigen Bänken auf, die nach und nach in eine ca. 50 m mächtige Sandsteinzone übergehen. Der Sandstein ist dick- oder dünnbankig mit dünnen Zwischenlagen von Schiefermergeln und Mergelkalken, muskowitzreich, im Bruch blaugrau und angewittert grünlichbraun, oft von kleinen Mergelnestern durchsetzt. Auf den Schichtflächen führt er verkohlte Pflanzenreste und zeigt häufig, ausser schönen Rippelmarken, dieselben eigentümlichen Wulstbildungen wie die tiefern Sandsteine der Basiszone und die später zu besprechenden Hilfernschichten (vgl. p. 29).

Der Sandstein führt oft schon einzelne Gerölle und Schnüre von Kalknagelfluh mit reichlich Quarzitkomponenten.

Technische Verwendung: Infolge seiner Härte wird der Sandstein gelegentlich zu Bauzwecken verwendet. Beim Bau der Flühlistrasse wurde er an der Waldemme (vgl. Fig. 3, p. 22) bei Klusstalden in zwei Steinbrüchen gebrochen. W des Untersuchungsgebietes wird er seit langem als sogenannter Hilfernstein bei Hilfernhüttli (vgl. KAUFMANN, 83, 1886, p. 412) an der Hilfernstrasse gewonnen.

<sup>1</sup>) Eigentlich müsste statt *Meletta* der Name *Clupea* gebraucht werden (vgl. p. 32); in diesen allgemeinen Ausführungen bedienen wir uns aber noch der alten Benennung.

*Paläontologisches:* An mehreren Stellen habe ich in den obersten mergeligen Lagen gegen die hangende Nagelfluh zu (vgl. Textfigur 3) eingeschwemmte Landschnecken (nach der Bestimmung von Dr. E. BAUMBERGER handelt es sich um *Cepaea rugulosa* ZIETEN und *Pomatias antiquum* BRGT., vgl. p. 61) aufgefunden. ENE Lugibachweid befindet sich auf der S-Seite des Lugibachs in dieser Sandsteinzone ein Anriss; in dessen Schuttmaterial beobachtete ich auf der Schichtfläche eines grössern Sandsteinblockes zahlreiche Abdrücke eines kleinen *Cardium*.

In diesem Sandsteinkomplex dürfte sich der Übergang von der brackisch-marinen Facies der Bächlenbasis (vgl. Horw) in die Süsswasser- und fluviatile Facies der hangenden Nagelfluhserie vollziehen.

## II. Bächlennagelfluh.

### Allgemeines.

Über den Schiefermergeln und Plattensandsteinen der Basiszone setzt mit einem grösseren Konglomeratkomplex eine mächtige, ziemlich regelmässige Wechselfolge von Nagelfluh, Sandstein und Mergel ein. Sie erlangt ihre stärkste Entwicklung mit 1300—1400 m an der Bächlen; wir

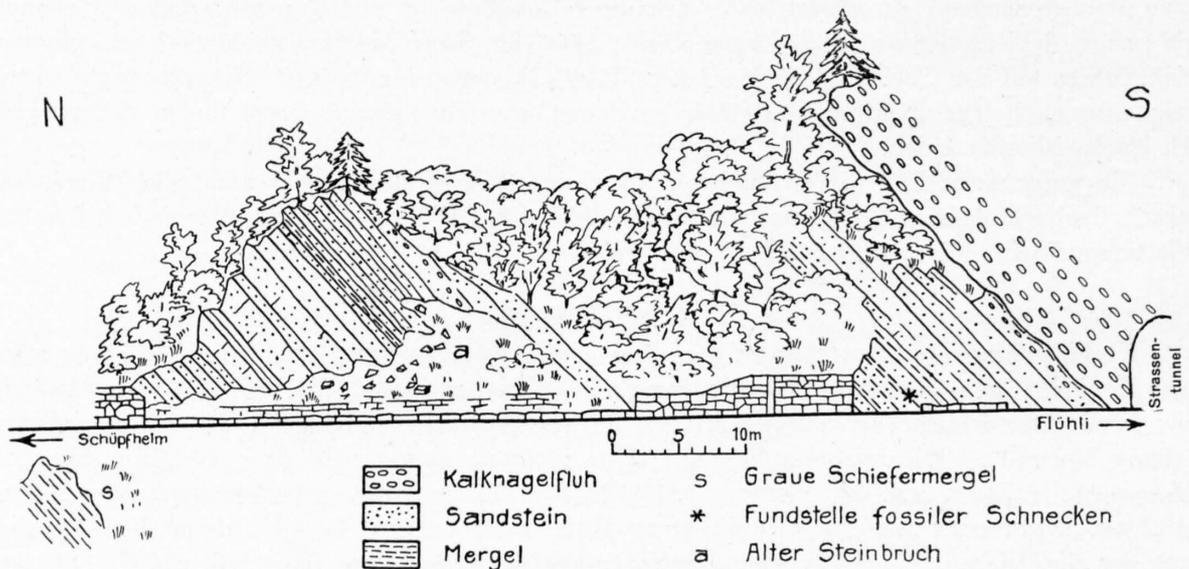


Fig. 3. Sandstein an der Basis der Bächlennagelfluh. Aufschlüsse an der Strasse Schüpfheim-Flühli, südlich Klusboden.

bezeichnen sie deshalb nach der am meisten hervortretenden Gesteinsart zusammenfassend als Bächlennagelfluh. Die einzelnen Nagelfluhbänder bilden auf der N-Seite dieses Berges zwischen den Mergelpartien hervorragende Gesimse. Die gleichmässigen S-Abdachungen werden durch die regelmässig mit ca. 35° nach SE fallenden Nagelfluh- und Sandsteinbänke bedingt. Ihr Ausstreichen verrät sich im Gelände oft durch scharfe Rippen. Im E, an der Farnern, ist die Gliederung etwas weniger ausgeprägt; die einzelnen Nagelfluhbänke folgen hier rascher aufeinander.

### Aufschlüsse.

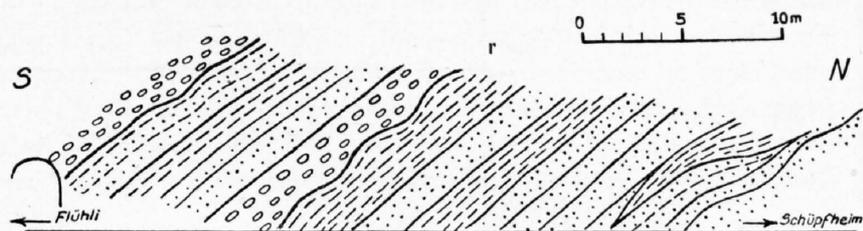
Die Gesteine dieser Zone sind mit Ausnahme der meist von Vegetation eingenommenen Mergelzonen durchwegs gut aufgeschlossen. Den besten Einblick in die Gesteinsserie erhält man in der Lammschlucht, wo die Waldemme die harten Nagelfluh- und Sandsteinbänke durchsägt; die neu angelegte Strasse Schüpfheim-Flühli hat hier gute Aufschlüsse geschaffen. Die verschiedenen Bäche an der E-Seite der Bächlen folgen auf weite Strecke den sonst meist verdeckten Mergelbändern und machen sie der Beobachtung zugänglich. Auch in den nordseitigen Bachtobeln der Bächlen und Farnern befinden sich instruktive Aufschlüsse, ebenso auf der südseitigen Gipfelregion der Bächlen, wo die harten Nagelfluhbänder sich von den Mergelzonen besonders gut abheben.

### Gesteine.

Ein Bild von der Verknüpfung verschiedener Gesteine dieser Serie gibt uns die untenstehende Figur 4 (vgl. auch Fig. 5, p. 27, und Tafel I, Figuren 1 und 3).

*Nagelfluh*: Innerhalb des Querprofils, wie es z. B. die Lammschlucht bietet, nimmt die Nagelfluh schätzungsweise ein Drittel der ganzen Sedimentmächtigkeit ein. Gegen SW zu (vgl. unten p. 27) tritt sie schon im Untersuchungsgebiet auf Kosten der Mergel und Sandsteine etwas zurück. Die Nagelfluh ist im allgemeinen ziemlich grob; die Komponenten sind durchschnittlich ei- bis faustgross, erreichen häufig aber auch 3—4 dm Durchmesser. Unter den grössten Komponenten finden sich meistens Kalke und Sandkalke. Der Zement der gut verkitteten Nagelfluh ist feinsandig-calcitisch. Einzelne Gerölle, besonders Kalke, weisen auch hier wie in den übrigen Nagelfluhgebieten häufig Eindrücke (oft mit Rückstandshäutchen) und diagenetische Glättung und Streifung auf. Durch die Nagelfluh ziehen sich vielfach mit Calcit ausgefüllte Risse. Gelegentlich ist eine Andeutung von Dachziegel-lagerung der Gerölle, welche auf Strömung aus südlicher Richtung hinweist, zu beobachten.

An der Zusammensetzung der Nagelfluh beteiligen sich vorwiegend Kalkgerölle (Kalknagelfluh); nur in den obern Lagen zeigt sich eine Anreicherung von kristallinen Komponenten zu einer bunten Nagelfluh. Auch in den tiefern, an Kalken reichen Teilen werden vereinzelt kristalline Gerölle angetroffen. Die Zusammensetzung des Konglomerats scheint in den aufeinanderfolgenden Bänken ziemlich stark zu schwanken. Es wechseln Lagen mit relativ viel kristallinen Geröllen mit solchen, welche diese nur ganz vereinzelt enthalten. Über die räumliche Verteilung der Schwankungen konnten noch keine genaueren Anhaltspunkte genommen werden.



Zeichenerklärung siehe Fig. 3 (r = rötlich gefärbt.).

Fig. 4. Wiederholung der Folge: Nagelfluh-Sandstein-Mergel innerhalb der Bäuchlennagelfluh. Aufschlüsse beim südlichsten Strassentunnel in der Lammschlucht zwischen Flühli und Schüpfheim.

Die folgenden Zählungen orientieren über die Zusammensetzung der Nagelfluh in den tiefern und höhern Horizonten der total ca. 1400 m mächtigen Nagelfluhmasse (siehe Tabelle auf Seite 24).

Wenn sich auch diese Zählungen nicht gleichmässig über das Profil verteilen, so geht doch hervor, dass im untern Teil des Nagelfluhkomplexes der Gehalt an kristallinen Komponenten (ohne Quarzite) ca. 2 %, in den obern Lagen 10—20 % beträgt.

Die wichtigern, in der Bäuchlennagelfluh vorkommenden Geröllarten sind die folgenden:

*Granite*: Biotit-, Muskowit- und Zweiglimmergranite, sehr verschiedenartige Textur und Struktur: Körnig, porphyrisch, schriftgranitisch; aplitisch-pegmatitische und lamprophyrische Varietäten. Selten rote Granite.

Aplit; Muskowit-Pegmatit.

Vereinzelt dioritisch-gabbroide Gesteine.

*Kristalline Schiefer*: Biotit- und Muskowitgneise, granoblastisch, lenticular (ähnlich Tambogneis), flaserig (Übergang in Augengneis). Zweiglimmergneise: darunter flaserige, quarzreiche Varietät, ähnlich Silvrettakristallin; ferner Tessinertypus.

*Quarzite*: Weisser Gangquarzit. Blauer und grünlicher Quarzit, Ölquarzit. Hellgrauer sedimentärer Quarzit, häufig.

*Kalke und Dolomite*: Hellgrauer, dichter Kalk, etwas fleckig, stylolithische Nähte, Foraminiferenreste, ähnlich ostalpinem Malm.

Brecciöser Kalk, grünlichrot gefleckt, enthält *Calpionella alpina* Lor., möglicherweise umgearbeiteter Biancone.

Fleckiger Kalk, schwach rötlich gefärbt; Spongiennadeln, Foraminiferen (*Lagena*, *Textularia*).

Dichter, fast schwarzer dolomitischer Kalk, von vielen Rissen durchzogen, zeigt Ähnlichkeit mit Hauptdolomit und ostalpinem Lias.

*Sandige Kalke und Kieselkalke*: Hell- und dunkelgrau bis grauschwarz, gelblich, oft mit Spongiennadeln, Echinodermenresten, Glaukonit; zum grösseren Teil wahrscheinlich aus ostalpinem Flysch.

Ort der Zählung	Klusstalden (Emmenbrücke)		Bäuchlen P. 1772		Farnern P. 1575		Nussberg- weidli		Fruttegg		Haselegg			
	Abstand von der Nagelfluhbasis		10 m		900 m		900 m		1100 m		1100 m		1200 m	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Granite: rot . . . . .	0	0	0	0	2	1,6	18	3,4	3	0,7	32	4,2		
grün . . . . .	8	0,7	0	0	1	0,8	1	0,2	5	1,3	6	0,8		
übrige Granite . . . . .	11	1,0	0	0	12	9,8	27	5,1	40	10,8	35	4,6		
Andere kristalline Gesteine (Gneise, Porphyre, Diorite etc.) . . . . .	14	1,3	3	1,6	6	4,8	12	2,3	31	8,2	71	9,4		
Quarzite . . . . .	84	7,9	11	5,7	6	4,9	30	5,8	5	1,3	35	4,6		
Kalke und Dolomite . . . . .	400	37,4	105	54,1	59	48,0	177	33,7	140	37	462	61,0		
Kieselkalke und Sandkalke . . . . .	520	48,6	26	13,4	22	17,9	101	19,2	140	37	85	11,2		
Sandsteine . . . . .	19	1,2	41	21,1	12	9,8	152	29,0	10	2,6	23	3,0		
Konglomerate . . . . .	2	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Radiolarite, Hornsteine . . . . .	13	1,7	8	4,1	3	2,4	7	1,3	4	1,1	9	1,2		
Total	1071	100	194	100	123	100	525	100	378	100	758	100		
Kristalline Gesteine ohne Quarzite . . . . .		3,0		4,6		17,0		11,0		21,0		19,0		
Quarzite . . . . .		7,9		5,7		4,9		5,8		1,3		4,6		

*Sandsteine:* Kalksandstein, dunkelgrau, bräunlich anwitternd, zum Teil mit Foraminiferen. Quarzsandstein, grob- und feinkörnig, gelbbraun anwitternd, auch glimmerführend, wohl meist Flyschsandsteine. Konglomeratischer Sandstein und feineres Konglomerat, aus den Komponenten der Bäuchlennagelfluh zusammengesetzt: den Sedimenten der Bäuchlen selbst entstammend.

*Radiolarite:* Rot, rötlich, grün, grün grau.

Eine Aufzählung der Gesteine dieser Nagelfluh gibt KAUFMANN von der Farnern (83, 1886, p. 391).

*Sandstein:* Der die Nagelfluh begleitende Sandstein hat grosse Ähnlichkeit mit dem Basissandstein. Er ist auf frischer Fläche blaugrau, angewittert grünlichbraun, mittel- bis feinkörnig, muskowitzreich, gut gebankt und führt auf den Schichtflächen gewöhnlich verkohlte Pflanzenreste. Es gibt auch mehr massige Typen von grobem Korn, die besonders im oberen Teil der Nagelfluhschicht, wo die kristallinen Komponenten zunehmen, auffallende Ähnlichkeit mit der granitischen Molasse der Aquitanzone besitzen (vgl. p. 8). Übergänge von Sandstein in Sandkalk und Kalk sowie in sandige Mergel sind durchwegs zu beobachten.

*Technische Verwendung:* Die harten, gebankten Sandsteine der Bäuchlenzone eignen sich zu Bauzwecken. Beim Bau der neuen Strasse Schüpheim-Flühli wurden sie an mehreren Stellen gebrochen.

*Mergel und Tone:* Sie sind gewöhnlich hell- bis dunkelgrau, seltener rot, blau und lichtgrün gefärbt. Es gibt vereinzelt Lagen, die durch ihre regelmässige Schieferung Ähnlichkeit mit den Schiefermergeln der Hilferschichten und denen der Basiszone der Bäuchlenserie aufweisen. Öfters sind sie auch blättrig und durch Übergänge mit Tonen verbunden.

*Kalk* von tiefgrauer Farbe tritt gelegentlich in dünneren Bänken zwischen den Mergeln und Sandsteinen auf.

*Pechkohle* erscheint innerhalb dieser Gesteine öfters in ansehnlichen Nestern, Schmitzen und verzweigten Adern.

### Die Verteilung der Gesteine im Querprofil

bietet in dieser Zone ein besonderes Interesse (vgl. Textfigur 4, p. 23).

Im kleinen konstatiert man eine ziemlich grosse Unregelmässigkeit der Sedimentation: Sandsteine wechseln in bunter Reihenfolge mit Mergeln; die Nagelfluh enthält oft Schmitzen und rasch auskeilende Bändchen dieser Gesteine, wie auch umgekehrt.

Im grossen jedoch besteht eine auffallende Gesetzmässigkeit in der Aufeinanderfolge der verschiedenen Gesteinsarten, die einer deutlichen *rhythmischen Sedimentation* entspricht. Die mächtigeren Nagelfluhbänke folgen durchschnittlich etwa in Abständen von 30—40 m (oft aber erst in 50—100 m oder auch nur in Abständen von wenigen Metern). Wir haben durch das ganze Profil hindurch von unten nach oben eine vielfache Wiederholung der Reihenfolge: Nagelfluh, Sandstein, Mergel. Die Konglomerate gehen nach oben jeweils in Sandstein über, dieser zunächst in sandige und später in sandarme Mergel. Darüber setzt mit einer scharfen, oft welligen Grenzfläche von neuem Nagelfluh ein. Nun folgt wieder Sandstein, darüber Mergel usw. In der Lammschlucht zählte ich ca. 30mal die Wiederholung dieser Serie, im ganzen Profil der Nagelfluhmasse dürfte sie daselbst ca. 35—40mal vorkommen. Ähnliche Verhältnisse beschreibt E. KRAUS aus der Molasse des Allgäu (91, 1923). Da der Sandstein immer das Hangende der Nagelfluh bildet, ist — wie KRAUS ausführt — die Möglichkeit gegeben, in stark gestörten Gebieten zu entscheiden, ob normale oder verkehrte Lagerung vorliegt. Das unvermittelte Einsetzen der Nagelfluh erklärt KRAUS durch ruckartiges Sinken einzelner Schollen des Vorlandes und Ausbrechen der Flüsse aus ihren Betten in die umgebenden Altwasserseen und Schlickgebiete. — ALB. HEIM findet die regelmässige Aufeinanderfolge der Nagelfluhbänke ein Rätsel (72, 1919, p. 45). Die Frage nach der Entstehungsweise der subalpinen Nagelfluh, von der die Lösung dieses Schichtungsproblems abhängt, kann auch heute noch nicht endgültig beantwortet werden.

### Paläontologisches; Alter.

Nach längerem Suchen fand ich in verschiedenen Mergelzwischenlagen der Bäuchlennagelfluh — am häufigsten in kalkigen und sandigen Mergeln — eingeschwemmte fossile Landschnecken, welche für die Altersbestimmung dieses orogenen Sedimentkomplexes von Wichtigkeit sind. Als Fundpunkte nenne ich folgende Stellen: Flühlistrasse bei Klusstalden (oberster Teil des Basissandsteins, vgl. Figur 3); Runse N Unter Lammsberg im Kätherichwald (Basissandstein); SE ob Lugibachweid in 970 m (Basissandstein); Runse S Unter Tännli an der Waldemme; ca. 250 m W Habsucht in 1280 m; Runse N Rossweidli in 1370 m; am Fussweg Hohlarri-Bösarni, ca. 250 m von Bösarni entfernt; Bäuchlen: SE unter P. 1701 und P. 1772.

Die Bestimmung der von mir gesammelten Schnecken verdanke ich Herrn Dr. E. BAUMBERGER; er erkannte folgende Species:

- Cepaea rugulosa* ZIETEN.
- Pomatias antiquum* BRGT.
- Triptychia Escheri* MAYER-EYMAR.
- Poiretia (Pseudoleacina) spec.*

Diese artenarme Landschneckenfauna ist nach Dr. BAUMBERGER bezeichnend für Oberstam-pien=Chattien (vgl. p. 61).

Über die Verteilung der genannten Arten und ihrer Fundstellen im Querprofil orientiert die nachstehende Tabelle (Seite 26).

Die tiefsten Fundstellen im Profil liegen ganz an der Basis der mächtigen Nagelfluhmasse (Basissandstein), die höchsten (Rossweidli, Bösarni) 900—1000 m höher oder ca. 300 m unter den obersten sichtbaren Nagelfluhbänken der Bäuchlenserie. Nach dem ähnlich bleibenden Charakter dürfte im Untersuchungsbereich auch dieser oberste Teil des im ganzen etwa 1300 m mächtigen Nagelfluhkomplexes noch zum Stampien gehören.

Für die Altersbestimmung kommen die fossilen Pflanzen, welche sich häufig in den Sandsteinen und sonstigen Mergeln dieser Serie finden, weniger in Frage. Pflanzenfundstellen befinden sich in der Runse S Tännli (ca. 50 m bachaufwärts von der Flühlistrasse), an der Waldemme E Ausser

Vorkommende Arten	Fundstelle						
	Klus- stalden	Kätherich- wald	Lugibach- weid	Unter Tännkli	Habsucht	Bösarni	Rossweidli
	Abstand der Fundschicht von der Basis der Nagelfluh						
	0 m	0 m	0 m	500 m	950 m	950 m	1000 m
<i>Cepaea rugulosa</i> ZIETEN	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pomatias antiquum</i> BRGT. . . . .	+	+	+	+	+	+	+
<i>Triptychia Escheri</i> MAYER-EYMAR . . .						+	+
<i>Poiretia (Pseudolea- cina) spec.</i> . . . . .				+			

Lamm, in der Runse S Hinter Lamm auf 900 m (Textfigur 5), am Weg Klusen-Fruttegg auf 1050 m (schon KAUFMANN bekannt).

Es erübrigt sich, hier alle Stellen von mehr vereinzelt Funden, welche über das ganze Gebiet der Bächlen zerstreut liegen, aufzuzählen. In meiner Sammlung glaubt Herr Dr. F. LEUTHARDT folgende Formen zu erkennen:

- Goniopteris stiriaca* (UNG.) A. BR. . . . . Fruttegg.
- Sequoia Langsdorffii* (BRGT.) HEER . . . . . Hinter Lamm; Ausser Lamm (an der Waldemme).
- Sequoia Couttsiae* (HEER) . . . . . Ausser Lamm; Hinter Lamm.
- Sabal major* UNGER. . . . . Bächlen-N-Seite oberhalb Büttler; Ausser Lamm.
- ? *Cyperus Chavannesi* HEER . . . . . Ausser Lamm.
- ? *Salix angusta*. A. BR. . . . . Ausser Lamm.
- Myrica dryandraefolia* (BRGT.) . . . . . Fruttegg; Unter Tännkli.
- Laurus* sp. . . . . Unter Tännkli.
- Cinnamomum spectabile* HEER . . . . . Hinter Lamm; Unter Tännkli.
- Rhamnus Gaudini* HEER. . . . . Fruttegg; SE unter P. 1742 an der Bächlen; Staub-  
bach (in 870 m).
- ? *Eucalyptus-Frucht*. . . . . Unter Tännkli (an der Waldemme).
- Sapindophyllum* cfr. *denticulatum* MENZ . . . . . Unter Tännkli.
- ? *Araliophyllum* cfr. *denticulatum* MENZ. . . . . Unter Tännkli.
- ? *Adina helvetica* MENZ. . . . . Hinter Lamm.

KAUFMANN (83, 1886, p. 391, 395) erwähnt von der Fruttegg und von Ober Lammberg: *Myrica dryandraefolia* BRGT., *Salix macrophylla* HEER, *Taxodium distichum miocaenum* (Bestimmungen von O. HEER).

Die fossile Flora der Bächlen kann am ehesten verglichen werden mit derjenigen der bekannten Fundstelle von Losenegg (Eriz) an der Honegg.

SW ausserhalb des Untersuchungsgebietes fand ich in der Runse E Krümpelhütten (Blatt Flühli) auf einem mergeligen Sandstein der Bächlenzone nicht näher identifizierbare Tierspuren.

Fossile Säugetierreste wurden auf Blatt Escholzmatt keine aufgefunden; dagegen ist W des Untersuchungsgebietes im Kadhausgraben bei Bumbach seit langem eine Säugetierfundstelle von bestimmt stampischem Alter bekannt (83, KAUFMANN, 1886, p. 448; 147, STEHLIN, 1903, p. 364; 150, STEHLIN, 1914, p. 183—185; 151, STEHLIN, 1922, p. 576); ob sie aber noch im Schuttfächer der Bächlen liegt und Schlüsse zulässt für dessen Alter, ist noch nicht sicher entschieden <sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Anmerkung während des Drucks: Gegenwärtig ist Herr cand. geol. H. HAUS mit der geologischen Bearbeitung von Blatt Schangnau beschäftigt und wird diese Frage einer nähern Prüfung unterziehen.

**Facies.**

Anzeichen mariner Facies fehlen im Gebiet der Bächlennagelfluh. Diagonale Schichtungen und primär verbogene Sandstein- und Mergelbänder weisen auf einen seichten und bewegten Ablagerungsgrund hin. Eingeschwemmte Landschnecken und relativ gut erhaltene Pflanzenreste machen Landnähe wahrscheinlich. E. KISSLING (89, 1902) erwähnt u. a. auch eine kleine Süßwasserfauna (*Unio*, *Melania*) aus einer Runse bei Vorder Dorbach SW des Untersuchungsgebietes <sup>1)</sup>. In die ausgedehnten Süßwasserbecken und Schlickgebiete des sich (ruckweise?) senkenden alpinen Vorlandes brachen wahrscheinlich periodisch mächtige Geröllfluten herein und erzeugten die heute auf weite Strecken hin zu verfolgenden Nagelfluhplatten.

**e) Stratigraphische Stellung der Bächlenserie als Ganzes genommen.**

Die chronologische Einordnung der Bächlenserie ist bisher in sehr verschiedener Weise erfolgt. B. STUDER betrachtet die Bächlen als ein Gegenbild des Rigi, wo unten auch eine kalkige und oben eine grösstenteils bunte Nagelfluh auftritt (153, 1825, p. 60, 61; 156, 1853, p. 364). F. J. KAUFMANN stellt die Bächlennagelfluh zu seinen untermiocänen Hohrhoneschichten, die er als das limnische Äquivalent der Luzernerschichten ansieht. Die Schiefermergel an der Basis der Bächlenserie verlegt er in den Kern einer Antiklinale, deren S-Schenkel von der Bächlennagelfluh gebildet wird (vgl. 83, 1886, Atlas, Tafeln 29 und 30, Figur 2). Wie oben erwähnt, parallelisiert er diese Schiefermergelzone mit den Schichten am Hilferpass und betrachtet beide als marine Vertreter der roten Molasse = Aquitanien (nördliche, südliche und mittlere Zone derselben Stufe). R. SCHIDER (140, 1913, p. 12) nimmt für die Bächlenserie oligocänes Alter an, trennt diese Zone jedoch nicht von der im N vorgelagerten roten Molasse. H. MOLLET (111, 1921, p. 47) legt bei der Altersbestimmung die Ansicht von STUDER zugrunde; entsprechend der damaligen Bestimmung des Alters der Rigmasse (11, BAUMBERGER, 1914) gehörte die Basis der Bächlenserie ins Burdigalien, der höhere Teil ins Helvétien und Tortonien.

