

BEITRÄGE
ZUR
GEOLOGISCHEN KARTE DER SCHWEIZ

HERAUSGEGEBEN VON DER GEOLOGISCHEN KOMMISSION DER SCHWEIZ. NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT
SUBVENTIONIERT VON DER EIDGENOSSENSCHAFT.

NEUE FOLGE, XII. LIEFERUNG
DES GANZEN WERKES 42. LIEFERUNG.

Geologische Beschreibung
des Klippengebietes
Stanserhorn-Arvigrat
am Vierwaldstättersee.

Mit 5 Tafeln und 2 Textfiguren.

Von
Peter Christ.

Bern.
In Kommission bei A. Francke (vorm. Schmid & Francke).
1920.
Buchdruckerei Stämpfli & Cie.

Vorwort der Geologischen Kommission.

Am 7. Februar 1920 legte Herr Dr. *P. Christ* der Geologischen Kommission das druckfertige Manuskript der vorliegenden Untersuchung vor und anerbote dieselbe zur Aufnahme in die „Beiträge“. Die Kommission nahm die wertvolle Arbeit gerne an; sie hätte aber wegen Mangel an Mitteln den Druck erst in einigen Jahren durchführen können, wenn nicht Herr Dr. *Christ* in grossmütiger Weise die gesamten Druckkosten auf sich genommen hätte. Dafür sei ihm bestens gedankt.

Die Handstücke und Fossilien sind in der geologischen Sammlung des Naturhistorischen Museums in Basel deponiert.

Für den Inhalt in Text und Zeichnung ist der Verfasser allein verantwortlich.

Für die Geologische Kommission,

Der Präsident:

Dr. Alb. Heim, a. Prof.

Der Sekretär:

Dr. Aug. Aeppli.

Vorwort des Verfassers.

Die vorliegende Arbeit entstand auf Anregung der Herren Prof. Dr. *A. Buxtorf* und Prof. Dr. *C. Schmidt*.

Vor allem spreche ich Herrn Prof. Dr. *A. Buxtorf* für die mannigfache Anregung und Unterstützung, die er mir auf Exkursionen im Felde wie bei der Ausarbeitung der gewonnenen Resultate zuteil werden liess, meinen herzlichsten Dank aus.

Herrn Prof. Dr. *C. Schmidt* danke ich für das Interesse, das er meiner Arbeit entgegenbrachte. Zu grossem Danke verpflichtet bin ich Herrn Dr. *A. Tobler*, der durch die selbstlose Überlassung seiner Sammlungen und Aufnahmeresultate wesentlich zum Entstehen der vorliegenden Arbeit beigetragen hat.

Endlich möchte ich nicht verfehlen, der *Direktion der Stanserhornbahn* für das freundliche Entgegenkommen, das sie mir stets bewiesen hat, meinen Dank auszusprechen.

Die der Arbeit zugrunde liegenden Feldaufnahmen wurden in den Sommermonaten der Jahre 1915—1917 ausgeführt.

Geologisch-paläontologische Anstalt der Universität Basel, den 31. Mai 1919.