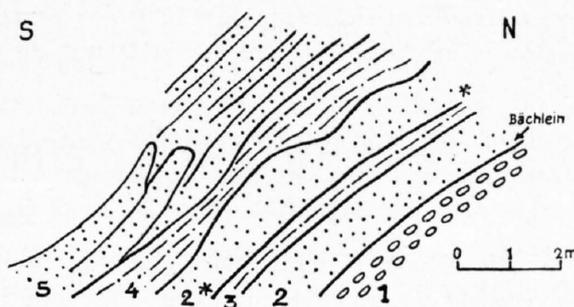


Fig. 5. Fundstelle stampischer Pflanzen in der Runse südlich Hinter Lamm (Kote 900).

- 1 = Bunte Nagelfluh.
- 2 = Kompakter Sandstein, blaugrau, hart, Pflanzenreste \*
- 3 = Plattiger Sandstein, glimmerreich, z. T. mergelig, viele Pflanzenreste.
- 4 = Plattiger Sandstein.
- 5 = Kompakter Sandstein, primär verbogen.

Heute kann nun das stampische Alter der Bächlenserie als gesichert gelten. Wie schon oben (p. 25) erwähnt, hat der mächtige Nagelfluhkomplex eine oberstampische Landschneckenfauna geliefert. Die Basiszone der Bächlenserie kann (mit Ausnahme der obersten, mergeligen Lagen des Sandsteins an der Basis der Bächlennagelfluh, welche *Pomatias antiquum* und *Cepaea rugulosa* führen, vgl. p. 22 und 61) nach ihrer lithologischen Ähnlichkeit und ihrem geologischen Auftreten mit den Horwerschichten (Rupélien) in Parallele gesetzt werden; ihr unterstampisches Alter erhält durch die im Untersuchungsgebiet gemachten Funde von *Meletta* eine wichtige Stütze (vgl. p. 21).

Damit ist nun auch im Entlebuch der paläontologische Nachweis für die Aufschiebung eines ältern, stampischen Komplexes (Bächlenserie) auf das im N vorgelagerte, jüngere Aquitanien erbracht.

**f) Bemerkungen über die Fortsetzung der Bächlenserie.**

Gegen SW — auf Blatt Flühli, Marbach und Schangnau — setzt sich die Bächlen orographisch im Grat Bächlen-Rothenfluhspitz, Steingrat und Lochsitenberg fort. Die Verbreitung wie auch die Geröllgrösse der Nagelfluh nehmen in dieser Richtung rasch ab: Im Querprofil der Hilfer, wo die Bächlenserie zwischen Hölzli und Hilfernhüttli durchschnitten wird, treten Konglomerate schon recht spärlich auf, und im 3 km südwestlicher folgenden Steiglenbach lassen sich nur noch einige wenige

<sup>1)</sup> Schon F. J. KAUFMANN (83, 1886, p. 413) fand dort «Schalen einer kleinen Muschel, ähnlich *Anodonta*».

Nagelfluhbänke feststellen. Zwischen diesen beiden Quertälern ist, wie ich bei meinen Übersichtsbegehungen konstatieren konnte, das nagelfluharme und durch grobkörnige und konglomeratische Sandsteine gekennzeichnete Gebiet von Wasserfall, Buchhütten, Hexenschwand, welches R. SCHIDER irrtümlicherweise schon zu den Hilferschichten zählt (140, 1913), noch zur Bächlenzone zu rechnen. Die Hilfernaufschiebung folgt erst weiter S bei Hörnli-Farnern. — Noch weiter im SW, in der Gegend von Schangnau, setzt dann eine neue Nagelfluhmasse, die Honegg, ein, deren Verhältnis zur Bächlen gegenwärtig — wie erwähnt — von cand. geol. H. HAUS untersucht wird.

Nach NE zu kann man die Bächlenzone unter abnehmender Mächtigkeit der Nagelfluh (wie auch der Grösse ihrer Komponenten, vgl. 83, KAUFMANN, 1886, p. 397) über die «First» bis zur Gstellfluh, direkt über der Entlen, verfolgen. Die Basiszone der Bächlenserie tritt dort in der Schlucht der Kleinen Entlen mit den lithologisch übereinstimmenden Hilferschichten in Berührung (vgl. Karte MOLLET; siehe auch später p. 30). Auf der E-Seite der Entlen ist nach H. MOLLET (111, 1921, p. 47, 52) die Fortsetzung andeutungsweise in der Kridegg gegeben, welche zum Schwarzflühli überleitet. — S der Bächlenzone tritt in der Schimberggegend ein neuer Nagelfluhzug auf (Buchstalden-Eschitannen-Schwand-Heuboden), der, wie MOLLET darstellt, zum Teil die sogleich zu besprechenden Hilferschichten vertritt.

Aus dem Gesagten ergibt sich, dass die Stampiennagelfluh zwischen Grosser Emme und Entlen ihre stärkste Entwicklung an der Bächlen-Farnern aufweist, und hier haben wir dementsprechend die Mitte des mächtigen Bächlenschuttfächers zu suchen.

## 2. Hilfernzzone.

### a) Benennung.

Die Namen Hilferngesteine und Hilferschichten gebrauchte zum ersten Male F. J. KAUFMANN. Er verstand darunter aber nur unsere Basiszone der Bächlenserie, während er die mit dieser lithologisch übereinstimmenden Molassezone der Hilfern, welche der Bächlen-Farnern im S vorgelagert ist (d. h. das, was wir heute Hilfernzzone nennen), Ralligschichten nannte. Im Gegensatz hierzu haben R. SCHIDER und H. MOLLET ausschliesslich diesen letzten, südlichsten Molassestreifen, welcher W von Flühli am Hilfernpass durchstreicht, als Hilferschichten bezeichnet, und auch ich schliesse mich ihnen hierin an.

### b) Verbreitung, Abgrenzung.

Wie Tafel I, Figuren 1 und 7, zeigt, schiebt sich diese Zone als 1—1,5 km breiter Streifen zwischen die Bächlennagelfluh und den subalpinen Flysch ein. Im Bereich der Hilferschichten liegen auf Blatt Escholzmatt von NE nach SE die Erhebungen Gustiweidknubel, Brandknubel, Glashütten, N-Hang des Spirbergs. Ausgezeichnete Aufschlüsse bieten sich in den tiefen Bachrinnen des Staubaches (im NE), des Steinibaches und des Hellschwandbaches (im SW). Diese Molassezone ist im S wie im N durch Aufschiebungslinien begrenzt:

Die N-Grenze (= Aufschiebungslinie der Hilferschichten auf die Bächlennagelfluh) ist sehr scharf ausgeprägt durch den auffallenden Gesteinswechsel zwischen den mergelig-sandigen Hilferschichten und der im N folgenden Bächlennagelfluh. Der Verlauf der Aufschiebung, die von einer Depression begleitet ist, wurde schon früher, p. 20, angegeben. Mit dem Einsetzen der Hilferngesteine weitet sich das Waldemmetal oberhalb der Lammschlucht bei Krutacher-Nussberg plötzlich aus. Die S-Grenze der Hilfernzzone (= Aufschiebungslinie des subalpinen Flysches auf die Hilferschichten) ist im Untersuchungsgebiet nicht genau festlegbar, da dieser tektonische Kontakt infolge Moränebedeckung nirgends aufgeschlossen ist. Nach den höchsten Molassevorkommen und den tiefsten Flyschaufschlüssen zu urteilen, müssen wir sie über Unter Bargelen, P. 1176 NW Bäregg, Aeschimoos, Mettlen (Blatt Flühli) ziehen. Wie unten (p. 30, 39) noch näher ausgeführt werden soll, hat R. SCHIDER am S-Rand von Blatt Escholzmatt und im Nachbargebiet im SW die Molasse-Flyschgrenze zu weit N gelegt (166, geologische Karte).

### c) Lagerung.

Das Fallen und die Fallrichtung der Hilferschichten ist im Untersuchungsgebiet, abgesehen von mehr lokalen Fältelungen und Diskordanzen, ziemlich einheitlich steil SE (Tafel I, Figuren 1 und 7): Schintmoos 55/120, Unter Brand 60/126, P. 1215 bei Loch 65/115; Finisüttenschild 78/125. Gegen den subalpinen Flysch zu wird die Lagerung sehr unruhig; dasselbe gilt auch für den N-Rand der Hilferschichten, da wo diese an die Bäuchlennagelfluh anstösst.

### d) Gesteine.

Die Hilferschichten setzen sich zur Hauptsache aus einer Wechselfolge von Sandsteinen und Schiefermergeln zusammen; nur sehr untergeordnet erscheint auch Nagelfluh (vgl. Tafel I, Figuren 1, 4, 7). Lithologisch besteht Übereinstimmung mit der oben beschriebenen Basiszone der Bäuchlenserie und den Horwerschichten.

Die Sandsteine sind entweder plattig oder massig ausgebildet. Die plattigen Sandsteine mit äusserst glimmerreichen, oft von kohligen und unbestimmbaren Pflanzenresten bedeckten Schichtflächen bilden ein Charakteristikum der Hilferschichten. Die Absonderung erfolgt entweder in dünnen Plättchen oder in dickeren Platten. Gelegentlich beobachtet man schöne Wellenfurchen. Die massigen, in dickeren Bänken auftretenden Sandsteine zeichnen sich durch ihre Härte aus. Sie sind im frischen Zustand bläulichgrau, verwittert gelbbraun, oft sehr dicht, quarzreich und zäh. Wie die petrographisch übereinstimmenden Sandsteine an der Basis der Bäuchlenserie zeigen auch die Hilfersandsteine Einschlüsse von Mergelnestern, rostige Flecken, eigenartige Bildungen auf den Schichtflächen (Wülste, Keile, Schrauben, zopfartige Gebilde). Durch Vergrößerung des Kornes gehen diese Sandsteine in konglomeratischen Sandstein über, der weiter in feingeröllige Nagelfluh überleitet. Eine dickere Bank von konglomeratischem Sandstein wurde NW ob Loch im E des Kartengebietes beobachtet.

Technische Verwendung: Aus den mehr massigen Sandsteinen dieser Zone werden im Steinibach zeitweise Pflastersteine gewonnen; grössere Platten finden häufig als Bodenbeläge und Einfassungen Verwendung. Harte Hilfersandsteine wurden bei Schintmoos zu Bauzwecken gebrochen (113, NIGGLI-GRUBENMANN, 1915, II. Teil, p. 131, technische Daten).

Die Schiefermergel treten in dünnen Lagen zwischen den Sandsteinbänken oder auch in grösseren Komplexen auf. Eine etwa 100 m mächtige, einheitliche Serie von tonig-sandigen Schiefermergeln macht sich im Gelände als schwache Depression bemerkbar und streicht über Wilegg, Zopfweidli, Steinibachtobel, Ober Brand, Pfennigslöcher, Gustiweidknubel (vgl. Tafel I, Figur 1); in dieser Schiefermergelzone fand ich im Steinibach *Fischreste*, besonders häufig Schuppen von *Meletta* (Näheres unten). Ebenso wird der dem subalpinen Flysch benachbarte Teil der Hilferschichten fast ausschliesslich von Tonschiefern, die ebenfalls *Meletta* führen, gebildet. — Die Schiefermergel sind bald mehr sandig, bald mehr tonig und zeichnen sich durch ihre regelmässige Schieferung aus. In bestimmten Lagen besteht lithologisch eine auffallende Ähnlichkeit mit den Melettaschiefern und schiefrigen Septarientonen des Rheintalgrabens.

*Nagelfluh* beobachtete ich in dieser Zone nur in einer einzigen, ca. 2 m mächtigen Bank, die NE von Flühli als Rippe im Gelände hervortritt und daher kurz als «Flühlinagelfluh» bezeichnet sei. Diese Nagelfluhbank streicht von der Kirche Flühli (vgl. 166, Karte SCHIDER) gegen NE über Stoss-Glashütten nach dem Steinibach; sie zeigt sich im Seitenbach, der von Salzbühl herkommt (ca. Kote 1030) und im Steinibach selbst (ca. Kote 1040), sonst ist sie durch Moräne verdeckt. Der Gehalt an bunten Komponenten ist beträchtlich (ca. 10 %, Quarzite nicht mitgerechnet). Zur Hauptsache erkennt man Granite, Gneise, Porphyre, Aplite, viele Quarzite, ferner Kalke, Flyschsandsteine, stampische Sandsteine (?); eine bezeichnende Komponente bilden mylonitische Granite. Besonders bemerkenswert ist das Auftreten von einzelnen grossen Geröllen (Kristallin und Sediment) bis 0,5 m Länge. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, dass H. MOLLET (111, 1921, p. 49) in der diese Hilferschichten zum Teil vertretenden Nagelfluh von Ober Schwand und Tagweid (E des Kartengebietes) bis 1 m lange, vorwiegend aus Flyschsandsteinen bestehende Komponenten beobachtet hat.

### e) Facies, Paläontologisches.

Nach der übereinstimmenden lithologischen Beschaffenheit der Hilferschichten mit den durch eine brackisch-marine Fauna gekennzeichneten Horwerschichten (Horw, Bilten, Ralligen, Vaulruz) war von vorneherein auch für sie eine Entstehung in relativ seichten Meeresbezirken anzunehmen. Bis jetzt wurde jedoch vergebens nach den bezeichnenden Cardien und Cyrenen der Horwerschichten gesucht, doch weisen die in Dünnschliffen der Schiefermergel vereinzelt erkennbaren Glaukonitkörner und *Foraminiferenreste* auf marine Entstehung hin<sup>1)</sup>. Mit Bestimmtheit wird aber die Gegenwart des Meeres durch die bereits erwähnten Funde von Schuppen der Gattung *Meletta* erwiesen. Mit den in bestimmten Lagen massenhaft auftretenden Fischschuppen verknüpft, fand ich im Steinibach in Schiefermergeln der oben genannten Zone Wilegg-Zopfweidli-Ober Brand zahlreiche, zum Teil gut erhaltene Reste von Fischskeletten, über die unten (p. 32) Näheres mitgeteilt wird. Die eine Fundstelle befindet sich im Schutt einer grösseren, vom S-Hang des Steinibachtobels stammenden Rutschmasse; sie liegt gegenüber der Einmündung des von Ober Brand herunterkommenden Baches (Koordinaten 644,900/195,300 der Siegfriedkarte); die andere liegt im anstehenden Gestein ca. 150 m weiter bachaufwärts von der Einmündung des genannten Baches an der rechten Prallseite des Steinibaches.

Das Hangende dieser Schiefermergelzone bildet eine Sandsteinserie, welche oben mit der erwähnten Nagelfluhbank abschliesst. Darüber folgt wieder ein mächtiger Komplex von Schiefermergeln, den R. SCHIDER im Matzenbach an der S-Grenze unseres Untersuchungsgebietes schon zum subalpinen Flysch stellt (vgl. 140, 1913, p. 27). Diese Schiefermergelserie ist aber nach der lithologischen Beschaffenheit (gleichmässige Schieferung, Übereinstimmung im Dünnschliff) und der relativ ruhigen Lagerung noch zu den Hilferschichten zu zählen; ihre Gesteine lieferten mir wieder Melettaschuppen, und zwar sowohl im Matzenbach (bei der Einmündung des von Stoss kommenden Seitenbaches auf 1000 m) als auch in der Seitenrunse des Steinibachtobels gegen Salzbühl hinauf; dadurch ist der Beweis der Zugehörigkeit dieses «Flysches» zur subalpinen Molasse erbracht. — Auch in der benachbarten Schrattenflughenge hat R. SCHIDER Gesteine, die zur subalpinen Molasse gehören, zum Flysch gezählt (vgl. p. 28, 39).

Es ist vor auszusehen, dass bei genauerer Prüfung *Meletta* sich auch anderwärts in der schweizerischen subalpinen Molasse finden wird; namentlich wären die tonigen, oft flyschähnlichen und darum häufig mit Flysch verwechselten Mergelschiefer der alpennächsten Molassebildungen darauf zu untersuchen.

Die häufigen Pflanzenreste in den Hilfergesteinen erlauben, ausser zwei Abdrücken, die wahrscheinlich von Koniferenzapfen herrühren, keine nähere Identifizierung.

### f) Alter und stratigraphische Stellung der Hilferschichten.

Es wurde bereits oben angedeutet, dass KAUFMANN die Gesteine dieser Zone, gleich wie auch die Basis der Bäuchlenserie, als marines Äquivalent der limnischen roten Molasse = Aquitanien auf fasste; in den Profilen im Atlas (83, 1886, Tafel XXX, Figur 2) trägt er dieser Auffassung Rechnung. R. SCHIDER nimmt für die Hilferschichten miocänes Alter an, weist aber ausdrücklich darauf hin, dass sie nicht das normale Hangende der Bäuchlennagelfluh bilden (140, 1913, p. 13). H. MOLLET parallelisiert sie nach KAUFMANN'S Fund von *Cardium Heeri* M.-E. in der Schlucht der Kleinen Entlen<sup>2)</sup> mit den stampischen Horwerschichten und stellt sie dementsprechend im Jahre 1921 mit Vorbehalt ins Stampien (111, 1921, p. 48—50; 167, Karte).

Für die Altersbestimmung der Hilferschichten geben auch die oben genannten Funde von *Melettaschuppen* einen wichtigen Anhaltspunkt. Wie ich in einer vorläufigen Mitteilung schon erwähnte (58, 1931), kennzeichnet *Meletta* hauptsächlich das untere Stampien (vgl. 96, LERICHE,

<sup>1)</sup> Anmerkung während des Druckes: Im Herbst 1933 fand ich im Anriss SW Unter Engelgraben (Bl. Entlebuch) in Schiefermergeln, welche den Hilferschichten entsprechen (vgl. Karte MOLLET), zahlreiche kleine *Cyrenen*.

<sup>2)</sup> Der Fundort liegt nach KAUFMANN'S Angabe (83, p. 384) nahe der Stelle, wo unserer heutigen Auffassung nach die Aufschiebung der Hilfern-(Horwer-)Schichten auf die Bäuchlenzzone anzunehmen ist (vgl. Karte MOLLET). Meines Erachtens muss es einstweilen offen gelassen werden, ob die Fundschicht über der Aufschiebung liegt, d. h. effektiv zur Hilferzone gehört, oder darunter. Im letzten Falle läge der Fund in den hilferrartigen Schichten, welche die Basis der Bäuchlenzzone bilden.

1927, p. 18). Wir haben demnach in den Hilferschichten (und der Basis der Bächlenserie) den tiefsten Molassekomplex des Aufnahmegebietes vor uns.

### g) Allgemeine Bedeutung der Fischschiefer mit Meletta des Steinibachs.

In diesem Zusammenhang sollen noch kurz einige Bemerkungen über die allgemeine Bedeutung des Nachweises der Melettaschiefer in dieser südlichsten Molassezone von Blatt Escholzmatt gemacht werden. Eine vorläufige Mitteilung hierüber hat Verfasser schon 1931 anlässlich der Versammlung der Schweizerischen geologischen Gesellschaft in La Chaux-de-Fonds erstattet (Lit. 58). Diese ersten Angaben ergänzend, sei hier noch folgendes beigefügt:

Meines Wissens ist die Gattung *Meletta* in der subalpinen Molasse der Schweiz bis jetzt noch nicht nachgewiesen worden. Nach ihrem Auftreten in unmittelbarer Nähe des Alpenrandes können die Melettaschiefer des Steinibaches verglichen werden mit ähnlichen Vorkommen in der stampischen Molasse von Savoyen (Schistes à Meletta), wo sich normale Übergänge vom Flysch zur Molasse finden (42, DOUXAMI et RÉVIL, 1898; 44, DOUXAMI et DESCHAMPS, 1905; 112, MORET, 1922)<sup>1)</sup>; ferner hat C. W. GÜMBEL (65, p. 700) schon 1861 Fischreste (darunter Meletta, vgl. 158, WAGNER, 1860; 160, WETTSTEIN, 1886, p. 99) aus steilgestellten Molassesandsteinen an der Roten Traun bei Wernleiten nächst Siegsdorf (bei Traunstein) am bayerischen Alpenrand erwähnt; GÜMBEL bemerkt überdies: «diese merkwürdigen Fischreste erinnern an Arten des Glarner-Fischschiefers, und es scheint dieses Fischlager hier unzweideutig der ältesten Molasse anzugehören.»

In der Schweiz kennen wir die Gattung *Meletta* aus folgenden zwei Gebieten: Zunächst ist sie allgemein verbreitet im unteren Stampien des Oberrheingebietes (Meeressand, Septarienton, Fischschiefer; vgl. 96, LERICHE, 1927) und lässt sich von hier aus nach S in die Becken von Laufen und Delsberg verfolgen (vgl. 87, KISSLING, 1896, p. 15—20, Tafel I, Figuren 6—11). Andererseits wird *Meletta* von ALEX. WETTSTEIN (160, 1886, Tafel I, Figur 4) aus den von ihm zum Oligocän gestellten Glarnerschiefern (Dachschiefern) angeführt, und mit den Glarner Vorkommen dürften die am N-Rand des Aarmassivs liegenden Funde von Attinghausen, der Fürenalp im Engelbergertal und vom Rosenlaugletscher am Wetterhorn (80, KAECH, 1903) zusammenhängen.

Wenn aus den aufgezählten Fischfunden die auch von E. BAUMBERGER und anderen Autoren vertretene Annahme sich bestätigt, dass in unterstampischer Zeit am S-Rande des schweizerischen Molasselandes ein Meer sich von Savoyen her durch die Schweiz nach S-Bayern erstreckte, so möchte ich heute die weitere Annahme vertreten, dass im südlichen Teil dieses selben Meeres die Glarner Fischschiefer, die dem Sedimentmantel des Aarmassivs angehören, abgelagert worden seien; daraus würde sich dann der weitere Schluss ergeben, dass die jüngsten Schichten des autochthonen Flysches gleichaltrig sind mit den ältesten Schichten der subalpinen Molasse. Die letztere kennen wir aber nur von den Stellen, wo beim Heranschieben der alpinen Decken die tiefsten Teile der Molasseserie (Vaulruzmolasse, Ralligschichten, Hilferschichten, Horwerschichten, Biltnerschichten etc.) aufgeschürft worden sind.

Dass die Glarner Fischschiefer harte Tonschiefer darstellen, dürfte im wesentlichen auf die durch die alpinen Decken bedingte Druckwirkung (Auswalgung und Streckung) zurückzuführen sein; die Melettaschiefer der subalpinen Molasse waren keiner derartigen Umwandlung ausgesetzt, und dementsprechend zeigen auch die darin enthaltenen Fischskelette keinerlei Streckungserscheinungen, wie sie WETTSTEIN für die Glarner Fischfauna nachgewiesen hat.

Das theoretische Profil Figur 2, Tafel II, orientiert über die allgemeinen Zusammenhänge, die sich aus diesen Ausführungen ergeben; es stützt sich für den Abschnitt Titlis-Sarnersee auf frühere Darstellungen von P. ARBENZ<sup>2)</sup>, für die Strecke Sarnersee-Schafmatt auf persönliche Mitteilungen von Prof. BUXTORF. Das in dieser Darstellung Neue besteht darin, dass ein direkter Zusammenhang zwischen den Hilferschichten der subalpinen Molasse und den Dachschiefern des Sedimentmantels

<sup>1)</sup> Vgl. auch: DOUXAMI, H.: Etudes sur les terrains tertiaires du Dauphiné, de la Savoie et de la Suisse occidentale. Thèse Lyon. Paris 1896.

<sup>2)</sup> Geologie des Gebietes zwischen Engelberg und Meiringen. Ecl. IX, 1907. Exkursion in die Obwaldner Alpen. Ecl. XII. 1913.

des Aarmassivs angenommen wird. Diese unterstampischen Schichten wären das jüngste Glied der Unterlage des nordalpinen Deckensystems<sup>1)</sup>.

#### h) Bemerkungen über die Fischfauna im Stampien des Steinibachs.

(Nachtrag vom 20. Mai 1933 nach Mitteilungen von Herrn Prof. M. LERICHE-Brüssel.)

Ich war in der glücklichen Lage, die von mir im Stampien des Steinibachs gesammelten Fischreste Herrn M. LERICHE, Professor am geologischen Institut der Universität Brüssel, zur näheren Prüfung vorlegen zu können. Auf Grund einer ersten Durchsicht teilte mir Herr LERICHE unterm 16. Mai 1933 mit, dass in meinen Aufsammlungen folgende Arten vertreten seien:

*Amphisile Heinrichi* HECKEL.

*Clupea longimana* HECKEL.

*Cetorhinus parvus* LER.

Alle diese drei Arten sind — wie Herr LERICHE beifügt — auch für das Niveau der «Fischschiefer» oder «Amphisileschiefer» an der Basis des Septarientons (Unterstampien = Rupélien) des südlichen Teiles des Rheintalgrabens bezeichnend.

Neben den genannten Formen enthält die Fauna noch ein oder zwei weitere, nur durch spärliche Reste vertretene Arten, deren Bestimmung nach Herrn Prof. LERICHE noch eine genauere Prüfung verlangt.

Eine nähere Beschreibung und Abbildung der im Steinibach gefundenen Fischreste wird Herr Prof. LERICHE später in einer schweizerischen Zeitschrift veröffentlichen; es sei schon an dieser Stelle hierauf aufmerksam gemacht.

Diesen Ausführungen von Herrn Prof. LERICHE sei noch beigefügt, dass am Steinibach neben den ziemlich seltenen Fischskeletten Fischschuppen sehr häufig sind. Es handelt sich um die früher allgemein und auch noch in meiner früheren Notiz (58, 1931) der Gattung *Meletta* zugewiesenen Schuppen, und zwar würde es sich um die zu *Meletta crenata* gestellten Formen handeln. Wie M. LERICHE (96, 1927) und später M. PAUCA (175, 1930) ausgeführt haben, kann die Gattung *Meletta* nicht mehr aufrecht erhalten werden, sondern die betreffenden Formen gehören zu *Clupea*<sup>2)</sup>.

In Anbetracht der oben erwähnten Übereinstimmung der unterstampischen Fischfauna des Steinibachs mit der der Gegend von Basel erhebt sich nun ohne weiteres die Frage, ob nicht ehemals ein direkter Zusammenhang zwischen dem subalpinen Stampienmeer und dem Rheintalgraben bestanden habe. Prof. BUXTORF und der Verfasser glauben, dass eine solche Verbindung heute nicht mehr in Frage gestellt werden kann; eine nähere Diskussion des Problems würde an dieser Stelle aber zu weit führen; es soll dies demnächst an anderer Stelle geschehen<sup>3)</sup>.

<sup>1)</sup> Anmerkung während des Druckes (September 1933):

Die hier ausgesprochene Ansicht von der Gleichaltrigkeit der Fischschiefer der subalpinen Molasse und der des Glarnerflysches muss vielleicht etwas abgeändert werden. Herr Dr. W. WEILER-Worms, der 1932 «Die Fischfauna der untern und obern Meeresmolasse Oberbayerns» (Neues Jahrb. f. Min., Geol. und Pal., 68. Beilageband, p. 305—452) bearbeitet hat, und dem ich die erwähnte Gleichstellung brieflich mitteilte, machte mich darauf aufmerksam (Briefe vom 14. Juni und 11. Oktober 1933), dass er die Glarner Fischfauna eher für etwas älter als stampisch halte, sehr wahrscheinlich für Oberes Lattorfien. In einer Publikation über zwei ungarische Fischfaunen wird Herr Dr. WEILER die Frage des Alters der Glarner Fischfauna näher erörtern. Diese Arbeit erscheint demnächst in der Zeitschrift: *Geologica Hungarica, series palaeontologica*, 11, 1933. Ich möchte nicht versäumen, auch an dieser Stelle Herrn Dr. WEILER für seine freundliche Auskunft bestens zu danken.

<sup>2)</sup> Es sei hier noch darauf hingewiesen, dass von B. PEYER (119, 1928) kürzlich fossile Rocheneikapseln aus den unterstampischen Horwerschichten von Grisigen bei Luzern und von Feygire S Châtel-St. Denis (Kanton Waadt) beschrieben worden sind. Dadurch erfährt die Liste der unterstampischen Fischfauna der subalpinen Molasse eine weitere Bereicherung. Weitere Fischreste, deren Bearbeitung zu veranlassen ist, besitzt das Naturhistorische Museum in Freiburg-Schweiz (27, BUSS, 1921, p. 55—56).

<sup>3)</sup> Vgl. «A. BUXTORF und H. FRÖHLICHER: Zur Frage des Zusammenhangs des subalpinen Unterstampienmeeres mit dem Rheintalgraben (Verhandlungen der Naturf. Ges. in Basel, Bd. XLIV, 1933/34)», Eine vorläufige Mitteilung hierüber erscheint in den «Verhandlungen der Schweiz. naturf. Gesellschaft, 114. Jahresversammlung, 1933, Altdorf», ferner in «*Eclogae geol. Helv.* Vol. 26, n° 2, 1933».

### i) Bemerkungen über die Fortsetzung der Hilfernzzone.

Nach SW zu lassen sich die Hilferschichten bis in den Kadhausgraben (Bumbach) verfolgen. Von der Grossen Emme bis zum Thunersee sind am Alpenrande entsprechende Gesteine (sogenannte Ralligschichten) in verschiedenen Aufschlüssen bekannt (vgl. **83**, KAUFMANN, 1886; **19**, BECK, 1911, p. 55—59; **168**, Karte). W der Aare hat E. GERBER (**61**, 1925, p. 38/39) am Gurnigel Äquivalente der Ralligschichten gefunden. Noch weiter im SW können damit die Vaulruzschichten parallelisiert werden, deren stampisches Alter durch Säugetierfunde erwiesen ist (**149**, STEHLIN, 1911; **150**, 1914; **151**, 1922).

Gegen NE macht sich nach den Darstellungen von H. MOLLET, worauf bereits hingewiesen wurde, eine rasche Veränderung geltend: Die tieferen Teile bleiben in ihrem lithologischen Charakter erhalten (Horwerschichten), die oberen Teile hingegen gehen in Kalknagelfluh über (Nagelfluhzug Eschitannen-Flöschchen-Heuboden; vgl. **111**, 1921, p. 48/49; **167**, Karte). Dass aber auch eine andere Deutung möglich ist, wird auf S. 34, oben, kurz ausgeführt.

### k) Stratigraphische Beziehungen zwischen Bäuchlenzzone und Hilfernzzone.

Wie oben ausgeführt wurde, ist sowohl die Bäuchlenserie als auch die Zone der Hilferschichten stampischen Alters. Es bleibt nun noch die Frage zu erörtern, wie weit die einzelnen Teile der beiden Komplexe einander chronologisch gleichgesetzt werden dürfen, eine Frage, die natürlich auch für die tektonische Interpretation von Bedeutung ist. Bei Escholzmatt kann die Bäuchlenserie in einen untern, ca. 300 m mächtigen Komplex von Schiefermergeln mit Plattensandsteinen und eine obere, ca. 1400 m mächtige Wechselfolge von Nagelfluh, Sandstein und Mergel gegliedert werden; die Hilferschichten aber bestehen hier — abgesehen von einem einzigen Nagelfluhriff — nur aus Schiefermergeln und Sandsteinen. Dieser überaus scharfe facielle Gegensatz macht es auf Blatt Escholzmatt fast unmöglich, die Bäuchlenserie, als Ganzes genommen, den Hilferschichten gleichzustellen. Lithologische Übereinstimmung besteht hingegen zwischen dem basalen Teil der Bäuchlenserie und den Hilferschichten, so dass ich nicht anstehe, beide für gleichaltrig zu halten. In dieser Hinsicht messe ich auch dem für beide Schichtfolgen gelungenen Nachweis von *Meletta* entscheidende Bedeutung bei. Von dieser Feststellung ausgehend, ergibt sich dann der weitere Schluss, dass in der Bäuchlenserie nur die obersten Teile der Hilferschichten vorhanden sind, während in der Hilfernzzone selber ausser diesen obersten Schichten noch gleichbeschaffene tiefere in grosser Mächtigkeit auftreten (vgl. Tafel I, Figuren 1, 3, 4). Die Bäuchlennagelfluh wäre dann jünger als die Hilferschichten und in der Hilfernzzone nicht mehr vertreten. Als der Bäuchlennagelfluh entsprechend liesse sich allenfalls das Nagelfluhriff von Flühli deuten. Gegen S wird dasselbe von einem grösseren Schiefermergelkomplex begrenzt, den R. SCHIDER schon zum subalpinen Flysch zählt; wie wir aber oben p. 30 gesehen haben, sind diese Schiefermergel noch zur Molasse zu zählen; sie sind wohl auf die «Flühlinagelfluh» aufgeschoben, d. h. sie stellen eine sekundäre, lokale Schuppe innerhalb der Hilfernzzone dar. Diese Auffassung ist dargestellt in dem nach der Tiefe zu theoretisch ergänzten Profil Figur 1, Tafel II.

Zu einer etwas andern Deutung, nämlich zu einer Gleichsetzung von Bäuchlenserie und Hilferschichten, ist im östlichen Nachbargebiet H. MOLLET (**111**, 1921) gelangt, und zwar aus folgenden Gründen: In der Schimberggegend tritt, wie oben angedeutet, im S der Bäuchlenserie ein neuer Kalknagelfluhzug (Eschitannen-Heuboden) auf, dessen Basis analog wie an der Bäuchlen durch hilferrartige Gesteine gebildet wird; die Gleichsetzung der beiden Komplexe (Bäuchlenserie und Kalknagelfluh-Hilfernzzone) scheint MOLLET (p. 52) demnach vorderhand die nächstliegende Lösung zu sein. Die genannte Kalknagelfluh von Eschitannen-Heuboden geht nun, wie MOLLET glaubt, im Streichen nach W zu in Hilferschichten über; beide wären demnach gleichaltrige Bildungen (p. 49). Daraus würde dann selbstverständlich resultieren, dass auch Hilferschichten und Bäuchlenserie (als Ganzes) einander entsprechen.

Wie oben dargelegt wurde und wie schon H. MOLLET (p. 53) hervorhebt, stehen aber im Kartengebiet Escholzmatt einer solchen Gleichsetzung Schwierigkeiten entgegen. Hier erscheint nur die

Basiszone der Bächlenserie als den Hilfenschichten entsprechend und die Bächlennagelfluh als jünger als diese beiden Schichtserien. Ist MOLLETS Darstellung des seitlichen Überganges der Eschitannen-Nagelfluh in Hilfenschichten richtig, so ergibt sich zwangsläufig der weitere Schluss, dass diese Nagelfluh nicht der Bächlenserie entsprechen kann, sondern einem älteren Niveau angehören muss. Es ist aber auch denkbar, dass kein streichender seitlicher Übergang der Eschitannennagelfluh in Hilfenschichten besteht, mit andern Worten, dass jene jünger ist und der Bächlennagelfluh entspricht; in diesem Falle müssten wir annehmen, dass die Nagelfluh von Eschitannen-Heuboden nach SW zu keine Fortsetzung mehr besitzt oder aber vom subalpinen Flysch überdeckt wird. Leider erlauben die spärlichen, unter einer ausgedehnten Moränedecke hervortretenden Aufschlüsse im Gebiet von Rossweid-Angst-Gfähigen (vgl. 167, Karte MOLLET), wo dieser Übergang oder dieses Auskeilen stattfinden muss, nach meiner Ansicht kaum einen eindeutigen Entscheid für die eine oder andere dieser Lösungen.

## Tektonik der subalpinen Molasse.

Schon früher, p. 3 und 4, wurden die Gesichtspunkte dargelegt, welche eine Gliederung der subalpinen Molasse in eine äussere Zone und eine innere Zone gestatten. Im folgenden sollen kurz die tektonischen Verhältnisse der beiden Zonen besprochen werden.

### A. Äussere Zone.

Sie bildet das stauende Widerlager gegen die von S her angeschobenen Massen. Demzufolge ist sie in der Nähe der aufgeschobenen Molasse stark zusammengepresst und in enge Falten gelegt. Der im N liegende miocäne Teil wurde aus seiner horizontalen Lage aufgerichtet und zu NW-Einfallen gebracht. Der Neigungswinkel dieser Schichten nimmt von NW nach SE rasch zu bis zu einer im Aquitanien liegenden Zone, S welcher fast ausnahmslos SE-Fallen herrscht. Wir nennen diese mit B. STUDER antikinale Zone (Hauptantiklinale nach ALB. HEIM).

#### a) Abschnitt nördlich der Antiklinalzone.

Der Bau ist in diesem Teil der subalpinen Molasse sehr einfach. Die Profile Figur 1 der Tafel I und die im stratigraphischen Teil beiläufig gegebenen Erläuterungen über die Lagerung dieser N-Schenkelserie entheben mich einer näheren Beschreibung. Nur sei noch bemerkt, dass der Einfallswinkel gegen NW zu im einzelnen nicht ganz regelmässig abnimmt; in den verschiedenen Schichten wurden — entsprechend ihrer Lage innerhalb der Serie — bald zu grosse, bald zu kleine Fallwinkel gemessen. Diese Unregelmässigkeiten sind lokaler Natur und scheinen in der verschiedenen grossen Nachgiebigkeit der Gesteinszonen begründet zu sein.

Was das Streichen anbelangt, so sei hier noch darauf hingewiesen, dass sich im W des Untersuchungsgebietes ein schwaches Umbiegen der Schichten des N-Schenkels der Hauptantiklinale von der ENE-WSW-Richtung in die NE-SW-Richtung bemerkbar macht (vgl. Figur 7, Tafel I); N von Schüpheim beträgt das mittlere Streichen der Aquitanien- und Burdigalienschichten N 55—60° E, im W bei Escholzmatt hingegen ca. N 45° E. W des Untersuchungsgebietes wird nach den Darstellungen von W. LIECHTI (99, 1928, p. 40) dieses Umschwenken noch viel ausgeprägter und führt schliesslich bei Schangnau zu einem Verschwinden der Hauptantiklinale samt einem Teil ihres N-Schenkels (vgl. 22, BECK, 1923) unter den von S aufgeschobenen stampischen Massen.

Es soll bei dieser Gelegenheit noch auf ein eigentümliches Verhalten des Schichtfallens N ausserhalb des Kartengebietes aufmerksam gemacht werden.

Bei der sich als notwendig erwiesenen Verfolgung des Basismergelbandes des Tortonien, welches im Untersuchungsgebiet ca. 5—10° gegen NW einfällt, zeigte es sich, dass dasselbe weiter im N zunächst auf eine längere Strecke annähernd horizontal liegt, dann aber mit ca. 10—15°

Neigung unter die mächtige Nagelfluhmasse des Napfs einsinkt. Ich verfolgte die obere, gut ausgeprägte Grenze des Mergelbandes von Brandsegg (1116 m) über Knubelsegg (1090 m) nach Schindelegg (1051 m, Blatt Schüpfheim). Von hier sinkt sie verhältnismässig rasch in das Tal der Grossen Fontannen ab und verschwindet unter den Talsohlen der tief erodierten, nordseitigen Seitengräben. Obschon ich nirgends S-Fallen beobachtet habe, vermute ich doch, dass diese annähernde Horizontallage hier einer schwachen Stauchung entspricht (vgl. Figuren 1 und 2, Tafel II), die mit der Bramegg-Antiklinale (vgl. **82**, KAUFMANN, 1872, p. 237; **111**, MOLLET, 1921, p. 50) verglichen und als deren Fortsetzung betrachtet werden könnte.

Ein ähnliches Verhalten scheint, soviel ich bei meinen kurzen Begehungen feststellen konnte, sich auch im Gebiet des Trubtales bemerkbar zu machen. Dadurch liesse sich in jenem Gebiet auch die grosse horizontale Verbreitung der Helvétienagelfluhmassen im Liegenden des Basismergelbandes des Tortonien (vgl. p. 17/18), welche unter normalen Verhältnissen wohl rascher gegen N einsinken müssten, erklären. — Die Überprüfung dieser Verhältnisse muss einer späteren Detailaufnahme vorbehalten bleiben.

### b) Antiklinalzone.

Schon B. STUDER erkannte die allgemeine Bedeutung dieser Antiklinale (Hauptantiklinale nach ALB. HEIM, A<sub>1</sub> nach ROLLIER) und zeichnete sie auf der geologischen Übersichtskarte der Schweiz ein (**161**, 1853). Bei Luzern entspricht ihr nach E. BAUMBERGER die Würzenbachantiklinale (**13**, 1925). Die neueren Untersuchungen haben gezeigt, dass sie, von der E-Schweiz herkommend, gegen W nur bis in die Gegend von Schangnau zu verfolgen ist, wo sie unter der aufgeschobenen Molasse verschwindet (vgl. **134**, RUTSCH, 1926, p. 677/678; **99**, LIECHTI, 1928, p. 40/41).

Im Untersuchungsgebiet verläuft diese Hauptantiklinale ungefähr in der Mitte der breiten Aquitanzone (vgl. Tafel I, Figur 7); ihr Verlauf ist schon früher (p. 6) angegeben worden. Das antiklinale Einfallen lässt sich gut beobachten an der Strasse von Schüpfheim nach Flühli. In einem Anriss am Kappenknubel zeigen granitischer Sandstein und rote Mergel ca. 60° NW-Fallen. Ca. 500 m weiter S, bei Knubelmoos, fallen die Aquitansichten mit ca. 50° gegen SE ein. — Stark gepresste Mergel und granitische Molasse, die offenbar dem Kern der Hauptantiklinale angehören, trifft man in den untersten Aufschlüssen im Stohlengraben (Kote 820) und am Fuss der Vorstufe des Bäuchlenberges bei Aegerten und Tellenbachmoos. Wenige Meter weiter S fallen die Schichten mit 45—60° nach SE. — Am Bühl im ENE von Escholzmatt herrscht steiles NW-Fallen (60—80°), desgleichen bei Galleli, Alpach und Kreuzmatte am Eschlibach (Blatt Trub); bei Strickegg, im Gräbliwald und Kirchenwald, bei Kohlhütte und Hinter Vierstocken ist das Einfallen SE (30—50°). In der dazwischenliegenden Antiklinalzone lässt sich in einigen wenigen und schlechten Aufschlüssen steile, bald S-, bald N-gerichtete oder lotrechte Lagerung erkennen. Eine Gewölbeumbiegung in der Antiklinalzone konnte ich im Untersuchungsgebiet nirgends beobachten; KAUFMANN erwähnt zwar eine «einem gotischen Spitzbogen gleichende Umbiegung» im Rämischbach SE Wiggen (**83**, 1886, p. 420), doch messe ich dieser Stelle keine besondere Bedeutung zu, denn es kann sich sehr wohl nur um eine lokale Faltung innerhalb der Kernzone handeln, wie ich sie auch an andern Stellen fand. Wir müssen uns mit der Feststellung begnügen, dass die Schenkel der Hauptantiklinale giebelförmig gegeneinander neigen und die Kernzone starke Pressung zeigt.

### c) Abschnitt südlich der Antiklinalzone.

Im S der Hauptantiklinale herrscht im allgemeinen SE-Fallen, doch treten, wie früher, p. 6, schon angedeutet wurde, in der Aquitanzone noch einige sekundäre Störungen auf. Ca. 300 m S von den vorhin erwähnten, mit 40—50° nach SE einfallenden Aquitansichten bei Knubelmoos, beobachten wir im Bett der Waldemme und ihrem westlichen Steilufer gegenüber Rinderhaus senkrecht gestellte und steil W- bis WNW-fallende Schichten. Das Streichen, betont durch einzelne hervortretende Bänke von kalkigem Aquitansandstein, weicht sehr stark ab von der allgemeinen Richtung und verläuft beinahe parallel mit dem Fluss in N-S-Richtung. Diese Abdrehung der Schichten (Torsion)

scheint lokal beschränkt zu sein; weiter im E bei Steinmösli und im W bei Kätherich und Tellenbachschwändi herrscht wieder normales Streichen WSW-ENE. Ein anderes Vorkommen steil NW-fallender Schichten in diesem südlichen Abschnitt der äusseren Molassezone stellte ich E Eschenmoos fest; Andeutung von saigeren bis steil NW-fallenden Schichten beobachtete ich ferner im Stohlengraben (Kote 1090) und im Kohlgraben (Kote 1100). Wenig weiter S von diesen steilgestellten Schichten folgt wiederum mässiges SE-Fallen. Es handelt sich hier demnach um die Andeutung einer zweiten, aber meines Erachtens nur sekundäre Bedeutung besitzenden Antiklinale. Im E anstossenden Gebiet ist sie nach H. MOLLET deutlicher ausgeprägt (**111**, 1921, p. 50) und weiter nach E zu, bei Luzern, dürfte sie ihre Fortsetzung in der Bireggantiklinale finden (vgl. **13**, BAUMBERGER, 1925). An der Waldemme bei Schüpfheim streicht diese südliche Antiklinale gegen die aufgeschobene stampische Bächlenmasse und dürfte weiter im W durch die gepressten Aquitanschichten, welche diese Aufschiebung begleiten, repräsentiert werden oder zum Teil schon von dem aufgeschobenen Stampien verdeckt sein. Es sei hier noch darauf aufmerksam gemacht, dass KAUFMANN SW ausserhalb des Kartengebietes bei Marbach (Kadelhaus) in diesem südlichsten Teil der äusseren Molassezone antiklinales Fallen beobachtet hat (**83**, 1886, p. 425).

Im W-Teil des Untersuchungsgebietes ist dann aber noch eine muldenartige Anordnung im Aquitanien zu erwähnen, und zwar auf Grund folgender Feststellungen:

Wir konstatieren hier im S der Hauptantiklinallinie zunächst 45—60° SE-Fallen, das weiter S, in einer Zone, die sich von Rüttibödeli über Strickegg, Böschholdern, Alpachli, Kohlhütte, Bärmoos hinzieht, auf 20—30° sinkt. Dann folgen bis zur Bächlenaufschiebung wieder steiler (50—90°) SE-fallende Schichten, die oft intensive Fältelungen, Torsionen und Pressungserscheinungen (Rutschharnische, Klüfte, Abscheerungen) aufweisen. Aus diesem wechselnden Einfallen möchte ich auf eine im südlichsten Teil des Aquitanien vorhandene Synklinale mit steil SE-fallendem S-Schenkel und schwächer nach SE geneigtem N-Schenkel schliessen (Tafel I, Figur 1, Profile 8—11). Schon KAUFMANN hat diese Auffassung vertreten und auf Blatt XIII hier eine Mulde angegeben.

Beim Verfolgen der gefalteten Molassezone des Aquitanien von Luzern gegen SW zu fällt auf, dass sie in dieser Richtung immer schmaler wird. Bei Luzern beträgt die Breite des gefalteten Aquitanienstreifens nach den Darstellungen von E. BAUMBERGER ca. 5 km, bei Escholzmatt aber nur noch ca. 2,5 km. Wie aus einem Vergleich von MOLLETS Profilen (**167**) und den meinigen mit denjenigen von E. BAUMBERGER bei Luzern (**13**, 1925; **165**) hervorgeht, erscheint die Aquitanzone im Entlebuch viel stärker zusammengedrückt als bei Luzern. Wir glauben diese Erscheinung in Beziehung bringen zu können mit der von NE nach SW erfolgenden Zunahme der Nagelfluh im miocänen Teil der N-Schenkelserie (vgl. stratigraphischer Teil). Die starren Nagelfluhmassen der aufgerichteten Molasse im Napf- und Ilfgebiet erlaubten den mehr oder weniger plastischen Gesteinen der roten Molasse, die durch die mächtigen, von S her aufgeschobenen Stampienkomplexe zusammengedrückt wurden, kein Ausweichen nach N. Als Folge des im Verlauf von NE nach SE wachsenden Widerstandes kommt es schliesslich W Schangnau, wie bereits p. 35 angedeutet wurde, zu einem Vorstossen der stampischen Aufschiebungsmassen über die Aquitanzone hinweg an die miocäne Molasse.

Besonders bemerkenswert ist die Tatsache, dass in der eng verfalteten Stauungszone des Aquitanien keine jüngeren oder älteren Sedimente als Synklinale- oder Antiklinalkerne sich vorfinden. Dies ist am leichtesten durch die erstmals von E. BAUMBERGER (**13**, 1925, p. 172) ausgesprochene Annahme zu erklären, dass das Aquitanien von der Unterlage abgeschürft und in enge Falten zusammengedrückt worden sei. Diese Zusammenstauung aber setzt voraus, dass irgendeine Belastung durch miocäne Sedimente nicht statt hatte; diese waren entweder schon abgetragen oder aber — und das dürfte eher der Wirklichkeit entsprechen — über dem Aquitanien der Antiklinalzone nie zur Ablagerung gekommen (**17**, 1929, p. 307). Die letztere Annahme, dass das Miocän primär nicht sehr weit über seinen heutigen Ausstrichrand nach S gereicht habe, findet seine Stütze in den allgemeinen faciiellen Verhältnissen der miocänen Stufen (vgl. Stratigraphie der äusseren Molassezone).

Allen diesen Verhältnissen ist bei der Konstruktion der schematischen Übersichtsprofile, Figuren 1 und 2, Tafel II, Rechnung getragen worden. Es wurde dabei angenommen, dass das Aquitanien aus-

schliesslich S der sogenannten Hauptantiklinale (vgl. p. 6) von seiner stampischen Unterlage abgeschürft und der übrige Raum im Kern dieser Antiklinale lediglich durch intensive Verfaltung seiner Schichten ausgefüllt worden sei <sup>1)</sup>).

## B. Innere Zone.

Sie umfasst das Gebiet der aufgeschobenen Molasse. Durch die neueren Arbeiten sind in der schweizerischen subalpinen Molasse nahe dem Alpenrande Dislokationen von regionaler Bedeutung erkannt worden. Sie wurden «Aufschiebungen» genannt, denn man nahm an, dass auf die antiklinal gebaute Zone des Aquitanien von S her jüngere Molasseschichten aufgeschoben worden seien (man vergleiche z. B. die Profile zur geologischen Vierwaldstättersee Karte, Lit. 165). Heute wissen wir, dass diese nach N geschobene Molasse stampisch, d. h. älter ist als die Kernschichten der antiklinalen Aquitanzone; logischerweise sollte man also von Überschiebung älterer Molasse auf jüngere Molasse reden. Wenn ich trotzdem die alte Bezeichnung «Aufschiebung» verwende, so geschieht das, weil diese Bezeichnung sich allgemein eingebürgert hat und weil wir es ja nicht mit Überschiebungen zu tun haben, die hinsichtlich des Verschiebungsbetrages mit den Überschiebungen im S anstossenden Alpengebiet verglichen werden können.

Im Kartengebiet Escholzmatt lassen sich, wie wir gesehen haben, zwei grössere aufgeschobene Komplexe unterscheiden: a) Bäuchlenzone, b) Hilfernzzone.

### a) Bäuchlenzone.

Die über 1500 m mächtige, durch regelmässig eingelagerte Nagelfluhbänder versteifte stampische Bäuchlenserie ist als starre Masse auf das im N vorgelagerte Aquitanien aufgeschoben worden. Als Gleithorizont dienten die plastischen Schiefermergel an der Basis dieser Serie, die — wie oben gezeigt wurde (p. 33) — dem obern Teil der Hilferschichten entsprechen dürften. Der Verlauf dieser nördlichen Aufschiebungslinie (Bäuchlenaufschiebung) ist bereits früher (p. 5) angegeben worden.

Guten Einblick in die Erscheinungen am Aufschiebungskontakt erhalten wir im Lugibach, in den Runsen SE und SW Kätherich, im Schwändlenbach (Kote 1100), in den beiden Zweigbächen des Äbnethaches W unter Schafberg und W unter Mittlistgrotzen (Kote 1100) und im Alpachbach (Kote 1080). In der Nähe der Aufschiebungsfäche sind die Schichten steilgestellt und stark verfältelt. Die Sandsteinbänke erscheinen zerrissen und zerfetzt und sind zum Teil geschiefert und mit glänzenden Rutschharnischen versehen. Die von vielen Calcitadern durchsetzten Schiefermergel erlangen oft wildflyschartiges Aussehen.

Schon KAUFMANN (81, 1860, p. 48; 83, 1886, p. 392, und Atlas, Tafel XIX, Figur 8) beobachtete im Lugibach (S Schüpflheim) Schichten, «die hin und her gewunden sind, so dass sie aus einem N-Fallen von wenigstens 75° allmählich ins Senkrechte übergehen und aus diesem allmählich in ein S-Fallen von wenigstens 60° übergehen und so fort.» W ausserhalb des Untersuchungsgebietes erwähnt R. SCHIDER (140, 1913, p. 29) im Rämischbach bei Gsteig «intensive Faltungen und in Mergel eingewickelte Sandsteinbänke». Diese unruhig gelagerten Schichten gehören nun aber nicht in den Kern einer Antiklinale, wie man damals glaubte, sondern sie begleiten unsere «Aufschiebungslinie». Es sei hier noch bemerkt, dass diese Linie nicht immer scharf gezogen werden kann. Sie ist besonders da verwischt, wo Schiefermergel des Stampien auf mergelige und tonige Gesteine des Aquitanien zu liegen kommen und in der Grenzzone eine innige Verknetung stattgefunden hat.

In den obern Schichten der Basiszone der Bäuchlenserie wird die Lagerung allmählich ruhiger und gleichmässig SE-fallend (30—50°). Die mächtige hangende Nagelfluhsrie fällt mit Ausnahme

<sup>1)</sup> Nachtrag vom Mai 1933:

Eine neuere, ähnliche Darstellung von E. BAUMBERGER ist kurz nach Abschluss meines Manuskriptes erschienen (170, 1931). Die beigegebenen Profile befriedigen aber insofern nicht ganz, als auch die innern Schichten des N-Schenkels der Hauptantiklinale (Rooterberg bzw. Blatterberg S-Hang) nach unten an horizontalem Stampien abstossen, eine Auffassung, die tektonisch schwer verständlich ist.

weniger Bänke, worauf sogleich eingetreten werden soll, konkordant nach SE ein. An der Bächlen beträgt das Fallen ca. 30—40°, an der Farnern etwas mehr (ca. 50°).

Von besonderer Bedeutung für die tektonische Auffassung der Bächlen-Farnern erschien KAUFMANN die Feststellung von NW-fallenden Nagelfluhbänken am S-Rand dieser Zone, da, wo sie gegen die Hilfenschichten anstößt. Die betreffenden Stellen liegen im Farnerngebiet, und dieses NW-Fallen lässt sich besonders deutlich auf der W-Seite des Staubbaches bei Fruttegg beobachten.

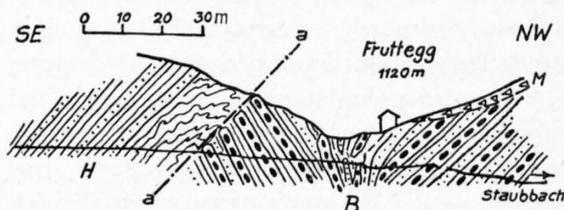


Fig. 6 Aufschiebung der Hilfenschichten auf die Nagelfluh der Bächlenzone bei Fruttegg. Ansicht von NE.

H = Hilfenschichten. B = Nagelfluh der Bächlenzone. a-a = Hilfernaufschichtung. M = Abgerutschte Masse.

Wie nebenstehende Figur 6 schematisch zeigt, fallen daselbst 3—4 Nagelfluhbänke, deren Schichtköpfe anscheinend durch die von S her aufgeschobenen Hilfenschichten schief abgeschnitten werden, mit ca. 50° nach NW. N davon folgen SE-fallende Nagelfluhbänke der Bächlenserie, ohne dass eine synklinale Umbiegung auffindbar wäre. Am E-Ufer des Staubbaches ist indessen bei der Einmündung des Farnernbaches in stark zertrümmerten Schichten eine Andeutung von synklinaler Stellung vorhanden. Senkrechte bis NW-fallende Nagelfluh- und Sandsteinbänke stellte ich ferner bei Neuhütten, Mittler und Ober Farnern fest. Gegen E streichen diese synklinale gestellten Bänke, offenbar axial ansteigend, an die Gstellfluh weiter, wo sich ein deutlich muldenförmiger Bau der Nagelfluh bemerkbar macht und die Schiefermergelunterlage vollständig sichtbar ist (vgl. 167, Karte und Profile MOLLET). Es sei hier noch bemerkt, dass ich auch W meines Untersuchungsgebietes in Sandstein und Nagelfluh am S-Rand der Bächlenzone muldenartige Lagerung beobachten konnte: Eine besonders schöne Muldenbiegung zeigt sich da, wo E Rischhaus zwei nördliche Seitenbäche der Hilfern sich vereinigen (Blatt Flühli); die Stelle liegt wenig N der Hilfernaufschichtung.

Wir deuten diese muldenartige Lagerung einiger Nagelfluhbänke des Bächlen-S-Randes als Folge der Hilfernaufschichtung; der Heranschiebung der Hilfenschichten riss offenbar einige der anstossenden Nagelfluhbänke aus ihrem starren Gefüge heraus und stülpte sie auf, vgl. Profil 3 der Fig. 1, Tafel I. KAUFMANN hat hingegen dieser synklinale Stellung der Schichten allgemeine Bedeutung beigemessen. Er fasste die Farnern (und zum Teil die Bächlen) als Mulde auf, zu deren N-Schenkel die Schiefermergel an der Basis der Bächlenserie und zu deren S-Schenkel die Hilfenschichten gehörten (vgl. 83, 1886, Atlas, Tafel XXX, Figur 2).

*Querbrüche innerhalb der Bächlenzone:* Bei der Aufschiebung der als Ganzes sich starr verhaltenden Bächlenmasse auf die ungleichen Widerstand bietende granitische Molasse des Aquitans ist es in der Bächlenserie zur Bildung von Querbrüchen gekommen. Diese Brüchen nehmen ihren Ursprung in der Basiszone, durchsetzen fast die ganze Nagelfluhmasse und klingen gewöhnlich in deren oberen Bänken, d. h. gegen den Grat des Bächlenberges zu, aus. Ein Bruch mit abgesunkenem (oder nordwärts vorgeschobenem) E-Flügel (Sprunghöhe ca. 50 m, Bruchfläche fällt 50—60° NE) streicht längs des Grabens E Sattelstall gegen Mittlistgrotzen hinunter, wo Schiefermergel und Plattensandstein (Basiszone der Bächlenserie) im W gegen Nagelfluh im E anstößt. Vom Bächlengrat (ca. 200 m W P. 1772) gegen Kuchimöslü zu durchquert ein kleinerer Bruch die ganze N-Wand der Bächlen (Bruchfläche 50/50, E-Flügel abgesunken). Weitere Brüche, die sich aber anscheinend nicht bis in den S-Hang der Bächlen fortsetzen, beobachtete ich — von W nach E aufzählend — längs der Runse SE ob Büttler gegen Hohlarni zu, S ob Dürrhütte, mehrere im Kessel von Bürgli S ob Gsteig, SW Kätherich, ferner oberhalb Lugibachweid an der Farnern.

## b) Hilfernzone.

Sie stellt, wie wir im stratigraphischen Teil gesehen haben, eine lithologische Einheit dar. Tektonisch hingegen haben wir es hier wahrscheinlich — siehe unten — mit zwei übereinandergeschobenen Komplexen zu tun.

Was zunächst die N Aufschiebungslinie der Hilferrschichten auf die Bächlennagelfluh anbelangt, so kann diese, vgl. p. 28, scharf gezogen werden. Der Aufschiebungskontakt ist an mehreren Stellen gut aufgeschlossen. Von E nach W zu erwähne ich: Farnernbach, Runse SE Nussbergweidli und Hellschwandbach. Man erkennt an all diesen Stellen, dass stark verfältelte, von vielen Calcitadern durchzogene Schiefermergel und Sandsteine der Hilferrschichten an Nagelfluhbänke von senkrechter Stellung, steilem N- oder S-Fallen stossen. Gelegentlich lassen sich auf der Nagelfluh schöne Rutschstreifen beobachten; die Hilferrsandsteine erscheinen oft stark geschiefert. Im E Teil des Kartengebietes macht sich längs der Aufschiebungslinie in den Hilferrschichten eine kleine antiklinale Aufwölbung geltend (vgl. Tafel I, Figur 1, Profile 1—3). In einiger Entfernung von der Aufschiebungslinie wird — gleich wie bei der Bächlennagelfluh — die Lagerung ruhiger. Die Hilferrschichten fallen fast durchwegs konkordant mit 50—60°, also steiler als die Bächlennagelfluh, nach SE ein. Innerhalb der einheitlich fallenden Sedimentserie beobachten wir gelegentlich stark gefältelte Sandsteinbänke mit zwischengepressten Mergelanhäufungen, ferner spitzbogenartige Falten und Knickungen (Steinibach, Staubbach E Loch). Lokales NW-Fallen stellte ich im Steinibach SW Unter Brand, bei Ober Brand, bei Loch und im Bachgraben E Finisshüttenschild fest. — Einen kleinen Querbruch beobachtete ich in dem Anriss im Steinibachtobel gegenüber der Einmündung des Seitenbaches, der von Ober Brand herunterkommt.

Von besonderer Bedeutung ist im S Abschnitt der Hilferrzone die auffällige mechanische Diskordanz zwischen der Sandsteinpartie mit eingelagerter Nagelfluh (Flühlinagelfluh) und dem darüber, gegen S zu, folgenden Schiefermergelkomplex. R. SCHIDER stellt diese Schiefermergel schon zum subalpinen Flysch, und die erwähnte Diskordanz würde der N-Grenze des Flyschs entsprechen (vgl. 140, 1913, p. 27, Figur 21). Wie wir aber im stratigraphischen Teil (p. 30) gesehen haben, gehört dieser südliche, relativ ruhig gelagerte und durch eine regelmässige Schieferung ausgezeichnete Mergelkomplex noch zur subalpinen Molasse. Wir müssen demnach hier eine lokale, sekundäre Aufschiebung innerhalb der Hilferrzone annehmen (Tafel I, Figur 1, Profile 4—7, und Tafel II, Figur 1). Die wirkliche Molasse-Flyschgrenze ist, wie schon früher erwähnt, im Untersuchungsgebiet nicht aufgeschlossen, sie darf aber nach den vorhandenen Aufschlüssen erst 200—300 m über der eben erwähnten sekundären Aufschiebungslinie angenommen werden.

Auch weiter im W, im Molassegebiet N der Schratzenfluh, hat R. SCHIDER, soweit ich bei meinen kurzen Begehungen ersuchen konnte, die südlichsten, unruhig gelagerten Hilferrschichten schon dem subalpinen Flysch beigezählt. Nach meinen Beobachtungen liegt die Molasse-Flyschgrenze hier aber meist ca. 300 m weiter im SE, als sie die geologische Karte der Schratzenfluh (Lit. 166) angibt.

Ich möchte endlich noch darauf aufmerksam machen, dass gegen den S-Rand des Kartengebietes Escholzmatt zu, die Hilferrschichten aus der NE-SW-Richtung in die SSW-Richtung umbiegen. Schon die Karte SCHIDER (166) zeigt, dass die Flühlinagelfluh, welche vom Steinibachtobel über Stoss zur Kirche Flühli streicht, direkt unter die Schratzenfluh hineinzielt. Am Spirberg, auf der W-Seite der Waldemme, macht sich nach der Darstellung SCHIDERS dann ein fast plötzliches Umbiegen in die W-E-Richtung bemerkbar, eine Erscheinung, die auf den Streckungsbruch zwischen Schwändelfluh und Schratzenfluh und auf das Vorspringen der letzteren gegen N zurückzuführen ist.

Auf die Möglichkeit, dass über den Hilferrschichten noch normal hangende Nagelfluhbänke vorhanden, aber durch subalpinen Flysch überdeckt sein könnten, ist bereits im stratigraphischen Teil (p. 34) hingewiesen worden.

## Einige Bemerkungen über die Ablagerungsbedingungen der subalpinen Molasse.

Wenn wir zum Schluss noch kurz versuchen, die Verhältnisse, unter denen die subalpine Molasse des Entlebachs abgelagert worden ist, zusammenfassend zu deuten, so haben wir von der Tatsache auszugehen, dass von SE nach NW immer jüngere Molassekomplexe sich folgen. Diese Erscheinung

dürfte nun nicht nur tektonische Ursachen haben, sondern in erster Linie auf die primären Ablagerungsverhältnisse der verschiedenen Molassestufen zurückzuführen sein, und zwar ist meines Erachtens anzunehmen, dass mit der sukzessiven Ablagerung der Molassebildungen der S-Rand des Molassebeckens sich nach und nach nordwärts verlagerte.

Versucht man nämlich aus den auf Blatt Escholzmatt für die Molasse festgestellten Mächtigkeiten eine Vorstellung über die Verteilung der verschiedenen Molassestufen vor der Faltung und Schuppung zu gewinnen, so gelangt man — unter der Annahme, dass im subalpinen Molassegebiet lediglich ein langsames Einsinken des Sedimentationsraumes stattgefunden habe — zu einer Profilkonstruktion, wie sie Figur 3 der Tafel II wiedergibt.

Über dem Eocän des späteren Aarmassiv-Sedimentmantels folgen die Dachschiefer (Glarner Fischechiefer), die nach den früheren Ausführungen (p. 31) in Zusammenhang mit den ältesten (unterstampischen) Schichten der subalpinen Molasse gebracht werden können; die Dachschiefer dürften im südlichsten Teil dieses unterstampischen Meeres abgelagert worden sein (vgl. 160, WETTSTEIN, 1886, Facies der Glarner Fischechiefer). In das (ruckweise?) sich senkende Molassebecken, in dem nach den Ablagerungen des unterstampischen Meeres allmählich Süßwasserregime Platz ergriff, wurden von S her die nächst jüngern, ausgesprochen orogenen Molassebildungen schuttkegelartig angeschüttet. Es ist anzunehmen, dass die mächtigen Nagelfluhmassen des oberen Stampien und das aus detritischem Material zusammengesetzte Aquitanien schon vollständig N ausserhalb des heutigen Aarmassivs zur Ablagerung gekommen sind. Die tektonischen Verhältnisse sprechen ferner dafür, dass die miocänen Stufen — selbst der marine Luzerner Sandstein des Burdigalien — nie viel weiter südwärts über ihren gegenwärtigen Ausstrichrand im Entlebuch gereicht haben (vgl. p. 36). Mit dem Tortonien ist schliesslich die Sedimentation im Molassebecken des Mittellandes zum Abschluss gekommen.

Die subalpine Molasse der Gegend von Escholzmatt ist insofern von besonderer Bedeutung, als wir hier über den tonig-sandigen, sicherlich viele hundert (800?) Meter mächtigen Unterstampienbildungen den nahezu 1500 m mächtigen oberstampischen Schuttfächer der Bäuchlen finden, ferner ein ungewöhnlich mächtiges Aquitanien (um 2000 m) und endlich auch eine nagelfluhdurchsetzte marine Molasse (1300 m), über welcher zuletzt — bis zum Napf hinauf — noch 500—1000 m Napfnagelfluh folgen. Wir gelangen somit zu einer Gesamtmächtigkeit von 6000—7000 m, wie dies auch in den schematischen Profilen der Tafel II zum Ausdruck gelangt. Diese Zahlen illustrieren deutlicher als viele Worte die gewaltige Schuttzufuhr aus dem Gebiet der werdenden Alpen.

## II. Die subalpine Flyschzone.

Der subalpine Flysch kennzeichnet die Depression am N-Fuss der Alpenrandkette. Im N ist er auf die Molasse (Hilferschichten) aufgeschoben, im S ruht auf ihm die Kreidekette des Alpenrandes (vgl. Tafel I, Figur 1, Profile 4—7).

Aufschlüsse sind auf Blatt Escholzmatt in dieser Zone spärlich, das Anstehende ist meistens von Moräne und Gehängeschutt bedeckt. Nur in der Bachrunse E Bäregg und in der Umgebung von Aeschi ist Flysch sichtbar.

Die Flysch-Molassegrenze ist, wie schon erwähnt, im Untersuchungsgebiet nicht abgeschlossen. In der benachbarten Schratzenflughgend beobachtete ich dagegen an mehreren Stellen, wie über den gefalteten obersten Hilferschichten der subalpine Flysch mit stark zerknitterten, braungrauen Schiefern, globigerinenführenden Mergelschiefern und gelegentlichen Einschlüssen von fremdartigen Gesteinen einsetzt. Flysch und Molasse sind anscheinend miteinander verknetet. Über den Verlauf der Grenze vergleiche man das früher Gesagte (p. 28, 39).

Die S-Grenze des subalpinen Flysches verläuft am Fuss der hohen Kalkwände der Randkette. Im untersuchten Gebiet ist die Überlagerung des Flysches durch die untersten Schichten der Randkette (Valanginien) klar zu sehen in der Runse E Bäregg und S P. 1431, Aeschiwald.

Die subalpine Flyschzone ist sehr heterogen zusammengesetzt; mit Recht spricht R. SCHIDER von einer Mischungszone (140, 1913). Wir wissen heute, dass die Zone sich aus einer nicht näher

zerlegbaren Masse von helvetischem und ultrahelvetischem Flysch (Tonschiefer, Sandsteine, Quarzite) zusammensetzt, in der überdies Linsen und Fetzen der verschiedenartigsten, fremden Gesteine eingebettet sind. Sowohl die Flyschschiefer als die Einschlüsse zeigen im allgemeinen SE Einfallen von ca. 45°, das Ganze ist — wie nicht anders zu erwarten — stark zerquetscht und verfältelt. An Einschlüssen liessen sich im Untersuchungsgebiet nachweisen: *a)* Aufgeschürfte Nagelfluh, Sandsteine und Mergel der Molasse, *b)* eingeschürfte Kreide der Basis der Randkette, *c)* Taveyannazsandstein, *d)* Leimernschichten (Tafel I, Figuren 1, 6, 7).

*a) Aufgeschürfte Nagelfluh*, verbunden mit Molassesandstein, beobachtete ich in einer ca. 2 m dicken, konkordant im Flysch steckenden Bank in der Runse E Bäregg bei Kote 1210. Die Nagelfluh besteht überwiegend aus Kalkgeröllen und Quarziten bis zu 1,5 dm Durchmesser. Meines Erachtens ist diese Nagelfluh aus den Hilferschichten aufgeschürft worden. Gleicher Herkunft sind meines Erachtens auch graue, spiessige Mergel, welche tiefer unten in dieser Runse zwischen wildflysch-artigen Partien liegen und Ähnlichkeit mit den Hilferschichten haben.

*b) Eingeschürfte Kreide* lässt sich am S-Rand der subalpinen Flyschzone in grösseren und kleineren Einschlüssen an verschiedenen Orten feststellen (vgl. den nächsten Abschnitt p. 42).

*c) Taveyannazsandstein*. Dieses Gestein wurde im Matzenbach (S Aeschi) auf Kote 1190 beobachtet, und zwar handelt es sich um klotzartig zerlegte, wenige Meter mächtige Schichtpakete eines graugrünen, fein- bis mittelkörnigen Sandsteins (ungefleckt), welche in Flyschschiefern stecken. Dass Taveyannazsandstein vorliegt, ergab die im Oktober 1933 vorgenommene Dünnschliffuntersuchung (Anmerkung während des Drucks).

*d) Leimernschichten*. S von Aeschi ist im obern Matzenbach bei Kote 1180 ein Einschluss von hellgrauem, dichtem Kalk im Flysch zu beobachten. Dieses Kalkvorkommen war schon KAUFMANN und SCHIDER bekannt. KAUFMANN stellte es zu seinen Leimernschichten (83, 1886, p. 367). Der ganze Einschluss erscheint in mehrere Fetzen aufgelöst, fällt ungefähr konkordant mit dem Flysch 45° nach SE und besitzt eine Mächtigkeit von ca. 4 m. Das homogene, von vielen mit Calcit ausgefüllten Rissen durchzogene Gestein hat, wie dies schon KAUFMANN bemerkt, Ähnlichkeit mit dem Seewerkalk der helvetischen Kreide. Der Dünnschliff zeigt die Foraminiferen des Seewerkalkes und der Couches rouges; neben diversen Globigerinen, Textularien, Lageniden lassen sich charakteristische Formen erkennen, die von den älteren Autoren unter folgenden Namen beschrieben worden sind: *Pulvinulina tricarinata* QUEREAU <sup>1)</sup>, *Orbulinaria ovalis* KAUFMANN (*Lagena*), *Orbulinaria sphaerica* KAUFMANN (*Lagena*), *Oligostegina laevigata* KAUFMANN.

Auch tiefer unten im Matzenbach tritt noch einmal Leimernkalk auf (vgl. 140, SCHIDER, 1913, p. 9; 166, Karte SCHIDER).

Ein anderes Vorkommen von anscheinend grösserer Ausdehnung konnte ich NW unter Aeschi (ca. 125 m NW von P. 1236) feststellen; mehr nur als kleine Linsen kehren Leimernkalke an zwei Stellen in der Bachrinne E Bäregg bei Kote 1220 und 1360 wieder.

Bei Aeschi sind die Leimernschichten mit einem dunklen, sandigen Kalk verknüpft. Er weist glänzende Rutschharnische auf und zwängt sich zwischen die einzelnen hellen Leimernkalklinsen ein. Ich muss es unentschieden lassen, ob diese dunklen Gesteine als Flysch oder als Wangschichten zu bezeichnen sind.

Es sei hier noch erwähnt, dass ich S ausserhalb des Untersuchungsgebietes im südlichen Seitenbach der Hilfern W Bächli P. 1243 (Blatt Flühli) auf Kote 1220 eine vom Flysch umschlossene Gipslinse fand, die der ultrahelvetischen Trias entstammen dürfte. Die Stelle scheint nur wenige Meter über der Flysch-Molassegrenze zu liegen.

### III. Kreidekette des Alpenrandes.

Die Kreideserie der Randkette (Niederhorn-Teildecke) nimmt nur die äusserste SE-Ecke des Kartengebietes ein; ich kann mich daher kurz fassen und auf die Arbeiten von R. SCHIDER (140, 1913), H. MOLLET (111, 1921), A. BUXTORF (29, 1908; 30, 1910; 31, 1916; 32, 1924), BAUMBERGER-HEIM-

<sup>1)</sup> Synonyme Lit. 98, P. LIECHTI 1931, p. 125/126.

BUXTORF (10, 1907), P. BECK (19, 1911) und W. SCHNEEBERGER (142, 1927) verweisen, welche sowohl die Stratigraphie als auch die Tektonik der Randkette eingehend behandeln.

Auf Blatt Escholzmatt ist die Kreide durch Valanginien, Hauterivien und Barrémien vertreten.

## 1. Valanginien.

Das Valanginien ist von unten nach oben gegliedert in: Valanginienmergel, Valanginienkalk, Valanginienglaukonitbank (Gemsättlischicht).

### a) Valanginienmergel.

Sie sind das tiefste Glied der Serie der Randkette. H. MOLLET kennt sie in verschiedenen Aufschlüssen NE meines Gebietes (111, 1921, p. 5/6); R. SCHIDER findet sie in der Schratzenfluhgegend nirgends entblösst (140, 1913, p. 2); F. J. KAUFMANN bezog sie zum subalpinen Flysch ein <sup>1)</sup>. Infolge ihrer Lage an der Überschiebungsfläche der Kreideserie sind sie vielfach ausgewalzt, öfters zeigen sie aber auch, wie der darüberliegende Valanginienkalk, starke Zunahme der Mächtigkeit infolge Stauung.

In meinem Gebiet liessen sich die Valanginienmergel sehr reduziert nur an einer Stelle, in der Bachrinne E Bäregg, nachweisen (vgl. Textfigur 7). Bei Kote 1440 tritt über glimmerführenden Flyschmergeln und Sandsteinen mit kohligten Schichtflächen (Schicht 1 in Figur 7) eine wenige Meter mächtige, mit dem Flysch verknietete Serie von grauen Mergelschiefern mit Kalkknollen auf (Schicht 3). In einer dieser dunkelgrauen, grünlich anwitternden Kalkknollen fand sich eine *Terebratula (Terebratula moutoniana)* D'ORB.). Die Valanginienmergel scheinen mit Flysch verschuppt zu sein.

### b) Valanginienkalk.

Der Valanginienkalk bildet, wenn er nicht durch Schutt verdeckt ist, den Fuss der hohen Kieselkalkwände, so SE ob Aeschi und SE P. 1431, Aeschiwald, wo auch sein Auflagern auf Flyschsandstein beobachtbar ist.

Häufig ist er bei der Überschiebung der Randkette von der Kreidebasis abgeschürft und linsenförmig in Flysch eingepresst worden. Eine solche im Flysch schwimmende Scholle stellt der massige Valanginienkalkklotz des Aeschiwaldes dar (Profil 5 der Tafel I), ferner ein von Flyschmergeln überlagertes Kalkvorkommen im Hang SE Bäregg. In der Bachrinne E Bäregg liegen drei Valanginienkalkserien übereinander (vgl. Figur 7):

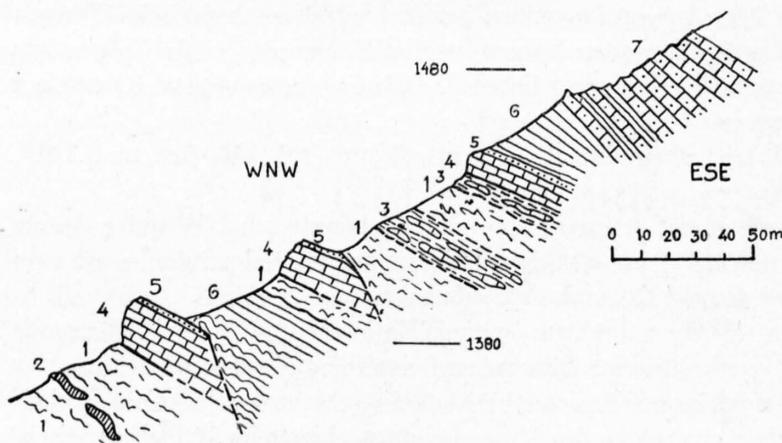


Fig. 7. Subalpiner Flysch und basale Kreideschichten der Randkette in der Runse östlich Bäregg, zwischen 1360 m und 1500 m.

- 1 = Glimmerreiche Mergelschiefer und Kalkschiefer, subalpiner Flysch.
- 2 = Leimernkalk.
- 3 = Graue Mergelschiefer mit Knollenkalken, Valanginienmergel.
- 4 = Spätiger bis dichter, bräunlich anwitternder Kalk, Valanginienkalk.
- 5 = Glaukonithorizont, Gemsättlischicht.
- 6 = Graue Kalkschiefer an der Basis des Kieselkalkes.
- 7 = Hauterivien-Kieselkalk.

An den untersten, von einem E-W-streichenden Bruch durchsetzten Komplex von typischem Valanginienkalk auf der Höhe 1380 m ist sein Hangendes, die Schiefer der Kieselkalkbasis, angepresst. Darüber erscheint an der rechten Bachseite zunächst eine geringmächtige Folge von glimmer-

<sup>1)</sup> Nach neueren Feststellungen von Prof. BUXTORF und cand. geol. H. HAUS in der Umgebung von Kemmeribodenbad sind die Valanginienmergel auch im Schratzenfluh- und Hohgantgebiet vorhanden; SCHIDER hat sie, wie KAUFMANN, irrtümlich zum subalpinen Flysch gestellt.

Flyschmergeln, dann folgen Valanginienmergel, wieder Flysch, und schliesslich setzt die normale Kreideserie ein, beginnend mit Valanginienmergeln und Valanginienkalk.

Lithologisch zeigt der Valanginienkalk eine sehr verschiedenartige Ausbildung. Brecciöse, braun anwitternde Partien wechseln mit dichten, kieselkalkähnlichen. S P. 1431 ist er, besonders im untern Teil des dort sichtbaren Komplexes, von herauswitternden Silexknollen und -schnüren durchsetzt. Die mittlere Mächtigkeit dürfte etwa 15 m betragen.

### c) Valanginienglaukonitbank (Gemsättlischicht).

Gegen oben geht der Valanginienkalk in eine 2—3 m mächtige, fossilführende, glaukonitreiche Bank über, die mit grosser Regelmässigkeit in der Randkette nachgewiesen werden konnte und am Gemsättli (Pilatus) eine reichhaltige Fauna geliefert hat (157, TOBLER und BUXTORF, 1906; 10, BUXTORF, 1907). In unserm Gebiet lässt sie sich fossilführend beobachten im Dach der Valanginienkalkpartie S P. 1431, Aeschiwald. Auch die übrigen Valanginienkalkvorkommen sind in ihrem obern Teil jeweils mit einer glaukonitischen Schicht verknüpft.

Eine besondere Bedeutung hat in unserem Gebiet

#### der Hügel von Aeschi (P. 1257.3).

Der ihn aufbauende Kalkkomplex hat in der geologischen Literatur eine sehr verschiedenartige Deutung erhalten. F. J. KAUFMANN betrachtete ihn als Doggerklippe im Flysch (83, 1886, p. 367/368; 163, Blatt XIII). C. BURCKHARDT nahm tertiäres Alter dafür in Anspruch (28, 1893, p. 88/89); A. TOBLER und A. BUXTORF deuteten ihn zunächst ebenfalls als Dogger (29, 1908, p. 195), doch gelang es dann A. BUXTORF, bei Aeschi Fossilien zu finden, die auf Valanginien hinwiesen, und R. SCHIDER bestätigte diese Annahme (140, 1913, p. 2/3). Er führt zwei Fossilien: *Belemnites dilatatus* DE BLAINV. und *Haploceras Grasi* D'ORB. spec. an, die häufig in der Gemsättlischicht vorkommen.

Der Beschreibung von SCHIDER und KAUFMANN kann ich nicht mehr viel Neues beifügen. In der Umgebung von P. 1257 ist das Gestein von calcitischen Klüften durchsetzt, Calcit herrscht sogar oft vor. Lithologisch besteht Übereinstimmung mit dem anstehenden Valanginienkalk. Ungefähr 50 m NW vom Signalpunkt 1257 trifft man am N-Hang des Hügels auf einen glaukonitischen, zähen Kalk, der Fossilien führt. Die Vergleichung der von A. TOBLER, A. BUXTORF, W. BERNOULLI, R. SCHIDER und mir gesammelten Fauna vom Aeschi Hügel mit derjenigen der Gemsättlischicht ergibt eine deutliche Ähnlichkeit. Neben Ammonitenbruchstücken (*Hoplites spec.*, *Haploceras Grasi* D'ORB.) finden sich für untere Kreide charakteristische Brachiopoden, Lamellibranchiaten, Gastropoden, Belemniten und Echiniden; ich verweise auf die im Anhang p. 62 enthaltene Liste Dr. BAUMBERGERS, welche alle bisher hier gesammelten Fossilien berücksichtigt. Auf der SE-Seite des Hügelzuges, gegen das Haus Aeschi zu, ist sodann die in der Literatur mehrfach erwähnte, anscheinend SE-fallende Bank mit kleinen Austern (*Exogyren*) zu beobachten (vgl. 140, SCHIDER, 1913, p. 3, Figur 2).

Etwas befremden muss die Tatsache, dass im anstehenden Valanginienkalk an der Aeschiflüh diese Austernbank nicht aufgefunden werden konnte und dass sie auch SCHIDER und MOLLET in den angrenzenden Gebieten nicht bekannt ist. Laut mündlicher Mitteilung hat hingegen Prof. A. BUXTORF am Vierwaldstättersee in der faciesverwandten Axendecke (S P. 1985 am Hundstock) im untern Teil des Valanginienkalkes eine Austernbank mit ähnlichen *Exogyren* gefunden; ferner erwähnt auch ARN. HEIM Austernbänke in den tiefern Valanginienkalkschichten der Säntis- und Mütschendecke in der Walenseegegend (75, 1916, p. 429/430).

Die Umgebung der Valanginienkalkpartie besteht aus Schutt und Flysch. Einzelne Lesestücke von Valanginienkalk konnte ich auch an dem aus Flysch gebildeten Hügel S P. 1257 auffinden.

Die starke Zerrüttung, das wirre Einfallen des Valanginienkalkes und die wellige Oberfläche der Aeschiterrasse sprechen dafür, dass wir es hier mit einer auf Flysch oder samt einem Teil der Flyschunterlage abgerutschten Masse zu tun haben. Eine mächtige Schuttdecke reicht von Aeschi nach SE bis weit in den Kieselkalk hinauf und verdeckt offenbar die alte Ausbruchsnische.

Die andere in Betracht zu ziehende Deutung: den Valanginienkalk von Aeschi als eine tektonische Linse im subalpinen Flysch aufzufassen, halte ich, wie auch R. SCHIDER, für wenig wahrscheinlich.

## 2. Hauterivien.

Das Hauterivien zeigt die übliche Gliederung in Schiefer der Kieselkalkbasis, Kieselkalk, Echinodermenbreccie.

### a) Schiefer der Kieselkalkbasis.

Der Gemsmättlihorizont geht nach oben in glaukonithaltige Kalkschiefer über, die rasch hellgrauen, fossilarmen Mergelschiefern Platz machen. In der Runse E Bäregg fand ich darin einen einzelnen Belemniten. Diese Schieferfolge ist wegen der Lage zwischen zwei Kalkkomplexen und ihrer Nähe an der Kreideüberschiebungsfäche meist stark verquetscht und verfaltet. Die mittlere Mächtigkeit beträgt ca. 30 m.

### b) Kieselkalk.

Der Hauterivien-Kieselkalk überlagert in einer Mächtigkeit von 200—250 m die oben besprochenen Stufen. Er bildet auch hier mauerartig erscheinende Felswände, ist von splittrigem Bruch, dunkler Farbe und wittert bräunlich-sandig an. Ob im mittleren Teil die anderwärts beobachtete glaukonitische, fossilführende Einlagerung auftritt, muss unentschieden bleiben; die Steilwände erlauben keine genauere Untersuchung.

### c) Echinodermenbreccie.

Die vorspringende Geländekante am Oberrand des Kieselkalkes wird von einem 10—15 m mächtigen, brecciösen, glaukonitführenden Echinodermenkalk gebildet.

## 3. Barrémien.

Dem Barrémien gehören an: Altmansschichten, Drusbergschichten, Unterer Schrattenkalk.

### a) Altmansschichten.

Die Altmansschichten bilden im Hangenden der Echinodermenbreccie einen ausgeprägten, ca. 2 m mächtigen Glaukonithorizont.

### b) Drusbergschichten.

Diese erscheinen zwischen den Kieselkalk- und Schrattenkalkwänden als ein meist begehbares Band; sie bestehen aus einer 60—70 m mächtigen Folge von zum Teil schiefriegen Mergeln mit regelmäßig zwischenlagernden Kalkbänken (Fossilführung, vgl. SCHIDER und MOLLET).

### c) Schrattenkalk.

Der Schrattenkalk bildet den schroffen Grat der Aeschifluh. Das Gestein ist im Bruch bräunlich-grau, feinspätig bis dicht und zeigt die bekannte helle Anwitterungsfarbe. Im Dünnschliff lassen sich Foraminiferen (*Milioliden*, *Orbitolinen*, *Textularien*), *Echinodermenreste*, *Bryozoen* und die Kalkalge *Diplopora Mühlbergii*, LORENZ<sup>1)</sup> erkennen. Mächtigkeit des Schrattenkalkes an der Aeschifluh ca. 120 m.

Transgredierendes helvetisches Eocän ist über der Aeschifluh wohl einmal vorhanden gewesen, aber längst abgetragen.

<sup>1)</sup> Synonym: *Salpingoporella mühlbergii* LORENZ sp. (J. PIA 1918).

## Bemerkungen zur Tektonik der Randkette.

Die Kreideserie der Randkette ruht mit einer Überschiebungsfläche dem subalpinen Flysch auf. Die Erscheinungen am Überschiebungskontakt haben wir oben kennengelernt (Verschürfung mit Flysch, Stauchungen, Quetschungen). Im obern Teil dieser Serie herrscht an der Aeschiflüh einheitliches SE-Fallen von ca. 40°.

Von den zahlreichen Brüchen, welche die Randkette durchsetzen, erscheinen zwei auch im Untersuchungsgebiet. Ein Querbruch, von der sogenannten Krinne zwischen Aeschiflüh und Grönflüh (Karte MOLLET) herunterkommend, quert die N-Wand der Kreidekette und ist 200 m SW P. 1431 in einer Runse der Beobachtung zugänglich. Ebenso stellte ich einen kleinen Bruch weiter im SW am Fuss der Aeschiflüh fest; er setzt direkt S der Buchstaben «Ae» von Aeschiflüh (der Karte) ein und quert deren Grat wahrscheinlich wenig E P. 1874, ist hier aber nicht fassbar. Dieser Bruch scheint eine gewöhnliche Querstörung zu sein, und es ist wenig wahrscheinlich, dass er mit dem Streckungsbruch Grönflüh-Hurbelen — wie dies H. MOLLET am S-Rand seiner Karte andeutet — in Verbindung steht. Dieser letztere liess sich im untersuchten Gebiet nicht nachweisen.

### IV. Quartär.

#### A. Pleistocän.

(Moränen und fluvioglaciale Schotter.)

##### 1. Moränen.

Moränen sind im Untersuchungsgebiet weit verbreitet; sie wurden geliefert vom Waldemmegletscher und den kleinen Lokalgletschern der Alpenrandkette und der Bächlen-Farnern; zur Risszeit reichte wahrscheinlich auch der Aaregletscher in den NW-Teil des Gebietes.

Eine zeitliche Gliederung der Moränenbildungen lässt sich auf Blatt Escholzmatt noch nicht mit Sicherheit durchführen. Wir besitzen zwar über die Quartärbildungen des Entlebuch schon allgemeinere, grössere Gebiete umfassende Arbeiten von F. ANTENEN, F. NUSSBAUM, J. STEINER, doch gehen die Ansichten dieser Autoren über die Alterszuteilungen zum Teil noch auseinander. Im engbegrenzten Kartengebiet Escholzmatt können diese Fragen selbstverständlich nicht mit Bestimmtheit gelöst werden; ich gebe aber die Resultate meiner Aufnahme, damit sie spätern regionalen Arbeiten als Unterlage dienen mögen.

#### Waldemmegletscher.

Den grössten Teil der diluvialen Ablagerungen von Blatt Escholzmatt haben wir dem Waldemmegletscher zuzuschreiben. Wie aus der geologischen Karte Blatt XIII ersichtlich, umfasst das Einzugsgebiet das ganze obere Waldemmetal (Mariental mit Sörenberg), dessen Umrandung im W von der Schrattenflüh, im S von der Brienzerrothornkette, im E von den Giswilerklippen und den Schlierenflyschbergen Hagleren bis Feuerstein gebildet wird. In diesem gewaltigen Becken sammelte sich bei Flühli eine mächtige Eismasse, welche durch das Quertal der Lammschlucht nordwärts vorsties und beim Eintritt in das weite Haupttal des Entlebuch sich fächerförmig ausbreitete. Wir können hinsichtlich der Verbreitung der Moränen dieses Gletschers im Aufnahmegebiet drei Teile unterscheiden: Becken von Flühli, Lammschlucht und Entlebucher Haupttal.

Im Gebiet der Talweitung von Flühli sind, soweit diese noch auf Blatt Escholzmatt reicht, Moränen sehr verbreitet. Auf der E-Seite des Tales treffen wir Moränenmaterial zunächst bei Schwändeli und Stoss (gut aufgeschlossen im Matzenbach); ferner findet sich Schutt des Waldemmegletschers noch NW unterhalb Salzbühl. Weiter nach NE ist die Abgrenzung dieses Gletschers unsicher, denn

bei Bäregg, Baumgarten und Unter Brand kam er mit den am N-Fuss der Randkette liegenden Lokalgletschern in Berührung. Waldemme-Erratikum finden wir dann aber wieder S und W unterhalb Kneubrechen; ferner liegen oben bei Nussbergweidli, auf den südlichsten Bänken der Bächlenagelfluth, noch vereinzelt kleine Moränenrelikte. Die höchsten Moränenreste befinden sich NE Kneubrechen auf ca. 1250 m, bei Nussbergweidli auf ca. 1220 m. Diese Punkte dürften annähernd dem maximalen Eisstand entsprechen. Alle diese Moränen bestehen hauptsächlich aus Quarzsandsteinen (Schlierenflysch und helvetisches Eocän) und Kreidekalken. — Von Interesse ist, dass auf der Erhebung von Glashütten, d. h. am Talhang rechts der Waldemme, jede Spur von Erratikum fehlt; wir haben hier einen grossen Rundhöcker vor uns.

Auf der W-Seite des Waldemmetales liegt auf dem terrassenartigen Vorsprung von Düllboden-Habsucht eine sehr mächtige Moränendecke, die zur Hauptsache aus Kreidekalken und Eocänsandsteinen, denen sich Molassegesteine der Bächlen beimengen, besteht. Moräne gleicher Zusammensetzung bedeckt die ausgedehnte Bergsturzmasse bei Haselegg und zieht sich gegen Falkenbach und Rossweidli hinauf. In den höheren Lagen tritt das Kreide- und Flyscherratikum auf Kosten der Molassegesteine zurück, was die Annahme einer selbständigen Eiszufuhr aus dem weiten Tal des Falkenbachs und der Nische zwischen Rossweidli und Habsucht nahelegt (vgl. später p. 49).

In der Lammschlucht sind Moränespuren selten. Auf der westlichen Talseite fand ich ein gekritztes Nagelfluhgeröll in Schutt bei Fufischwand und vereinzelt kleine Kalkblöcke, die kaum der Molasse entstammen dürften, zwischen Ziegerschwand und Ober Lammburg. Ein Moränenrelikte stellte ich an der W-Seite der Waldemme gegenüber P. 847, Kärdeli, fest. E der Waldemme liess sich in einem Gräblein am Waldsaume NE von Staufweidli Moräne mit Kreidegeschieben, Nummulitensandsteinen und Molassegesteinen nachweisen. Nur vereinzelt finden sich Waldemme-Erratiker ca. 300 m weiter N, am Hang E ob Staufmoos. Zur Erklärung des Fehlens grösserer Moränenablagerungen im Gebiet der Lammschlucht müssen wir annehmen, dass das hier wohl schon ursprünglich spärlich abgelagerte Moränenmaterial von den Steilhängen längst abgespült und abgerutscht und durch die Waldemme weggeräumt worden ist.

Grosse Verbreitung erlangen Waldemmemoränen dann aber wieder beim Eintritt dieses Gletschers ins Haupttal des Entlebuch in der Umgebung von Schüpheim.

Zunächst zeigen sich vereinzelt Kreideblöcke im Bleichenwald. Geschlossene Moränendecken mit zahlreichen erratischen Blöcken überziehen dann aber das NE anschliessende Gebiet von Musegg, Stohlenweidli, Stohlen, Hochwald, Stohlengraben und Kohlgraben; es liegt hier die rechtseitige Randmoränenzone des Waldemmegletschers vor. Die Fortsetzung bilden — schon auf Blatt Schüpheim und Blatt Entlebuch — die schönen Wallmoränen auf der Schwändi-Haslehochwaldterrasse, die sich bis zur Entlenschlucht hinziehen (vgl. **167**, Karte MOLLET; **152**, STEINER, 1926). H. MOLLET (**111**, 1921, p. 58), F. NUSSBAUM (**117**, 1923, p. 108/109) und J. STEINER (**152**, p. 85) zählen diese Seitenmoränen zur Würm-Vergletscherung; das äusserste Gletscherende wäre nach J. STEINER für diese Zeit im Sagelibach zwischen Entlebuch und Wolhusen anzunehmen (p. 43, 85). F. ANTENEN (**5**, 1924, p. 433) hingegen möchte die genannten Wallmoränen der Riss-Eiszeit zuschreiben und das Würm-Ende des Waldemmegletschers bei Schüpheim suchen. Eigentliche Endmoränen, welche dieser Auffassung entsprechen würden, konnte ich jedoch bei Schüpheim nicht auffinden. — Im Gebiet von Stein-Feld-Holzgut, in dem sich gelegentlich Waldemme-Erratiker zeigen, scheint sich Grundmoräne, die mit Bachschutt der Bäche von der Farnern-N-Seite überdeckt und vermischt ist, auszubreiten. Aufschlüsse wurden 1930/31 bei Bauarbeiten (Käsekeller, Schulhaus) im SE Dorfteil von Schüpheim geschaffen: Tonlagen mit eingeschwemmten Hölzern und Schotter wechseln mit lehmiger Grundmoräne, deren Geschiebe aus Molassegesteinen, Flyschsandsteinen und Kreidekalken bestehen.

Wie schon oben erwähnt, breitete sich der Waldemmegletscher bei seinem Eintritt ins Entlebucher Haupttal fächerförmig aus. Der westliche Gletscherteil stiess (vgl. **152**, STEINER, 1926, p. 30) gegen NW und W vor, und ihm haben wir hauptsächlich die Moränenablagerungen zwischen Schüpheim und Escholzmatt zuzuschreiben, die heute durch die Weissemme in ein südliches und ein nördliches Verbreitungsgebiet zerlegt erscheinen.

Betrachten wir zunächst die Moränen S der Weissemme, so finden wir ausgedehntes Waldemme-Erratikum zunächst SW ob Kätherich und S Tellenbachschwändi. Ein schöner Moränenwall (linke Seitenmoräne) zieht sich — nach W zu sich senkend — von Ober Rüttiboden (1094 m) gegen Eschengraben. Auf einem tieferen Moränenzug liegen Rüttibodenschwändeli und Unter Rüttiboden. Diese Seitenmoränen entsprechen nach Höhe und Lage den vorhin erwähnten der Schwändi-Hasle-Hochwaldterrasse E Schüpheim.

Waldemmemoräne mit naturgemäss viel Molassegeschieben liegt ferner auf der Terrasse S Rüttibödeli bis Eggli; wir treffen sie wieder bei Strickegg. Im Talgrund, wenig unterhalb der Vereinigungsstelle des Schwändlen- und Aebnetbaches, wird Moräne mit gekritzten Geschieben (darunter auch Kreidekalke), anscheinend von Alluvium (alter Schuttkegel) überlagert. F. ANTENEN beschreibt hier risseiszeitliche Rückzugsmoränenwälle des Haupttalgletschers (Aaregletscher; 4, 1910, p. 84), die ich jedoch nicht bestätigen konnte. Weiter im SW liegen vereinzelte Eocänsandsteinblöcke in der Nähe von P. 925 N des Kirchenwaldes. Moränenschutt, der vom Waldemmegletscher herrühren dürfte, treffen wir auf dem «Bühl» im ENE von Escholzmatt in der sumpfigen Niederung N Waldbühl und SE Feldmoos.

N der Weissemme, auf der Tal-N-Seite, erkennen wir Moräne, die vorwiegend Geschiebe von Molassegesteinen und nur untergeordnet Kreidekalke und Flyschsandsteine führt, am Hang bei Feldmösli und Unter Neumatten (aufgeschlossen am N-Ufer der Weissemme), ferner im Kreienmoos und angedeutet bei Mittler Bühl. Auf dem ausgedehnten Plateau Lehnwald, Tellenmooswald, Achergutwald, Steinwurf, Böslehn, Unternährenwald breitet sich eine dünne, in einzelne Teilstücke zerlegte Grundmoränendecke, die stellenweise mit fluvioglacialen Schottern in Verbindung steht, aus. Aufschlüsse befinden sich in den beiden Rinnen N Ober Neumatten, im obern Teil des Wässerleins gegen Lehn hinunter (Tellenmooswald), zu beiden Seiten des Blapbachs. — Mächtigere, zu Rutschungen neigende Grundmoränenmassen mit Waldemmegesteinen liegen meist in den durch weichere Gesteine bedingten Einbuchtungen an den Talseiten des Schwandgrabens (Vorder Graben), des Bockerengrabens und Blapbachs. Wir treffen sie auf der W-Seite des Schwandgrabens N Multigschwand und in der Nische von Multigschwändeli. Im hintern Abschnitt dieses Grabens liegen im Bachbett als Spuren der Vereisung mehrere Findlinge (Schrattenkalk, Eocänsandsteine, Habkerngranite, vgl. später p. 50, 51). Der benachbarte Bockerengraben wird auf weite Strecken von sumpfigen und rutschenden Moränengebieten umsäumt; einzelne Moränenlappen erstrecken sich vom Hauptgraben aus gegen Michlischwand, Reherzen, Hinter Tellenmoos und Stöckern. Die höchsten Spuren des Waldemme-Erratikums reichen in dieser Gegend nahezu auf Kote 1000 hinauf. Der weiter E gelegene Blapbach fliesst in seinem oberen Teil fast ausschliesslich auf Grundmoräne.

Der flache Rücken, welcher quer zum Tal sich von Knubel bis Dussenmoos (bei Weissemmen SW Schüpheim) hinzieht und welchen F. ANTENEN (4, 1910, p. 84) als Rückzugsmoränenwall des risseiszeitlichen Haupttalgletschers (Aaregletscher) beschreibt, besteht — soweit nach den vorhandenen mangelhaften Aufschlüssen beurteilt werden kann — aus anstehendem Aquitan und dürfte nur zum Teil von Moräne der Lokalgletscher überdeckt sein.

Eine besondere Erwähnung verdienen

### die Vorkommen von Moränen im SE und S von Escholzmatt

auf den Plateaus von Hütten und Rämis. Am oberen Rande des schwach gegen NW geneigten Plateaus von Hütten konnte ich an verschiedenen Stellen das Ausstreichen einer ca. 10 m mächtigen, der granitischen Molasse aufliegenden Schuttdecke feststellen. Dieser Schutt, nach Lage und Zusammensetzung zweifellos Moräne, besteht hauptsächlich aus meist eckigen Molassegesteinen der Bäuchlenzone, nur vereinzelt sind Eocänsandsteine beigemischt. Noch deutlicher lässt sich, ganz analog zu diesem Vorkommen, eine 10—15 m mächtige Schuttdecke auf dem weiter SW gelegenen, vollständig ebenen und schwach NW geneigten Plateau von Rämis beobachten. Die Grenze dieser Moränendecke gegen die Molasseunterlage stellt einen ausgezeichneten Quellhorizont dar. Ein frischer

Anriss dieses Schuttes fehlt, wie auf der Terrasse von Hütten, auch hier. Doch lässt sich aus den vorhandenen Aufschlüssen und Lesehaufen schliessen, dass diese Moräne ähnlich zusammengesetzt ist wie diejenige auf Hütten. J. STEINER (152, 1926, p. 31) erwähnt Kreidekalke aus dem Gebiet des Rämischbaches und von der nahen Terrasse Mittlestebnet (Blatt Marbach), welche mit der Rämisterrasse zweifellos einmal zusammengehungen hat. Ziehen wir die Höhen dieser Terrassen in Betracht: Hütten 974 m, 991 m, Rämis 985 m, Mittlestebnet 965 m, 955 m, so geht mit Bestimmtheit hervor, dass wir hier eine ehemals einheitliche, schwach gegen NW geneigte Fläche vor uns haben, die, wie schon KAUFMANN erkannte, einem alten Talboden entspricht. Dieser Talboden ist erst nach Ablagerung der besprochenen Moräne bis tief in die Molasseunterlage hinein durchtalt worden. Zu ihm dürften auch die plateauartigen Relikte von Böschholdern (1058 m), Krummenegg (1075 m) und Mittlere Ziegerhütte (1072 m), welche ebenfalls gegen NW einsinken, gehören; auch auf diesen letztern fand ich eine meist aus Molassegeschieben bestehende Moränendecke. Ob diese ursprünglich zusammenhängende, weit ausgedehnte Decke vom Waldemmegletscher, vom Grossen Emmegletscher oder von dem aus dem Hilferntal austretenden Gletscher abgelagert worden ist, kann nicht mit Bestimmtheit gesagt werden. Was ihr Alter anbetrifft, so dürfte der würmeiszeitliche Waldemmegletscher kaum in dieser Höhe bis nach Escholzmatt gereicht haben (vgl. 152, STEINER, 1926, p. 31), desgleichen kaum der Hilferngletscher; wir möchten eher an ein risseiszeitliches (oder noch höheres) Alter dieser Moräne denken, die abgelagert worden wäre durch die vom Aaregletscher gegen die Bächlen zu gedrängten Lokalgletscher (Grosse Emme, Hilfern, Waldemme, Lokalgletscher der Bächlen). Die Durchtaltung des alten Talbodens gegen die Ilfis zu ist also offenbar vor der Würmeiszeit erfolgt. Es soll später (p. 56) noch im Zusammenhang kurz auf diese Verhältnisse zurückgekommen werden.

## Aaregletscher.

Nach der Vergletscherungskarte von R. FREY nahm zur Risseiszeit ein Teil des Aaregletschers infolge Abdrängung durch den Rhonegletscher seinen Lauf durch das Haupttal des Entlebuches (55, 1912). Aaregletschererratikum ist jedoch in diesem Talgebiet, wenn überhaupt vorhanden, eine grosse Seltenheit. Für die Anwesenheit des Aaregletschers im Untersuchungsgebiet haben wir nur wenige und unsichere Anzeichen. J. STEINER (p. 31) erwähnt einen Granitblock von aarmassivischem Charakter ( $0,5 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}$ ) am W-Abhang der Terrasse von Hütten. Einen grösseren, gerundeten Quarzitblock (Dimensionen  $1,3 \times 0,8 \times 0,7 \text{ m}$ ) fand ich im Tellenmooswald, einen kleinern ( $0,7 \times 0,6 \times 0,5 \text{ m}$ ) bei Ober Strittli NW Schüpheim. Im Graben, der sich E Rinderweg (NE Schüpheim) gegen Schwändi hinaufzieht, liegt bei ca. 800 m ein Orthogneisblock ( $0,9 \times 0,6 \times 0,5 \text{ m}$ ). Diese Erratiker dürften, sofern sie nicht aus dem Wildflys sch stammen, von Aare- (oder? Rhone-) Gletschereis verfrachtet worden sein. H. MOLLET erwähnt im benachbarten Fontannental erratische Aarmassivgranite (111, 1921, p. 56) und J. STEINER in dessen nördlichem Teil auch Rhoneerratikum (152, 1926, p. 64, 66).

Im hinteren Teil des Schwandgrabens (N Escholzmatt) treten Habkerngranitblöcke auffallend häufig auf. Diese Gesteine dürfen jedoch nicht, wie W. LIECHTI annimmt (99, 1929, p. 73), als Beweis für Aareerratikum gelten; sie stammen vielmehr sehr wahrscheinlich aus dem Quellgebiet der Grossen Emme, wo diese Exotica — wie schon KAUFMANN (83, 1886, p. 182 f.) erwähnt — in Erratikum und Flussgeschiebe sehr verbreitet sind. Wahrscheinlich war es aber der Aaregletscher, der den Grossen Emmegletscher nach NE drängte, so dass seine Moränen bis Escholzmatt und vielleicht darüber hinaus reichten.

## Kleinere Lokalgletscher.

### Lokalgletscher der Alpenrandkette.

Zur Zeit der stärksten Vereisung strömte dem Waldemmegletscher im Steinibachgebiet auch Eis von der Alpenrandkette zu (vgl. p. 46). Beim Rückzug des Hauptgletschers bildeten sich an der Aeschi- und Baumgartenfluh kleine Hängegletscher, wie die Kreidemoränen bei Aeschi und die zu einem Zungenbecken gehörenden Moränenanhäufungen bei Bäregg und Baumgarten (in 1200—1300 m

Höhe) anzeigen. F. ANTENEN (5, 1924, p. 437) weist sie dem Bühlstadium zu. Im Quertal des Staubaches — zwischen Fruttegg und Loch — finden sich an der östlichen Talseite, wenig über der Talsohle, vereinzelte Moränenspuren; ein Abfluss von Gletschereis fand demnach auch durch dieses Seitental statt.

Ein kleines Moränenvorkommen am Weg Fruttegg-Gustiweid beim Waldaustritt bei Kurve 1200 mit Molassematerial und Kreidekalken (Nagelfluh der Bächlenzone) deutet auch auf glaciale Schuttfuhr aus dem Längstal des Farnerbaches.

### Lokalgletscher im Farnern-Bächlengebiet.

An der Bächlen- und Farnern-N-Seite ist es ebenfalls zur Bildung von kleinern Lokalgletschern gekommen, die dem Hauptgletscher zur Zeit der grössten Vereisung tributär waren und beim Rückzug der Hauptgletscher wohl auf längere Dauer selbständig wurden. Sie sind zuerst von F. NUSSBAUM erkannt worden (117, 1923, p. 110). Ihre Moränen setzen sich ausschliesslich aus oft schön gekritzten Molassegesteinen zusammen. Gegen die anstossenden Moränen des Waldemmegletschers kann man keine scharfe Grenze ziehen, da eine teilweise Mischung des Materials stattgefunden hat; sie wurde beim Kartieren mehr nach morphologischen Merkmalen festgelegt.

Die ausgedehnteste Ablagerung von Molassemoräne treffen wir in der NE-Ecke von Blatt Escholzmatt an der Farnern-N-Seite im Heiligkreuzwald, bei Reistegg und Gatzen. Sie ist gut aufgeschlossen im obern Teil des Biberenbaches (152, STEINER, 1926, p. 29), des Kohlgrabens und Stohlengrabens. Ihre untere Grenze liegt ungefähr bei 1100 m. Tiefer unten wird Waldemmeeratikum häufig. Dieser Lokalgletscher hatte seinen Ursprung in der karartigen Nische von Schwarzmatt. — Ein kleiner Rest von Moräne eines Molassegletschers mit vereinzelt gekritzten Gesteinen wurde ferner am Lugibach S Stohlenweidli festgestellt.

Am N-Hang der Bächlen finden wir ausgedehnte Molassemoränen NW unter Gsteig und bei Dürrhütte. Es handelt sich um lehmige Grundmoräne mit eckigen und schwach gerundeten Geschieben, gut aufgeschlossen im Graben W Gsteig und im Bach zwischen Dürrhütte und Büttler. Weiter im W können nur noch an vereinzelt Stellen Schuttmassen nach Lage und Zusammensetzung mit Bestimmtheit als Molassemoräne betrachtet werden: 1. Ca. 150 m E Kuchimösli oberhalb des Weges nach Gässli (auf der W-Seite des Aebnetbaches); 2. auf der Rippe von anstehendem Gestein, welche sich von Schafberg gegen Schwandloch hinunterzieht; 3. W unterhalb Mittlistgrotzen (aufgeschlossen in einem Anriss im Tobel des Aebnetbaches); 4. am Weg, der von Krummenegg nach P. 1200 führt in ca. 1120 m Höhe; 5. auf der Geländekante von Aquitanien S Mittlere Ziegerhütte. Ferner konnte ich auf den schon oben erwähnten Plateauresten von Mittlere Ziegerhütte, Krummenegg und Böschholdern, soweit die Aufschlüsse es erlaubten, nur aus Molassematerial bestehende Moräne konstatieren. Die Sumpfgebiete zwischen Mittlerer Ziegerhütte und Krummenegg, zwischen Schwandloch und Kuchimöos besitzen eine hauptsächlich aus den verrutschten, tonigen Gesteinen der Bächlenbasis bestehende Unterlage. Diese wurde demnach als Schutt (Rutschung) kartiert, dürfte jedoch zum Teil auch glacialen Ursprungs sein. Das gleiche gilt von den lehmigen Schuttmassen mit grossen Nagelfluhblöcken, welche sich an die ausgedehnte Bergsturzmasse von Gässli-Horgass nach N zu anschliessen. — Es sei bei dieser Gelegenheit auch auf die trichterförmigen Erosionskessel auf der Bächlen-N-Seite bei Bürgli (S ob Gsteig), S ob Büttler (sogenannter Limbruch), S Horgass und Schafberg aufmerksam gemacht. Sie dürften ihre Entstehung nicht allein der Erosionswirkung des Wassers verdanken, sondern als ursprüngliche Kare dieser Lokalgletscher aufzufassen sein.

Auf der S-Seite der Bächlen sind wahrscheinlich kleine Gletscher aus dem Tal des Falkenbaches und der Einbuchtung bei Rossweidli herausgetreten (vgl. p. 46); dasselbe dürfte sich, wie oben erwähnt, an der Farnern im Tal des Farnerbaches vollzogen haben.

## 2. Fluvioglaciale Schotter.

N der Weisseemme wurden zwischen Escholzmatt und Schüpfheim an verschiedenen Stellen Schotter angetroffen, die mit Moränen in Verbindung stehen. Wir finden sie zunächst in dem kleinen

Graben NE Ober Neumatten bei der Vereinigungsstelle der beiden Quellbäche in einem 8—10 m hohen Anriss aufgeschlossen. Mächtigere Schotterlagen wechseln mit zum Teil gut verfestigten, horizontalen Sandschmitzen. Die Schotter bestehen vorwiegend aus Geröllen der bunten Nagelfluh, und nur vereinzelt erkennt man gerundete Kreidekalke. Sie reichen hier bis nahe an die Bachsohle hinab, welche 10—15 m unter der Umgebung liegt und Aquitanien zeigt. Dem westlichen Gräblein nachgehend, kann man die Schotter etwa 100 m weit, bis zum Waldaustritt, verfolgen. Dasselbst wird die granitische Molasse von einer ca. 2 m mächtigen Grundmoränendecke überlagert. Es scheint demnach ein Zusammenhang der Schotter mit dieser Moräne zu bestehen. Ähnliche Aufschlüsse in Schottern befinden sich zu beiden Seiten des Bockerengrabens zwischen Tellenmooswald und Glitzmischwand. Die Auflagerungsfläche der wasserdurchlässigen Schotter auf der Molasse bildet einen ausgezeichneten Quellhorizont. Eine grössere Quellfassung liegt auf der westlichen Seite des genannten Grabens, ca. 250 m bachaufwärts vom scharfen Knie W Tellenbach. Weiter N, am Fussweg von Ausser Tellenmoos nach Steinwurf, ist am Plateaurand ca. 100 m E vom ersten Gehöft eine kleine Grube in losem Schotter mit Geröllen der Nagelfluh und vereinzelt Kreidekalken angelegt worden. Dasselbe gilt für eine kleine Grube auf der E-Seite des Tellenbachs, ca. 100 m W Glitzmischwand. Ein weiteres Vorkommen von fluvioglacialen Schottern ist im Schwandgraben («Vorder Graben») durch eine Rutschung der Beobachtung zugänglich gemacht worden: NW von Multigschwändeli, unterhalb einer kleinen Hütte, hat sich am W-Hang des Grabens eine grössere Masse losgelöst. In der Abrissnische ist über der Molasseunterlage eine mehr als 10 m mächtige Decke von Schottern der gleichen Zusammensetzung wie die obigen (mit dünnen Sandzwischenlagen) sichtbar. Auch hier besteht ein enger Zusammenhang mit Moräne, wie Sumpfwiese und erratische Blöcke etwas feldeinwärts dartin.

Trotz der wenigen Aufschlüsse habe ich den Eindruck erhalten, dass die Schottervorkommen wahrscheinlich an die genannten Gräben und Rinnen gebunden sind. Sie bildeten sich offenbar infolge Stauung dieser Seitenbäche beim Rückzug des Haupttalgletschers (Waldemme).

Nachdem nun die einzelnen diluvialen Bildungen besprochen worden sind, soll noch der Versuch gewagt werden, eine kurze zusammenfassende Darstellung der Vereisungsverhältnisse zu geben, der naturgemäss noch viel Unsicherheit anhaften muss.

Spuren der ersten zwei Vergletscherungen sind im oberen Entlebuch bis jetzt nicht sicher bekannt geworden.

Zur Risseiszeit erfüllte der Waldemmegletscher neben dem eigentlichen Stammtal auch das weite Haupttal des Entlebuchs. Am Unterende der Talweitung von Flühli, gegen die Lammschlucht zu, reichte der Gletscher bis gegen Kote 1300, die Eismächtigkeit betrug rund 400—450 m. Der von W her ins obere Emmental und an den S-Hang des Napf gedrängte Aaregletscher drückte im westlichen Teil des Kartengebietes Escholzmatt die Lokalgletscher (Emme-Hilfern-Waldemmegletscher, Lokalgletscher der Bäuchlen) gegen die Bäuchlen-N-Seite zu. Dass der Aaregletscher auch das Haupttal selber zwischen Escholzmatt und Schüpfheim ausgefüllt hat, ist wenig wahrscheinlich, denn die Eismassen der Lokalgletscher waren doch zu bedeutend, als dass sie nicht auch den Aaregletscher vom Alpenrand ferngehalten hätten.

In der letzten Eiszeit (Würm) kamen die Lokalgletscher zu ungehinderter Entwicklung. Der würmeiszeitliche Waldemmegletscher schüttete wahrscheinlich die Ufermoränen von Rüttiboden und Haslehochwald auf; er stiess auch gegen Escholzmatt vor und erzeugte die Moränen im Talgrund und auf den Talflanken zwischen Schüpfheim und Escholzmatt. Zur Zeit des Eishochstandes traten die kleineren Lokalgletscher wohl mit dem Waldemmegletscher in direkte Berührung, wurden aber bei seinem Rückzug selbständig.

## Verzeichnis einiger Erratiker.

### *Habkerngranit:*

Schwandgraben, ca. 100 m NW Fussweg Wittenschwändi-Michlischwand,  $1,2 \times 0,9 \times 0,5$  m.

Bockerengrabens, ca. 70 m SE Weg Ausser Michlischwand-Unter Reherzen,  $0,7 \times 0,6 \times 0,5$  m.

*Quarzit:*

Ca. 50 m direkt S «s»... von Tellenmooswald der Karte,  $1,3 \times 0,8 \times 0,7$  m.

*Kieselkalk:*

Bei «B» von Bahaus,  $1 \times 1 \times 0,9$  m.

*Schrattenkalk:*

NE Unter Brand (auf der Gemeindegrenze Flühli-Schüpfheim),  $4 \times 3 \times (1,2 + x)$  m.

Runse W Bäregg, auf ca. 1100 m,  $5 \times 5 \times 4$  m.

Bockerengraben: wenig N der Einmündung des Seitenbachs von Unterberg,  $2 \times 1,5 \times 1,2$  m;

Im Seitenbach SE unter Knübeli, ca. Kote 920,  $2 \times 1,5 \times 1,5$  m.

Schwandgraben, ca. 75 m NW Fussweg Wittenschwändi-Michlischwand,  $1,3 \times 1 \times 0,9$  m.

*Wangkalk:*

Bach E unter Multigschwändeli,  $1,3 \times 1 \times 0,6$  m.

Blapbach: E Böslehn,  $0,8 \times 0,5 \times 0,4$  m; N Halden,  $2 \times 1,5 \times 0,7$  m.

*Flyschsandsteine i. a.:*

Hüttengraben, Kote 980,  $2,5 \times 1,5 \times 1$  m.

Bockerengraben: bei der Einmündung des Seitenbaches E Ausser Michlischwand,  $3 \times 2 \times 2$  m;

Im Seitenbach von Unterberg, Kote 870,  $2 \times 1,5 \times 1$  m.

Auf dem Hügelzug NE Zopf,  $0,9 \times 0,6 \times (0,3 + x)$  m.

Kirchenwald, bei P. 925,  $0,7 \times 0,5 \times 0,2$  m.

30 m E Kapelle Düllboden,  $2 \times 1,2 \times (0,5 + x)$  m.

Ca. 100 m SE Ober Nussberg,  $2,5 \times 2 \times 1,7$  m.

*Nummulitenkalk- und Sandsteine:*

Bühl, NE Escholzmatt, S «oo» von Feldmoos, Complanatakalk,  $1,5 \times 1,5 \times 1$  m.

Bockerengraben, ca. 75 m SE Fussweg Ausser Michlischwand-Unter Reherzen,  $1,5 \times 1 \times 0,5$  m.

Bach E unter Multigschwändeli,  $1 \times 0,8 \times 0,7$  m.

Bei der Hütte ca. 300 m N Stohlenweidli,  $1 \times 0,6 \times 0,5$  m.

SW Nussbergweidli, Kote 1140, ca.  $\frac{3}{4}$  m<sup>3</sup>.

*Molassesandstein:*

Hochwald (bei «H» von Hochwald),  $4 \times (1,5 + x) \times (1 + x)$  m.

Bach E Multigschwändeli, Hilfersandstein?  $2,3 \times 1,7 \times 1,2$  m.

*Nagelfluh:*

Bachrinne ca. 250 m S Stohlen,  $6 \times 4 \times 3$  m.

Stohlenweidli, ca. 250 m NW P. 1074,  $5 \times 3 \times 3$  m.

Bei P. 867, Holzgutweid,  $2,5 \times (2 + x) \times (1,3 + x)$  m.

Blapbach, ca. Kote 820,  $2,5 \times 2 \times 2$  m.

## B. Holocän.

### Torf.

Ausser den von J. FRÜH und C. SCHRÖTER (60, 1904, p. 657—659) angeführten Torfbildungen bei Hasenmoos-Badschachen (SSW Schüpfheim), Eschenmoos (SE Weissemmen) und Tellenmoos (N der Weissemme) wurden nachfolgende weitere festgestellt: E der Waldemme: ca. 300 m NE Unter Brand, bei P. 1098 Heiligkreuzwald, bei Knubelmoos; N der Weissemme: zwischen Knubel und Strassenmätteli, bei Bärnimätteli, N Ober Neumatten, bei Kreienmoos; S der Weissemme: bei Schintmoos (NE Escholzmatt) und Wildenfeld. Bei Hasenmoos-Badschachen und Eschenmoos wird heute noch gelegentlich Torf gestochen. Während des Krieges (1914—1920) standen auch andere Torfvorkommen in Ausbeutung (Tellenmoos, Schintmoos).

### Riedgebiete.

Meist mit Streuwiesen bewachsene Sumpfbereiche sind im Untersuchungsgebiet weit verbreitet und wurden bei der Kartierung als Ried ausgeschieden.

### Bergstürze.

Die N-Wand der Alpenrandkette wird von Bergstürzen begleitet. Eine mächtige Felsmasse hat sich an der Grönfluh losgelöst und ist gegen Bäregg hinuntergestürzt.

Verschiedene grössere Bergstürze haben sich am N-Hang der Nagelfluhzone der Bächlen-Farnern ereignet. Ein ausgedehntes Blockmeer von Nagelfluh mit einzelnen im Schichtverband zusammenhängenden Komplexen breitet sich auf der N-Seite der Bächlen bei Horgass-Gässli aus. Kleinere Bergsturzmassen liegen N unter Mittlistgrotzen, bei Kuchimoos, Staufen und Eggen. E ob Egerten ist — nach Aussage eines Anwohners — vor ca. 30 Jahren ein Bergsturz in den Gesteinen des Aquitanien erfolgt.

Ein besonderer Bergsturztypus herrscht an der S-Seite der Bächlen vor. Wie beim Goldauer Bergsturz bilden die durchfeuchteten Mergellagen der einheitlich mit dem Hang nach SE einfallenden Schichten einen guten Gleithorizont für die hangenden, durch Erosion unterschrittenen Nagelfluhplatten. Eine mächtige Bergsturzmasse liegt am Fuss der Bächlen bei Ausser Rohrigmoos-Ober Rohrigmoos-Haselegg. Sie ist in der Umgebung von Haselegg mit Moräne bedeckt (vgl. p. 46), was auf ein interglaciales Alter (Prä-Riss oder Prä-Würm) dieses Bergsturzes hindeuten würde. Es ist jedoch auch die Möglichkeit gegeben, dass die Moräne in einem höheren Niveau abgelagert wurde, ähnlich wie diejenige auf Düllboden, und dann samt der Nagelfluhunterlage abgesackt ist. In diesem Falle müsste aber die Nagelfluh nach unserer Ansicht besser im Schichtverband geblieben sein, als sie es jetzt ist, so dass wir die erste Deutung für die wahrscheinlichere halten. — Kleinere Nagelfluhbergstürze haben bei Hinter Lamm, auf Düllboden und bei Spittel stattgefunden.

## Gelockerte und im Schichtverband abgerutschte Massen.

Wir treffen solche hauptsächlich an der Bächlen und Farnern in Verbindung mit Bergstürzen, so auf der S-Seite der Bächlen bei Spittel am W-Hang des Falkenbachtals, W Lüchtersmoos, auf der N-Seite bei Horgass und E Dürrhütte (Basiszone), an der Farnern bei Fruttegg (p. 38). Auch die Valanginienkalkscholle von Aeschi ist, wie früher (p. 43) ausgeführt wurde, am ehesten als Sackungspaket aufzufassen. S unter Düllboden beobachtete ich zerrüttete und etwas abgerutschte Nagelfluhbänke. Ca. 200 m E Nussbergweidli ist ein kleinerer Nagelfluhkomplex um wenige Meter bis an den Abgrund vorgeglitten, scheint jetzt aber zur Ruhe gelangt zu sein.

## Gehängeschutt.

Er begleitet hauptsächlich den N-Absturz der Alpenrandkette und der Bächlen-Farnern.

## Rutschgebiete.

Sie liegen gewöhnlich in den Zonen mit mergelig-tonigen Gesteinen. Eine grosse Rutschung wurde in der Aeschimoosgegend kartiert (Flysch und Moräne), kleinere bei Ober Nussberg und NW Loch.

Besonders verbreitet sind Rutschungen am N-Hang der Bächlen (Bächlenberg) in den Basismergeln der Bächlenserie und in der Aquitanzone (Ziegerhütte, Schwandloch, Kuchimösl, Strickegg). Bewegtes Terrain, meist Moräne, umrahmt den Schwandgraben, Bockerengraben, Blapbach und Ballenbach.

## Bachschuttkegel.

Sie sind besonders in der Umgebung von Escholzmatt gut entwickelt (Ballenbach, Alpachbach). Ein weites Feld von ineinandergreifenden Bachschuttkegeln der nordseitigen Bäche der Bächlen breitet sich von Mösli (Escholzmatt) bis Schwändlen aus. Zwischen Lehn und Weissimmen (Schüpfheim) stossen beidseitig Schuttkegel von Seitenbächen gegen die Weissemme vor, von denen derjenige des Tellenbachs der ausgedehnteste ist. Das Moränengebiet S Schüpfheim ist durch die Bäche von der Farnern her mit Schuttmassen überdeckt worden. Im Waldemetal hat der Lugibach das Klusfeld mit Schutt überschüttet. Ein grösseres, von der Waldemme angeschnittenes Schuttkegel-

feld liegt im ausgeweiteten Tal bei Rohrigoos; instruktiv ineinandergeschachtelte Schuttkegel zeigen sich bei Krutacher-Steinibach.

Alte Schuttkegel, in die sich die Gewässer mehrere Meter tief (10 m und mehr) eingeschnitten haben und die heute nicht mehr überschwemmt werden können, wurden bei Glashütteli (Steinibach), Ausser Lamm, Staufen (Staubbach) und Ennetemmen festgestellt. Das Dorf Escholzmatt liegt auf einem mächtigen, alten Schuttkegel des aus dem Lochgraben kommenden Baches. Die Terrasse von Knubel dürfte, wie schon KAUFMANN bemerkt (83, 1886, p. 401), den Rest eines vom Schwändlenbach und Eschenbach angeschütteten alten Bachschuttkegels darstellen; die Unterlage scheint nach Aufschlüssen an der N-Seite Moräne zu sein.

## Talböden und Alluvionen.

Ein ausgedehnter Talboden breitet sich SW Schüpheim aus, wo die Waldemme mit ihren Kiesmassen die Weisseme gegen N abgedrängt hat. Schmale, von Terrassen umsäumte Talböden folgen der Weisseme bis Lehn und der Waldemme bis Klusstalden.

Diverse Alluvionen wurden auf der Karte an mehreren Stellen eingetragen, erfordern aber keine besondere Beschreibung. Im W-Teil des Gebietes fließen die Bäche von der N-Seite der Bächlen auf ihren eigenen mächtigen Alluvionen.

## Quellen.

Das Untersuchungsgebiet ist reich an Quellen. Die meisten wurden auf der Karte eingezeichnet. — Eine besonders starke Quelle tritt im Wald NW unter Baumgarten auf Grundmoräne zutage (111, MOLLET, p. 63). Ähnliche Quellen in Moräne befinden sich bei Bäregg, Salzbühl und Aeschi. Die Quellen in Molassemoräne SW Heiligkreuz dienen zur Wasserversorgung von Schüpheim. Mehrere Quellen entspringen im Flyschgebiet unterhalb Aeschi. Einige ergiebige Quellen treten an der Untergrenze der Bergsturzmasse von Rohrigoos-Haselegg aus. Ein kleines Bächlein verlässt die Moräne E unter Düllboden, wie auch bei Habsucht und S Fruttlegg. — Im Gebiet der Bächlen und Farnern kommen häufig typische Schichtquellen vor (Lammberg, Ober Nussberg). Dies gilt auch für die übrigen Gesteinszonen der Molasse mit regelmässigen Mergel- und Tonzwischenlagen. Ein Kranz von Quellen entspringt unter der Moränedecke am Plateaurand von Rämisch und Hütten. Ferner liefern auch die fluvioglacialen Schotter und Moränen im Bockerengraben gutes Quellwasser (vgl. p. 50).

Grundwasser wurde 1928 bei Vormühle zur Wasserversorgung von Schüpheim erschlossen. Der Pumpschacht traf daselbst bereits in 4 m Tiefe anstehendes Gestein (Aquitaniens); das Grundwasserniveau wechselt je nach dem Stand der Emme, reicht aber durchschnittlich bis ca. 1,5 m unter die Oberfläche.

## Mineralquellen.

In der Seitenrunse des Steinibachtobels NE Zopfweidli tritt bei Kurve 960 zeitweise eine wenig ergiebige Schwefelquelle aus den Hilferschichten aus (121, PORTMANN, 1931, p. 22/23). Herr Gemeindeammann F. PORTMANN in Flühli begleitete mich in freundlicher Weise an diese Stelle.

Das Wasser im «Bad» bei Schüpheim gilt als eisenhaltig; eine Analyse liegt nicht vor. Pfarrer SCHNYDER erwähnt auch eine eisenhaltige Quelle im Tellenmoos (143, 1781, p. 59). Die Gewässer des Aquitans dürften sich im allgemeinen durch Eisengehalt auszeichnen.

## Kalktuff.

Kalktuff ist im Untersuchungsgebiet nur selten zur Ablagerung gekommen. Ein kleiner Tuffabsatz befindet sich auf der E-Seite der Waldemme in der Lammschlucht bei der Einmündung des von Eggen herunterkommenden Bächleins.

## Einige Bemerkungen zur Morphologie und Talbildungsgeschichte.

Obschon sich in den vorstehenden Ausführungen mehrfach Gelegenheit zu morphologischen Hinweisen geboten hat, möchte ich an dieser Stelle doch noch einige Erscheinungen, die für die Geschichte der Talbildung von Interesse sind, zusammenfassend darstellen. Ich beschränke mich auf wenige Bemerkungen und verweise im übrigen erneut auf die Arbeiten von F. ANTENEN, F. NUSSBAUM und J. STEINER, welche auch unser Gebiet berücksichtigen. Eine abschliessende Beurteilung dieser Verhältnisse wird meines Erachtens erst möglich sein, wenn auch für die Nachbargebiete im W und SW geologische Detailkartierungen vorliegen.

### Anlage der Täler.

Von besonderem Interesse ist vor allem die Frage der Entstehung des Entlebucher Haupttales mit der Talwasserscheide von Escholzmatt. Wir erkennen zunächst, dass die tiefe Haupttalrinne zwischen Escholzmatt und Schüpflheim ganz genau den weichen Schichten in der Antiklinalzone des Aquitanien folgt (Antiklinaltal). Besonders bemerkenswert ist ferner, dass dieses mächtige Tal in gar keinem Verhältnis steht zu den es durchfliessenden Gewässern (Weissemme, Eschlibach); wir müssen also annehmen, dass bei der Anlage dieses Tals weit grössere erodierende Wassermengen gewirkt haben müssen, als wir sie heute vorfinden. Wenn man nicht den extremen Standpunkt vertreten will, es sei die Weitung von Escholzmatt ausschliesslich auf Glacialerosion zurückzuführen (siehe sub *c*), ergibt ein Blick auf die geologische Übersichtskarte — am besten das geologische Blatt XIII 1 : 100000 — viele Anhaltspunkte für die Auffassung, dass das Entlebucher Haupttal seines ursprünglichen obersten Einzugsgebietes W Escholzmatt beraubt worden ist. Dabei sind drei Möglichkeiten (*a*, *b* und *c*) in Betracht zu ziehen:

*a*) E. BRÜCKNER hat seinerzeit (118, PENCK und BRÜCKNER, 1909, p. 548) die Ansicht vertreten, es sei die Grosse Emme einmal von Schangnau ostwärts über Marbach und die heutige Talwasserscheide von Escholzmatt gegen das Entlebuch zu geflossen und mit ihr vereint ihre Zuflüsse Steiglenbach und Hilfernbach. Moränen verlegten ihr alsdann E Schangnau den Weg, wodurch sie zum Abfluss nach NW gezwungen wurde und die Schlucht in Nagelfluh zwischen Schangnau und Eggiwil (Rebloch) erzeugte. Diese Auffassung BRÜCKNERS vermag aber insofern nicht recht zu befriedigen, weil wir dabei gezwungen sind, anzunehmen, dass ursprünglich die Grosse Emme bei Schangnau sich in einem spitzen Winkel von ca. 60° nach NE gewandt habe, was wenig Wahrscheinlichkeit beanspruchen kann. Nach Blatt XIII wäre eher daran zu denken, dass schon die erste Talanlage der Grossen Emme nach NW zu gerichtet war, und dass möglicherweise unter dem auffallenden Moränestreifen, der sich — wenig W (ca. 1 km) des Rebloches — von Knubelhüttli über Knubel hinzieht, ein alter, gegen Heidbühl gerichteter Emmelauf begraben liegt. In bezug auf diesen wäre dann das Rebloch als epigenetisches Talstück zu bezeichnen. Ob diese Interpretation den Tatsachen entspricht, muss natürlich noch an Ort und Stelle überprüft werden <sup>1)</sup>.

*b*) Grössere Wahrscheinlichkeit kommt meines Erachtens der Annahme zu, dass nur die oberste Ilfis (= Marbach), mit ihren Quellflüssen Steiglen- und Hilfernbach, ehemals dem Entlebuch zufluss; hierfür spricht vor allem die Tatsache, dass die Längsaxe der Weitung von Marbach direkt gegen die Weitung von Escholzmatt hinweist <sup>2)</sup>. Erst später wäre dann in der Gegend von Wiggen die Abzpfung der westlichsten Quellflüsse des Entlebuchs gegen NW erfolgt und damit die Anlage für das heutige geknickte Ilfistal geschaffen worden; damit war auch die Entstehung der

<sup>1)</sup> Es sei hier auch auf die Vermutung R. SCHIDERS (140, 1913, p. 25/26) hingewiesen, das Quellgebiet der Grossen Emme habe sich einmal gegen die Waldemme zu entwässert.

<sup>2)</sup> Die Ansicht W. LIECHTIS, der Steiglenbach habe ursprünglich das Quellgebiet des nördlich benachbarten Schärliigtälchens gebildet, scheint mir nicht sicher erwiesen zu sein; dagegen stimme ich LIECHTI durchaus bei, wenn er bei Marbach ein Überfluten des Eises (Riss) ins Schärliigtal annimmt und auf diese Weise die Schotterbildungen dieses Tälchens erklärt.

Talwasserscheide Escholzmatt gegeben. Diese Deutung verlangt dann die weitere Annahme, dass die Talsohle des ehemals von Marbach gegen Escholzmatt gerichteten Tales bei Marbach ca. 100 m höher lag als heute, denn wie Textfigur 8 zeigt, fällt die gedachte Fortsetzung des Talbodenstückes Schüpffheim-Escholzmatt in jener Gegend um den genannten Betrag über den jetzigen Talgrund. Die starke Vertiefung bei Marbach wäre der seitherigen Erosion durch die Ilfis und die eiszeitlichen Gletscher zuzuschreiben. Der grosse Erosionsbetrag und das ganze fertige Gepräge des eine relativ breite Talsohle aufweisenden Ilfistales sprechen dafür, dass die Abzäpfung bei Wiggen schon recht früh erfolgt sein muss. Sie erfolgte aber zweifellos erst nach Ablagerung der früher (p. 47) besprochenen Moränen auf den Plateaus von Hütten, Rämis etc., denn die diese Plateaus zerschneidenden Talrinnen sind alle gegen das Ilfisknie bei Wiggen gerichtet.

c) Will man auch die unter b diskutierte «Enthauptung» des Entlebucher Haupttales nicht gelten lassen, so bleibt als letzte Erklärung nur die Annahme übrig, dass der geknickte Lauf des Ilfistales von Anfang an existierte und dass es die eiszeitlichen Gletscher waren, welche die ehemals bei Escholzmatt vorhandene Wasserscheide zwischen Ilfistal und Entlebuch niedergeschliffen und damit das Entstehen der heutigen Verhältnisse eingeleitet haben.

Gestützt auf die bis heute vorliegenden Beobachtungen möchte ich der zweiten Auffassung (b) am meisten Wahrscheinlichkeit beimessen.

Damit soll aber die Wirkung der Glacialerosion in den weichen Gesteinen der aquitanen Antiklinalzone nicht vollständig bestritten werden. Die grosse Weite der Talstrecken bei Marbach, Escholzmatt und Schüpffheim ist jedenfalls zum Teil durch glaciale Erosion bedingt, denn wir wissen, dass der Aaregletscher die mächtigen, aus dem Grosse Emme-, Ilfis- und Waldemmegebiet herkommenden Lokalgletscher nach NE drängte, wo sie am NW-Fuss des Bäuchlenzuges der Zone der granitischen Molasse folgten, während der Aaregletscher selber mehr den S-Rand des Napfgebietes einnahm. Dabei ist die Möglichkeit gegeben, dass in den verschiedenen Teilstücken des Ilfis- und Entlebuchtales einzelne Lokalgletscher überdies besonders tiefe Becken ausräumten (Becken von Marbach und Schüpffheim).

Mit der Anziehungskraft der tiefen Erosionsbasis von Wiggen dürfte die auffällige Tatsache verknüpft sein, dass im westlichen Teil des Kartengebietes Escholzmatt die Durchtalung eine dichtere und tiefere ist als im E-Teil bei Schüpffheim. Zur Ilfis dürften auch noch einige weitere Bäche des Untersuchungsgebietes, welche heute der Kleinen Emme tributär sind, geflossen sein, und zwar bevor mächtige Bachschuttkegel die Talwasserscheide bei Escholzmatt erhöhten (vgl. unten p. 57).

Es sei hier noch ergänzend bemerkt, dass weiter im E bei Entlebuch das Haupttal der Kleinen Emme nach N abbiegt; H. MOLLET (111, 1921, p. 50) führt diese Ablenkung auf den Einfluss der Bramegantiklinale zurück, welche NE Entlebuch einsetzt.

Im S-Teile des Kartengebietes ist der Unterschied in der Widerstandsfähigkeit der Gesteine der Bäuchlen-Farnern (Nagelfluh) und der Hilferschichten (Schiefermergel-Sandstein) für die Talbildung wieder bestimmend gewesen: An der Grenze beider Zonen entstand eine Erosionsfurche, in welcher im

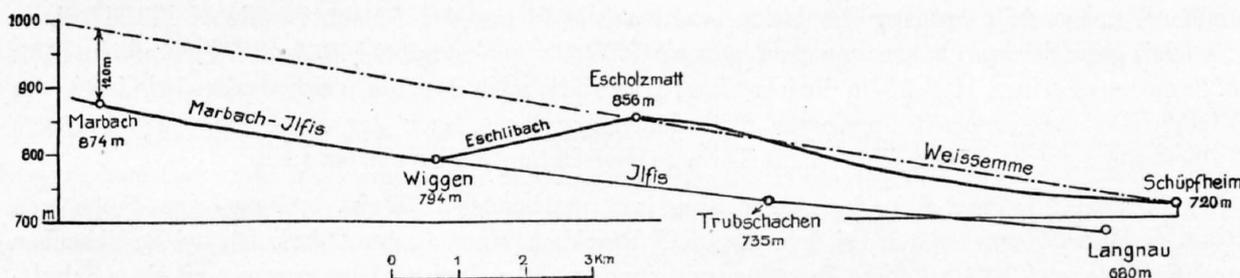


Fig. 8. Talsohlenprofile von Marbach-Ilfis und Weisseemme im Gebiet der Wasserscheide von Escholzmatt.

W der Hellschwandbach und im E der Farnernbach fließen. Auf die übrigen, den weicherer Gesteinszonen folgenden Depressionen ist im Verlauf unserer Ausführungen gelegentlich hingewiesen worden (Subalpine Flyschzone, kleinere Isoklinaltäler in der Molasse).

## Terrassen.

Die Eintiefung der Haupttäler (Weissemme, Waldemme) ging — wie Erosionsterrassen be weisen — nicht gleichmässig, sondern in Etappen vor sich. Als höchste Terrassen (ca. 150 m über dem heutigen Talboden) erscheinen die mehrfach erwähnten Plateaureste von Hütten-Rämis-Mittlere Ziegerhütte-Krummenegg-Böschholdern im W-Teil des Untersuchungsgebietes. J. STEINER (152, 1926, p. 73/74) (und zum Teil auch F. ANTENEN, vgl. 4, 1910, p. 79/80) zählt hierzu auch die Terrassen von Tellenbachschwändi am Bäuchlen-N-Hang (900—1000 m, vgl. p. 2), Unterberg-Willischwand am Schüpferberg (ca. 900 m) N der Weissemme, Egerten (880 m) und Eggen (890 m) am Ausgang des Waldemmetals, Haselegg (1054 m)<sup>1)</sup> und Glashütten (1030 m) im Waldemmetal selbst und fasst sie sogar als Überreste des präglacialen Talbodens auf. Inwieweit diese Auffassung als richtig gelten darf, möchte ich einstweilen offen lassen. Als tiefere Terrasse, die den heutigen Talboden um ca. 60 m überragt, erscheint N der Weissemme die ausgedehnte Erosionsfläche von Tellenmooswald-Achergutwald-Eggli. F. ANTENEN (4, 1910, p. 85/86) sieht in ihr den Talboden der Mindel-Riss-Interglacialzeit. J. STEINER (p. 23, 75/76) bezeichnet sie als Mindetalboden; er ordnet diesem Niveau noch die drei Buckel am Ausgang des Waldemmequertales bei Knubelmoos-Steinmätteli, die Terrasse Klusstalden (820 m) und einen Terrassenvorsprung in 900 m (d. h. ca. 50 m über der Waldemme)<sup>2)</sup> neben dem Ausgang des Hellschwandbachtobels und bei Glashüttenrain N Flühli bei.

Die gerundeten Anhöhen von St. Wolfgang P. 746, Kappenknubel P. 755 SSW Schüpheim zählt J. STEINER zu seinen 10—20 m hohen Terrassen, die nach ihm Reste eines wahrscheinlich in der Mindel-Riss-Interglacialzeit angelegten Talbodens darstellen. Nach der Höhe über dem heutigen Talboden entspricht diesem Niveau die Terrasse von Unter Neumatten bei Lehn.

Die niedrigsten Erosionsterrassen im anstehenden Gestein besitzen eine Höhe von 5—6 m. Wir begegnen ihnen bei Schüpheim N Brückhof (Haus an der Bahnlinie), bei Badschachen und Knubelmoos. Etwas höhere Terrassen mit einem ca. 10 m hohen Molassesockel und einer Schuttdecke erkennen wir etwas weiter S an der Waldemme bei Wegmatten und Rinderhaus. Eine ähnliche niedrige, von Bachschutt und zum Teil von Moräne bedeckte Terrasse treffen wir bei Bahaus am Aebnet-Schwändlenbach NE Escholzmatt.

J. STEINER (p. 19, 75) nimmt an, dass diese 3—10 m hohen Terrassen einem postglacialen Talboden angehören. Doch liess sich diese Annahme nach den vorhandenen Aufschlüssen nicht mit Sicherheit bestätigen.

Ich habe mich mit einem Hinweis auf die verschiedenen Terrassenniveaux beschränkt, denn es wird einer spätern, auf weiter ausgreifende Detailkartierungen gestützten Vergleichung vorbehalten sein, allgemeine Ergebnisse abzuleiten.

In den tiefsten Talböden ist es dann wieder zu ausgedehnten postglacialen Aufschüttungen durch die Seitenbäche gekommen, so hauptsächlich im Gebiet der Talwasserscheide bei Escholzmatt, der Weissemme entlang von Lehn bis Schüpheim und an der Waldemme S der Lammchlucht von Krutacher bis Schintmoos. In diese Alluvionen haben sich in neuester Zeit die Gewässer wiederum eingetieft und Terrassen geschaffen. So erscheinen im Schuttkegelfeld bei Schintmoos-Schwändlen (E Escholzmatt) die Quellbäche der Weissemme von der Bäuchlen-N-Seite 5—10 m tief eingeschnitten. Von Lehn bis Weissemmen schlängelt sich dieses Flüsschen auf einem schmalen Talboden zwischen einem System von Alluvionsterrassen durch. Wir können eine

<sup>1)</sup> Die Terrasse von Haselegg wird durch eine grössere, zum Teil von Moräne überdeckte Bergsturzmasse gebildet, und es geht daher nicht an, sie — wie dies J. STEINER tut — als Erosionsterrasse zu deuten.

<sup>2)</sup> An dieser Stelle (Schintmoos) lässt sich noch ein höherer, ca. 100 m hoher, und ein niedriger, ca. 30 m hoher Terrassenvorsprung erkennen.

Gruppe von durchschnittlich 2—3 m Höhe und eine andere von 5—6 m Höhe auseinanderhalten. Dem tiefern Niveau lassen sich weiter talabwärts Terrassen bei Knubel, Eyhof, Moosmatte und Brückhof zuordnen.

### Flussverlegungen.

Infolge der erwähnten Aufschüttungen dürften im westlichen Teil des Untersuchungsgebietes einige Bäche ihre Abflussrichtung geändert haben. So könnte vor der Erhöhung der Talwasserscheide von Escholzmatt durch mächtige Schuttkegel der Aebnetbach (von der Bäuchlen-N-Seite), der Ballenbach und der Hasenbach im NE von Escholzmatt, die heute alle ihren Lauf zur Kleinen Emme nehmen, zur Ilfis geflossen sein. Der Hasenbach benützte wohl einmal das Trockentälchen Gummen-Kreienmoos; es ist jedoch auch an ein Abfließen auf direktem Weg zur Weisseemme durch das zum Teil von diluvialen Ablagerungen eingenommene Gebiet zwischen Vorder Bodenmatten und Lehn zu denken; heute umfließt er S-förmig die beiden Aquitanrücken von Grossbühl und Stöckern.

Kleinere Ablenkungen haben der Tellenbach beim gleichnamigen Gehöft und der Alpachbach bei Zopf durch hervortretende Rippen von widerstandsfähiger, granitischer Molasse erfahren.

Endlich sei erwähnt, dass auch an der Waldemme Spuren alter Flussläufe erkennbar sind: So deuten die Einkerbungen E der heutigen Waldemme bei Schintmoos (unterhalb Flühli)-Heidigsaden-Kärdeli-Klusstalden (P. 819)-Steinmöösi (S Schüpheim) auf einen alten Waldemmelauf hin. Eine jüngere Waldemme floss vermutlich vom heutigen Lammschluchtaustritt über Zugiport-Wegmatten-Dätzli. Den Talquerriegel (granitische Molasse des Aquitanien) zwischen Emmenberg P. 775, und Stein hat die Waldemme an drei Stellen durchbrochen: N Wegmatten (ca. Kote 760), bei Knubelmoos (ca. Kote 750) und im heutigen Lauf (740 m).

Zum Schluss sei hier noch auf das Querprofil einiger Talstrecken, wo die Gewässer noch in Erosion begriffen sind, hingewiesen, wie z. B. Lammschlucht, Bockeren- und Schwandgraben. Wir erkennen einen obern, U-förmigen Teil, in den eine tiefere, V-förmige Einkerbung eingeschnitten ist. Jener entspricht offenbar dem diluvialen, vom Gletscher etwas ausgeweiteten Tal, diese stellt den postglacial erodierten Teil dar; die kleineren Seitenbäche zeigen bezeichnenderweise Stufenmündungen. Die grösseren Gewässer (Waldemme, Blapbach bei Schüpheim, Tellenbach aus dem Bockerengraben, etc.) hingegen münden gleichsohlig ins Haupttal ein.

---

## Zusammenfassung.

Das Kartengebiet Escholzmatt liegt zum grössten Teil in der subalpinen Molasse; in der SE-Ecke erscheint noch ein kleiner Ausschnitt der subalpinen Flyschzone und der Kreidette des Alpenrandes.

Die subalpine Molasse lässt sich gliedern in eine äussere Zone oder Zone der gefalteten und aufgerichteten Molasse und in eine innere Zone oder Zone der aufgeschobenen Molasse.

Die äussere Molassezone umfasst eine vom Aquitanien bis zum Tortonien reichende und von SW nach NE streichende Schichtfolge. Der südliche Teil, der breite Streifen des Aquitanien, entspricht im grossen ganzen einer Antiklinale mit im Kern steil aufgerichteten Schichten. Im S-Schenkel dieser Hauptantiklinale treten gegen die aufgeschobene Molasse zu noch sekundäre Störungen auf (Synklinale und Antiklinale im E, Synklinale im W). N der Hauptantiklinale herrscht durchwegs NW-Fallen, und zwar nimmt der Einfallswinkel gegen NW, d. h. gegen Helvétien und Tortonien zu, kontinuierlich ab; er beträgt zu äusserst in der NW-Ecke noch ca. 5°. Eine schwache Stauchung in diesen schwach NW-fallenden Schichten scheint sich N ausserhalb des Kartengebietes bemerkbar zu machen.

Die einzelnen Glieder der äusseren Zone besitzen folgende lithologische Beschaffenheit:

Das Aquitanien (rote oder granitische Molasse) zeigt als typisches Gestein granitische Molasse, welche mit bunten Mergeln und bunter Nagelfluh (mit viel roten Graniten) verknüpft auftritt. Mächtigkeit im N-Schenkel der Hauptantiklinale ca. 1600 m. Das Aquitanien wird im N normal vom Burdigalien überlagert, das in seinem untern Teil durch den marinen Luzernersandstein (verbunden mit bunter Nagelfluh) und im obern Teil durch eine Wechselfolge von Nagelfluh, Sandstein und Mergel gebildet wird. Eine natürliche, sichere Grenze gegen das nach oben folgende Helvétien kann nicht gezogen werden; sie wurde nach stratigraphischen Erwägungen und Vergleich mit den Nachbargebieten schematisch festgelegt.

Das Helvétien ist im untersten Teil mergelreich, im mittleren und obersten Teil zeigt sich nur kompakte, bunte Nagelfluh. Mächtigkeit des Komplexes Burdigalien-Helvétien = 1200—1300 m.

Die Grenze Helvétien-Tortonien ist gegeben durch das kohlenführende, Süsswasser- und Landschnecken enthaltende Mergelband an der Basis der obern Süsswassermolasse. Zu äusserst im NW tritt über diesem Basismergelband als jüngste Molassebildung die Napfnagelfluh eben noch auf das Kartengebiet.

Die innere Molassezone lässt zwei grössere aufgeschobene Komplexe erkennen: Die Bäuchlenzone und die Hilferzone.

Die Bäuchlenzone ist gegen NW auf das Aquitanien aufgeschoben; ihre Gesteine zeigen fast ausschliesslich SE-Fallen von mittlerer Steilheit (30—50°). Die Bäuchlenserie besteht in ihrem basalen Teil vorwiegend aus grauen Schiefermergeln brackisch-mariner Entstehung; als wichtiger Fossilfund seien Schuppen von *Clupea (Meletta)* erwähnt. Die Basis der Bäuchlenserie kann mit den Horwerschichten = Unterstampien in Parallele gesetzt werden. Das normale Hangende dieser Basiszone besteht aus der ca. 1300 m mächtigen Nagelfluh-Sandstein-Mergelfolge des Bäuchlenkamms und ist nach der Molluskenfauna ins obere Stampien zu stellen. Innerhalb der Bäuchlennagelfluh sind die obersten Lagen am reichsten an kristallinen Komponenten. — Die recht einheitlich erscheinende Bäuchlenserie wird von kleinen Querstörungen durchsetzt, die besonders in den unteren Partien deutlich hervortreten.

Auf die Nagelfluh der Bäuchlen sind von S her die steil (50—60°) SE-fallenden Hilfernschichten aufgeschoben. Diese bestehen aus einer eintönigen Wechselfolge von grauen Schiefermergeln und Sandsteinen; Nagelfluh liess sich nur in einem einzigen Riff nachweisen (Flühlinagelfluh). Tonigsandige Mergelschiefer dieser Zone lieferten mir im Steinibach zahlreiche Skelettreste von Fischen, darunter *Amphisile Heinrichi*, *Clupea longimana*, *Cetorhinus parvus*, ferner Schuppen von *Clupea (Meletta)*. Sie beweisen das unterstampische Alter dieser Schichtserie und erlauben den Vergleich dieser Schichten mit andern Vorkommen fischführender Gesteine in der ältesten subalpinen Molasse ausserhalb der Schweiz (Savoyen, Bayern), ferner mit den dem autochthonen Sedimentmantel des Aarmassivs angehörenden (oligocänen) Glarner Fischeschiefern und endlich den Septarientonen des Rheintalgrabens bei Basel. — Im südlichsten Abschnitt, gegen den subalpinen Flysch zu, lässt sich innerhalb der Hilferzone noch eine sekundäre Aufschiebung erkennen.

Die subalpine Flyschzone — im NW auf die Molasse aufgeschoben — stellt eine tektonische Mischungszone dar. In den Flyschgesteinen (helvetischer und ultrahelvetischer Flysch, Wildflysch) treten im Untersuchungsgebiet Linsen von verschürfter Molasse, Kreide der Basis der Alpenrandkette, Taveyannazsandstein und «Leimernschichten» auf.

Die dem subalpinen Flysch mit einer Überschiebungsfläche aufruhende Kreideserie der Alpenrandkette zeigt die für die nördlichen Bezirke des helvetischen Faciesgebietes übliche Ausbildung.

Von Quartärbildungen sind auf Blatt Escholzmatt besonders Moränen weit verbreitet. Der mächtigste Schuttlieferant war der Waldemmegletscher; seine Moränen treten in grosser Verbreitung in der Talweitung N von Flühli und dann wieder im ganzen Haupttal des Entlebuch von Heiligkreuz-Schöpfheim bis gegen Escholzmatt zu auf, während im Quertal der Lammschlucht nur wenige Spuren erhalten geblieben sind.

S von Escholzmatt liegt auf dem einem alten Talboden entsprechenden Plateaus von Hütten, Rämis etc. Lokalmoränenschutt nicht genau bestimmbarer Herkunft, der aber mindestens der vorletzten Eiszeit (Riss) angehören dürfte. Auf der N-Seite der Alpenrandkette und am Gebirgszug Bäuchlen-Farnern ist es zur Bildung kleiner Lokalglätscher gekommen. Ob zur Risseiszeit der Aareglätscher selber in den NW-Teil unseres Untersuchungsgebietes hineingereicht hat, kann nicht sicher bewiesen werden.

Fluvioglaciale Schotter sind an verschiedenen Stellen auf dem Plateau Tellenmooswald-Achergutwald und im Schwandgraben NE Multigschwändeli vorhanden.

Die Talwasserscheide von Escholzmatt und die grosse Weite des Entlebucher Haupttales sprechen dafür, dass dieses seiner westlichsten Quellflüsse durch die nach SE rückläufig sich einschneidende Ilfis bei Wiggen beraubt worden ist.

---

## Anhang.

### Über die Altersbestimmung der subalpinen Molasse des Bächlen- und Fontannen-Gebietes im Entlebuch und über die Valanginienfauna des Hügels von Aeschi bei Flühli.

Von E. Baumberger, Basel.

#### I. Die Molassefossilien.

Die Altersbestimmung der Gesteinsserien, welche das Profil der subalpinen Molasse im Bächlen- und Fontannengebiet aufbauen, stützt sich auf Fossilien, in der Hauptsache Mollusken, die Herr H. FRÖHLICHER bei der geologischen Kartierung des Blattes Escholzmatt 1929—1931 an verschiedenen Stellen entdeckt und aufgesammelt hat. Ausser Betracht fällt in dieser Untersuchung die miocäne marine Molasse (Burdigalien und Helvétien) nördlich der Emme auf dem obgenannten Siegfriedblatt. Dagegen berücksichtigen wir die obermiocänen Fundstellen von Land- und Süsswasserschnecken, die Herr FRÖHLICHER auf seinen kursorischen Begehungen des nördlich vorliegenden Atlasblattes Schüpffheim und dessen Nachbargebieten im W und E aufgefunden hat. Diese Exkursionen verfolgten den Zweck, die obere Grenze des Helvétien festzulegen. Auf Blatt Escholzmatt findet sich nur ein kleiner Ausschnitt von obermiocänen Bildungen mit der einzigen Fundstelle Brandsegg. Einzelne Fundstellen auf Blatt Escholzmatt haben eine überraschend reiche Ausbeute ergeben. Im Gegensatz hiezu ist aber die Liste der sicher identifizierten Arten sehr klein, da weitaus der grössere Teil der Fossilien für eine spezifische Bestimmung ungenügend erhalten ist. In den dislozierten orogenen Sedimenten mit ihren Gerölleinschaltungen und oft grobsandigen Mergeln (Aquitän und Chattien) sind die Gehäuse nicht nur stark verdrückt, sondern sie haben meist auch ihre Schalenskulptur eingebüsst. Von einigen Fossilfundstellen, die wir im folgenden übergehen, konnten keine Arten bestimmt werden.

Auf Grund der paläontologischen Belege ergibt sich folgende Gliederung des Molasseprofils:

##### a) Silvanaschichten (Tortonien).

Es kommen folgende Fundstellen in Betracht:

1. Zopfengraben (Seitenbach des Twärengrabens), Blatt Hohmatt, in beiden Quellbächen auf ca. 950 m S Unter Ramsegg und im Eiloch. *Cepaea silvana* KLEIN.
2. Graben östlich Katzensgrat, ca. 1080 m, Bl. Hohmatt. *Cepaea silvana* KLEIN.
3. Graben W Altengratschwendi, ca. 1080 m, Bl. Trub. *Cepaea silvana* KLEIN, *Gonyodiscus euglyphoides* SANDBERGER.
4. Schwandgraben SW Brandsegg, ca. 1100 m, Bl. Escholzmatt. *Cepaea silvana* KLEIN.
5. Grosse Fontannen NE Unter Freimoos, ca. 980 m, Bl. Schüpffheim. *Cepaea silvana* KLEIN.
6. Seitenbach der Grossen Fontannen W Pilgeregg gegen Bramboden, ca. 900 m, Bl. Schüpffheim. *Planorben* (vermutlich *Coretus cornu Mantelli* DUNKER).
7. An den kleinen Seitenbächen des Goldbaches ob Glashütten (zwischen 820 und 870 m), Bl. Schüpffheim. Grosse *Planorben* (vermutlich *Pl. cornu Mantelli* DUNKER), *Gonyodiscus euglyphoides* SANDBERGER, *Cepaea silvana* KLEIN.
8. Seitenbach der Grossen Fontannen W Eimätteli, 750 m, Bl. Schüpffheim. *Planorben*, *Limnaea*, *Cepaea silvana* KLEIN.
9. Prallstelle an der Grossen Fontannen NE Ausser Eimätteli. *Planorben* und *Limnaea*.
10. Graben NE Unter Bühl bei Entlebuch, Bl. Entlebuch. *Cepaea silvana* KLEIN.

Die Planorben und Limnaeen stammen aus mehr oder weniger stark bituminösen Mergeln und bezeugen als bodenständige Formen den limnischen Charakter der Schichtserie. Unter den Landschnecken ist *Cepaea silvana* KLEIN in den Ablagerungen, welche unmittelbar auf das marine Helvétien folgen, im schweizerischen Mittelland bis in die subalpine Molassezone überall nachgewiesen. Die Molluskenfauna, der sie angehört, besitzt das Alter der schwäbischen Silvanaschichten. *Gonyodiscus euglyphoides* SANDBERGER findet sich als eingeschwemmte Landschnecke schon im Helvétien.

In gleicher Entwicklung treffen wir die tiefsten Silvanaschichten auch weiter westwärts und ostwärts. W. LIECHTI hat sie zwischen Ilfis und Emme näher verfolgt (99, 1928; vgl. meine Fossilbestimmung p. 31 und 35); A. ERNI und ich fanden 1911 die bituminösen Mergel der Tortonbasis mit Planorben und Limnaeen an der Einmündung des Fischenbaches in den Rümli.

### b) Die Mollusken des Aquitans.

Von den beiden Fundstellen, die ins Aquitan zu stellen sind, liegt die eine am linken Ufer der Waldemme, gegenüber dem Schachenhüsli, die andere, viel ergiebigere, am Schwändlengraben auf ca. 970 m E Böschholdern. Von der erstgenannten Lokalität konnte nur *Cepaea rugulosa* ZIETEN identifiziert werden. Die Fundstelle am Schwändlengraben ergab: *Cepaea rugulosa* ZIETEN, *Cyrtochilus expansilabris* SANDBG., *Triptychia antiqua* ZIETEN, die erstgenannte Art in zahlreichen Stücken. Spuren von Süßwasserschnecken haben sich nicht gezeigt. Zu diesen Mollusken gesellen sich die grubigen Früchtchen der *Grewia crenata* UNGER (Lindenart). Von den oben genannten Mollusken ist nur *Triptychia antiqua* eine aquitane Leitform. Die beiden andern Schneckenarten gehen durch die ganze untere Süßwassermolasse. *Cepaea rugulosa* ZIETEN gehört zu den häufigsten Landschnecken im Aquitanien und Stampien. Wenn auch in dem ansehnlichen Material vom Schwändlengraben die Belege für das aquitane Alter der S an die marine Molasse sich anschliessenden Gesteinsserie als recht dürftig sich erweisen, so ist dennoch an dieser Altersbestimmung nicht zu zweifeln. Es ist zu betonen, dass von Schangnau ostwärts dem Alpenrand entlang bis über den Rhein hinaus die lithologische Zusammensetzung dieser Gesteinszone dieselbe bleibt und dass in derselben an verschiedenen Stellen entscheidende paläontologische Belege in grösserer Zahl sich gefunden haben (Hohrhonen, Unterer Buchberg am Obern Zürichsee, Homberg im Toggenburg, Staudach im Vorarlberg).

### c) Die stampischen Fossilien.

Im Profil der Bäuchlen verteilen sich die Molluskfundstücke auf zwei verschiedene Gesteinshorizonte, einmal auf den Sandsteinkomplex an der Basis der Bäuchlennagelfluh und dann auf die obersten Schichten der Nagelfluh im Gebiete zwischen Bösarni und Rossweidli. In der Sandsteinzone konnten festgestellt werden:

*Cepaea rugulosa* ZIETEN. Kätherichwald, 400 m westlich der Waldemme auf 900 m, Emmebrücke bei Klusstalden und auf Lugibachweid (in 970 m, SE dem Hause) E der Waldemme.

*Pomatias antiquum* BRGT. An den nämlichen Lokalitäten.

Weit reicher an Individuen ist die Ausbeute an Mollusken im Nagelfluhgebiet SE des Bäuchlengrates:

*Cepaea rugulosa* ZIETEN. Runse NW Rossweidli, Runse W Habsucht, am Weg von Bösarni nach Hohlarni, Runse S Unter Tändli nahe der Waldemme.

*Pomatias antiquum* BRGT. Rossweidli, zwischen Bösarni und Hohlarni, Habsucht, Runse S Tändli nahe der Waldemme.

*Triptychia Escheri* MAYER-EYMAR. Rossweidli, zwischen Bösarni und Hohlarni.

*Poiretia (Pseudoleacina) spec.* Runse S Unter Tändli nahe der Waldemme.

Von den genannten Arten sind *Pomatias antiquum* BRGT. und *Triptychia Escheri* MAYER-EYMAR ausgesprochene Leitformen für das obere Stampien (Chattien). *Pomatias* liegt in zahlreichen Exemplaren vor; noch häufiger ist *Cepaea rugulosa* ZIETEN.

Die Bäuchlennagelfluh ist samt ihrer Sandsteinunterlage auf Grund der paläontologischen Belege ins Oberstampien=Chattien zu stellen.

Am Aufbau der subalpinen Profile dieses Gebietes beteiligen sich aber auch, ganz wie am Vierwaldstättersee, die brackisch-marinen Sedimente der Horwerschichten von unterstampischem Alter (Rupélien). Es sind zwei solche Sedimentkomplexe zu unterscheiden. Der nördliche liegt zwischen Aquitan und Basissandstein der Bäuchlennagelfluh. Im letzteren fanden sich Abdrücke von *Cardium* und in grauen Schiefermergeln Schuppen von *Clupea longimana* HECKEL.



aber es steht fest, dass *Haploceras Grasi* bis ins mittlere Hauterivien hinaufreicht und dass *Belemnites (Ducalia) dilatatus* im obern Valanginien und besonders im Hauterivien auftritt.

Für die vorliegende Untersuchung standen mir ausser den von Herrn FRÖHLICHER (F) gesammelten Fossilien auch die Materialien von TOBLER (T), BERNOULLI (B) und SCHIDER (S), die im Naturhistorischen Museum zu Basel liegen, zur Verfügung.

Die vorliegenden Faunenüberreste sind bezeichnend für Unterkreide: es handelt sich fast ausschliesslich um indifferente Arten, die durch mehrere Stufen der Unterkreide aushalten und deshalb für eine engere Horizontierung sich nicht eignen. So findet sich der bekannte *Toxaster complanatus* AG., dessen Hauptverbreitung ins Hauterivien fällt, durch die ganze Unterkreide. In zahlreichen Exemplaren liegt ferner eine kleine *Exogyra* aus dem Formenkreis der *Exogyra Couloni* DEF. vor, die seinerzeit von MAYER-EYMAR, in der Meinung, es handle sich im Hügel von Aeschi um Eocänbildungen, als neue eocäne Art aufgefasst und mit dem Namen *Ostrea Kaufmanni* belegt worden ist. Wie schon angedeutet, sind auch die beiden Cephalopoden, auf die SCHIDER seine Altersbestimmung für die Schichten von Aeschi stützte, nicht auf das Valanginien beschränkt. Für die Zuteilung der Kalke von Aeschi zum Valanginien spricht vor allem aus *Rhynchonella contracta* D'ORB., eine ausgesprochene Leitform für diese Kreidestufe.

Naturhistorisches Museum Basel, 20. November 1931.

Fig. 1. GEOLOGISCHE PROFILE DURCH DAS KARTENGEBIET ESCHOLZMATT

Blatt 374 des Eidg. topograph. Atlases, 1:25 000

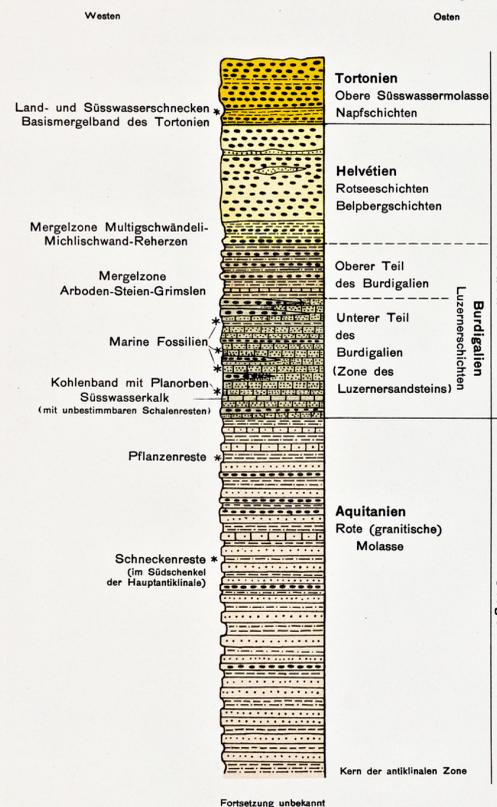
entworfen von Hugo Fröhlicher 1929-31

STRATIGRAPHISCHE PROFILE DER MOLASSEZONEN

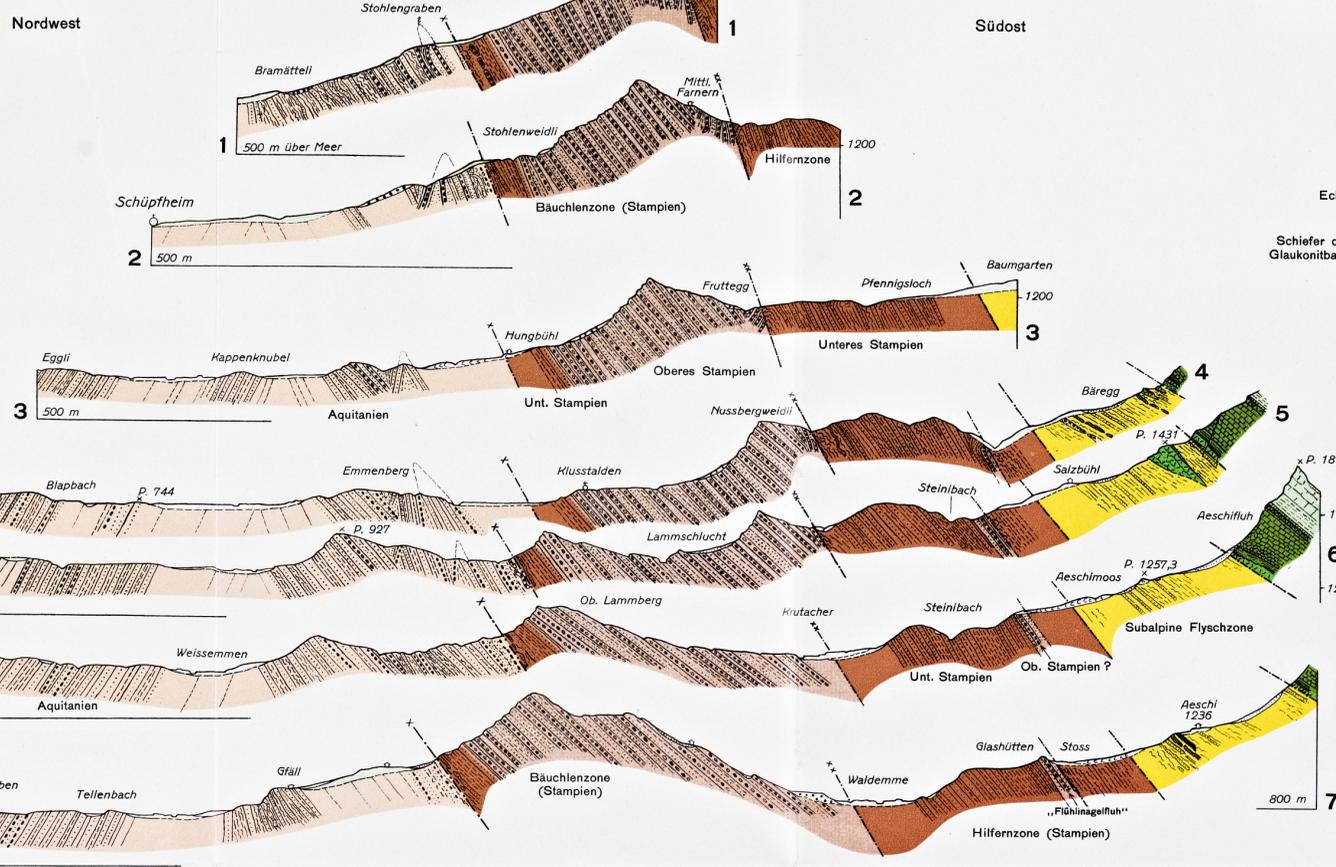
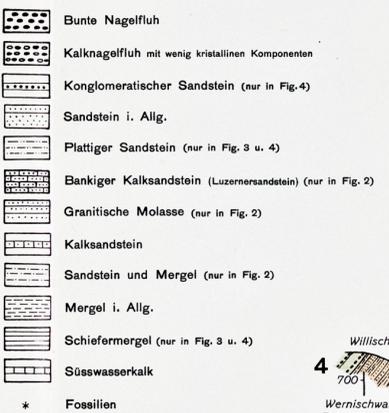
Fig. 2-4.

1:20 000

Fig. 2. Äussere Zone = Aufgerichtete und gefaltete Molasse



Lithologische Legende zu Fig. 1-4



STRATIGRAPHISCHE PROFILE DER RANDKETTE UND DER SUBALPINEN FLYSCHZONE

Fig. 5 u. 6.

1:20 000

Fig. 5. Kreideserie der Randkette

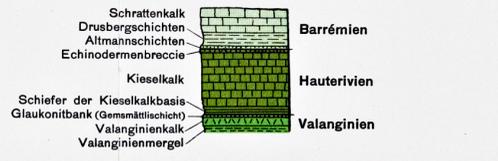


Fig. 6. Subalpiner Flysch mit Einschlüssen



Fig. 3. u. 4. Innere Zone = Aufgeschobene Molasse

Fig. 3. Bächlenserie

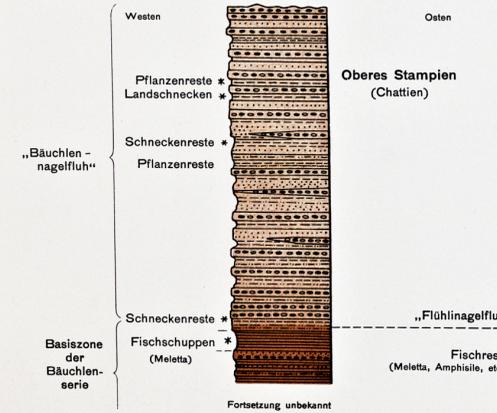
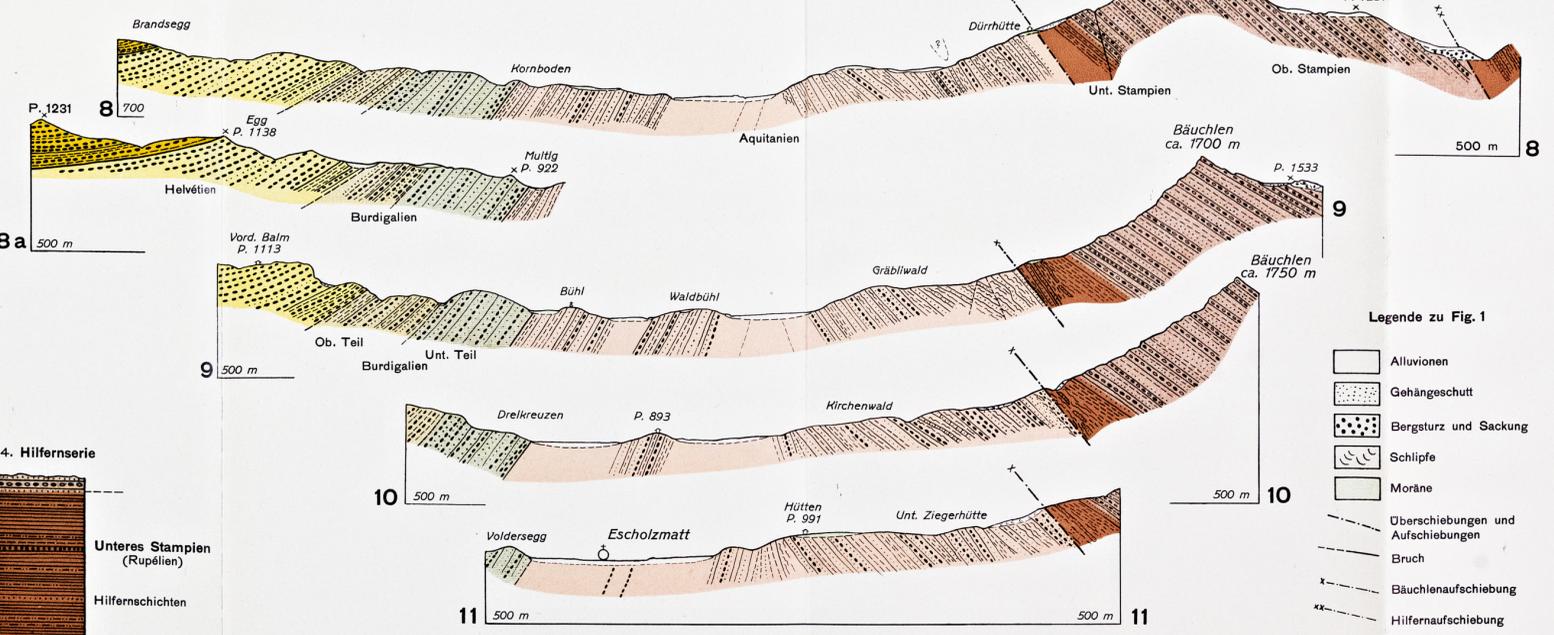
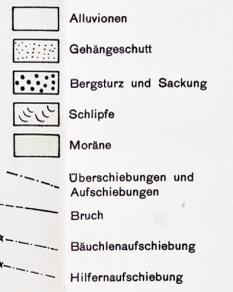


Fig. 4. Hilferserie

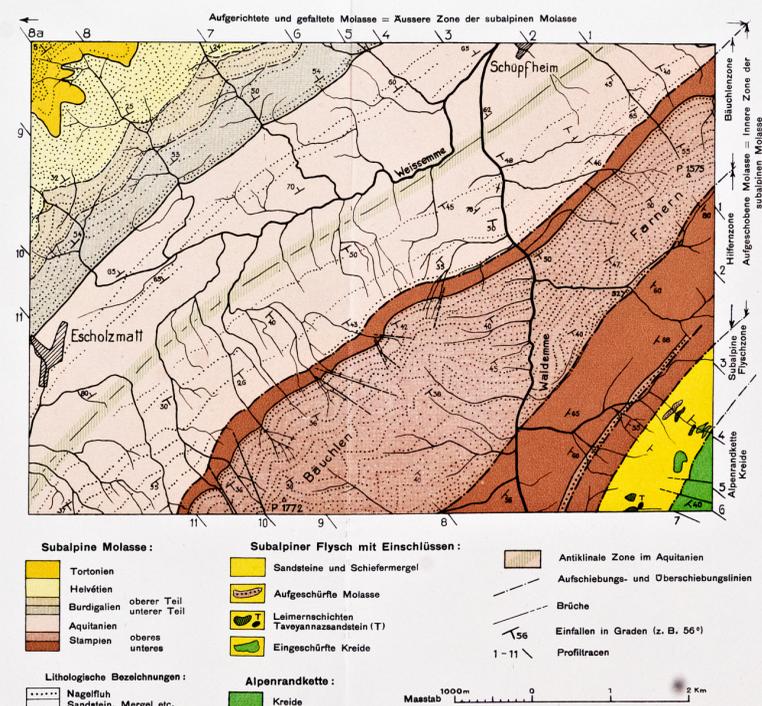


Legende zu Fig. 1



Für Molasse, Flysch und Kreide siehe stratigraphische Profile Fig. 2-6.

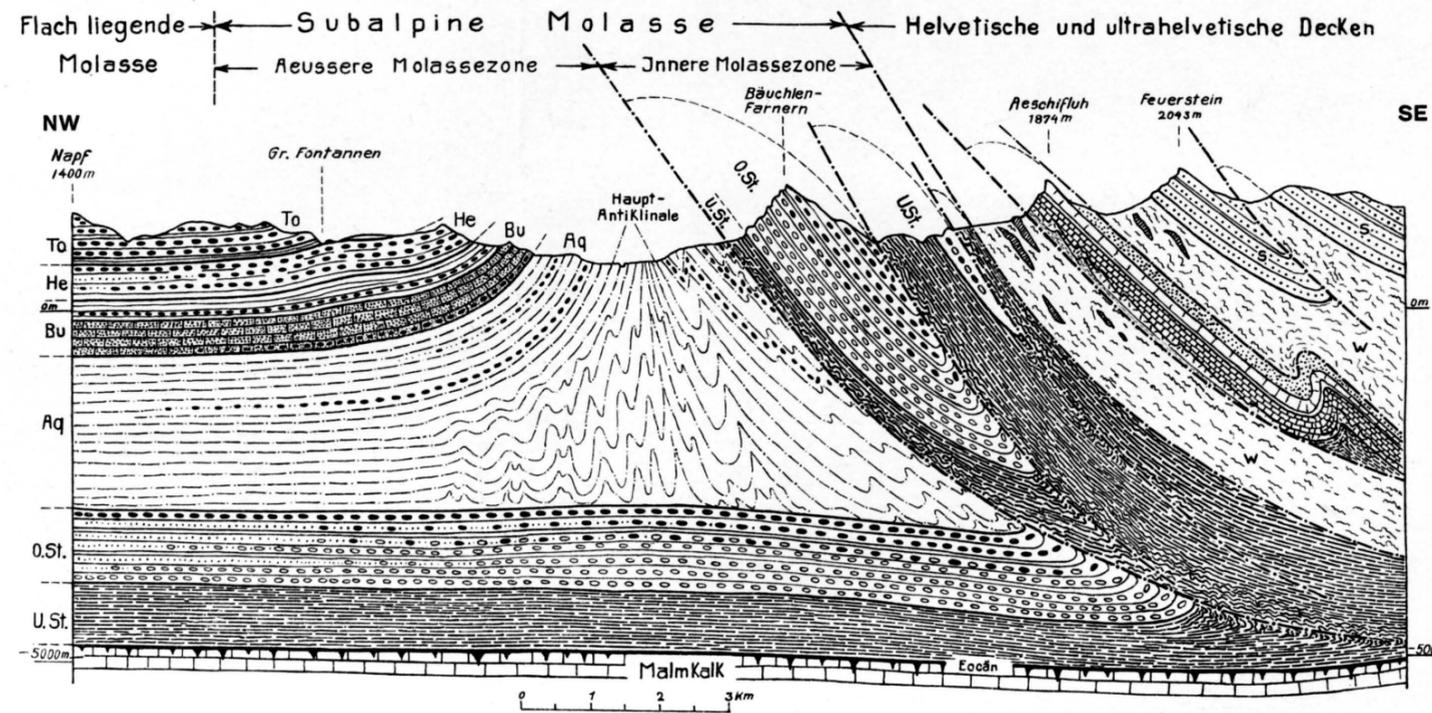
TEKTONIK DES KARTENGEBIETES ESCHOLZMATT



Masstab 1:25 000

Masstab 1:25 000

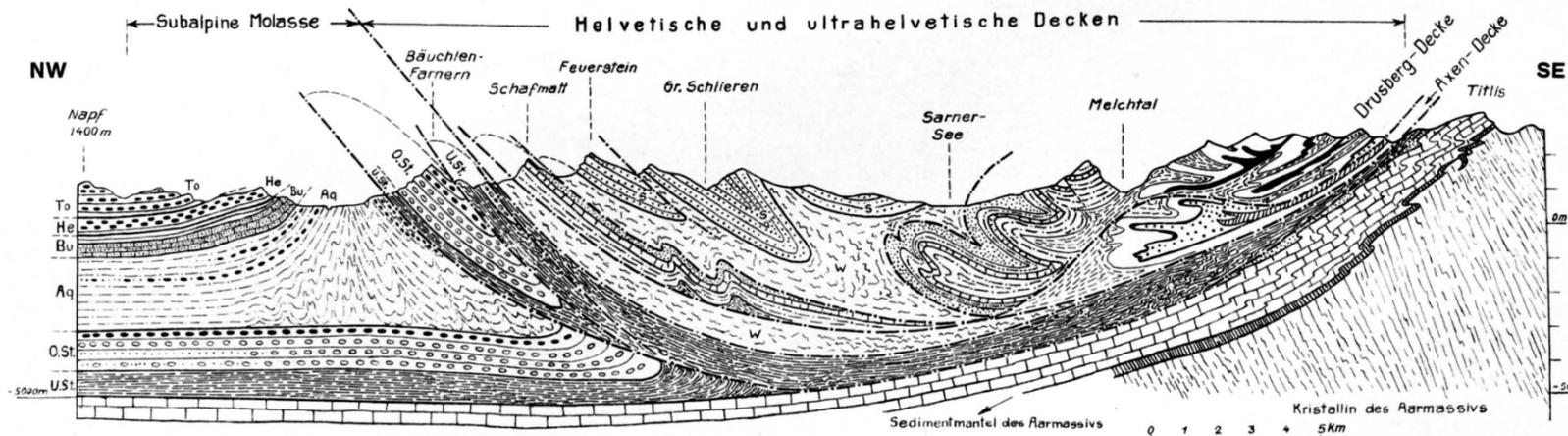
**Fig. 1**  
**Geologisches Profil**  
**des Alpenrandes im Entlebuch**  
**zwischen Escholzmatt und Schüpfheim**  
 nach der Tiefe zu theoretisch ergänzt  
 (Gebiet des Schlierenflyschs nach A. Buxtorf)



Subalpine Molasse	
To Tortonien	Bunte Nagelflüh, Sandstein und Mergel Basismergelband des Tortonien
He Helvétien	Bunte Nagelflüh
Bu Burdigalien	Bunte Nagelflüh, Sandstein und Mergel Luzernersandstein mit bunter Nagelflüh
Aq Aquitanien	Granitische Molasse, bunte Mergel und bunte Nagelflüh
O. St. Oberes Stampien	Bunte Nagelflüh verbunden mit Kalknagelflüh Sandstein und Mergel
U. St. Unteres Stampien	Schiefermergel und Sandstein lokal mit Fischresten

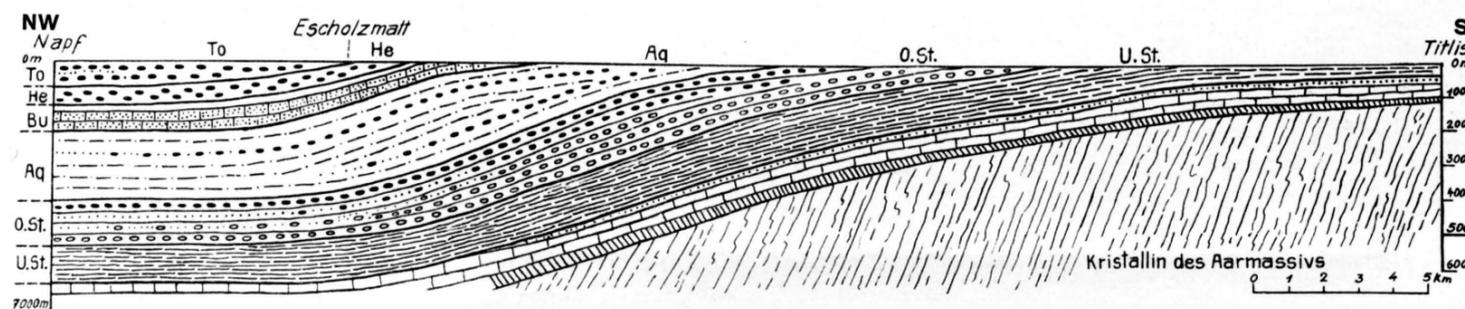
Sedimentmantel des Aarmassivs	
	Dachschiefer (z. T. abgeschürft) lokal mit Fischresten
	Eocän
	Malmkalk
	Argovien-Trias

**Fig. 2**  
**Geologisches Profil vom Napf zum Titlis**  
 nach der Tiefe zu theoretisch ergänzt  
 (Napf-Schafmatt nach eigenen Aufnahmen, Schafmatt-Sarnersee nach A. Buxtorf, Sarnersee-Titlis nach P. Arbenz)



Helvetische Decken	
Fig. 1 (Randkette)	Fig. 2
	Eocän
	Obere u. mittlere Kreide
	Schrattenkalk
	Untere Kreide (excl. Val.-Mergel)
	Valanginienmergel
	Malmkalk
	Argovien-Oxfordien
	Dogger
	Lias-Trias

**Fig. 3**  
**Die primären Sedimentationsverhältnisse**  
**der subalpinen Molasse im Entlebuch**  
 Versuch einer Rekonstruktion



Ultrahelvetiche Decke (Schlierenflysch und subalpiner Flysch)	
	Schlierensandstein
	Wildflysch
	Einschlüsse im Wildflysch
	Überschiebungen und Aufschiebungen