Peter Christ.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite		Seite
Vorwort	III	V. Dogger.	
Literaturverzeichnis	V	1. Historisches	35
Einleitung	1	2. Stratigraphie, Verbreitung und Abgrenzung	36
Topographischer und geologischer Überblick	1	3. Kurzer Vergleich mit andern Gebieten der Klippendecke	42
Bisherige geologische Untersuchungen	1	4. Zusammenfassung	42
Stratigraphie.			
A. Sedimente der Klippen.		VI. Malm.	
I. Trias.		1. Historisches	42
1. Historisches	3	2. Verbreitung, Stratigraphie und Abgrenzung	43
2. Verbreitung	4	3. Kurzer Vergleich mit andern Gebieten der Klippendecke	46
3. Stratigraphische Beschreibung	4	4. Zusammenfassung	46
4. Abgrenzung nach unten und oben	7	VII Kreide.	
5. Kurzer Vergleich mit andern Gebieten der Klippendecke	7	1. Historisches	47
6. Zusammenfassung	8	2. Verbreitung, Stratigraphie und Abgrenzung	47
II. Rhät.		3. Kurzer Vergleich mit andern Gebieten der Klippendecke	48
1. Historisches	9	4. Zusammenfassung	48
2. Verbreitung	9	Zusammenfassender Überblick über die Stratigraphie und die Ablagerungsverhältnisse der Klippensedimente im Gebiete des Stanserhorns und des Arvirgates	48
3. Stratigraphische Beschreibung	9	B. Flyschbildungen der Klippenunterlage	51
4. Abgrenzung nach unten und oben	17	C. Quartärablagerungen und Oberflächengeologie.	
5. Kurzer Vergleich mit andern Gebieten der Klippendecke	18	1. Moränen der Talgletscher	52
6. Zusammenfassung	19	2. Sackungen	53
III. Hettangien.		3. Rutschungen	53
1. Historisches	19	4. Bergstürze	54
2. Verbreitung	20	5. Gehängeschutt	54
3. Stratigraphische Beschreibung	20	6. Bachschuttkegel	54
4. Abgrenzung nach unten und oben	24	7. Quellen	54
5. Kurzer Vergleich mit andern Gebieten der Klippendecke	25	Tektonik.	
6. Zusammenfassung	26	I. Die Klippen Stanserhorn und Arvirgat	57
IV. Übriger Lias.		1. Allgemeine tektonische Lage, Auflagerung	57
(Sinémurien, Lotharingien, Pliensbachien, Domérien, Toarcien, Aalénien.)		2. Spezielle Beschreibung	57
1. Historisches	26	a. Stanserhorn	57
2. Verbreitung	27	b. Arvirgat	59
3. Stratigraphische Beschreibung	27	II. Gliederung und allgemeine tektonische Lage der zentralschweizerischen Klippen	60
4. Abgrenzung nach unten und oben	34	III. Zusammenfassung	62
5. Kurzer Vergleich mit andern Gebieten der Klippendecke	34		
6. Zusammenfassung	35		

Literaturverzeichnis.

Abkürzungen.

Beitr.	= Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz.
Bull. soc. vaud.	= Bulletin de la société vaudoise des sciences naturelles.
N. J. f. M.	= Neues Jahrbuch für Mineralogie.
C. R. Ac. d. Sc.	= Comptes rendus de l'académie des sciences.
Arch.	= Archives des sciences physiques et naturelles, Genève.
Ecl.	= Eclogae geologicae Helvetiae.

1. 1834. **B. Studer.** Geologie der westlichen Schweizer-Alpen, p. 109.
2. 1851—1853. **B. Studer.** Die Geologie der Schweiz. Bd. II.
3. 1863. **J. Bachmann.** Über Petrefakten führende Jurablöcke im Flysch des Sihltal und Toggenburg. *Vierteljahrschr. d. Nat. Ges. in Zürich.* Bd. VIII, p. 34, 1 pl.
4. 1868. **E. Renevier.** Quelques observations géologiques sur les Alpes de la Suisse centrale comparées aux Alpes vaudoises. *Bull. soc. vaud.* Vol. X, p. 39, déc. 1868.
5. 1875. **J. Kaufmann.** Fünf neue Jurassier. *Jahrb. S. A. C.* 1875.
6. 1876. **O. Heer.** Flora fossilis Helvetiae. Zürich.
7. 1877. **J. Kaufmann.** Kalkstein- und Schiefergebiet von Schwyz und Zug. *Beitr.* XIV.
8. 1879. **U. Stutz.** Die Contortazone aus der Urschweiz und Terebratula diphya von der Axenstrasse. *N. J. f. M.* 1879.
9. 1884. **M. Bertrand.** Rapports de structure des Alpes de Glaris et du bassin houiller du Nord. *Bull. soc. géol. de France.* 3^e série, vol. XII, p. 318.
10. 1885. **V. Gillieron.** Description géologique des territoires de Vaud, Fribourg et Berne etc. *Beitr.* Lief. XVIII, mit Atlas.
11. 1886. **J. Kaufmann.** Emmen- und Schlierengebiet. *Beitr.* Lief. XXIV.
12. 1887. **E. Favre et H. Schardt.** Description géologique des Préalpes du canton de Vaud et du Chablais etc. *Beitr.* Lief. XXII.
13. 1890. **U. Stutz.** Das Keuperbecken am Vierwaldstättersee. *N. J. f. M.* 1890, II, p. 99—140.
14. 1893. **Ed. Quereau.** Die Klippenregion von Iberg. *Beitr.* N. F. III.
15. 1893. **H. Schardt.** Sur l'origine des Alpes du Chablais et du Stockhorn en Savoie et en Suisse. *C. R. Ac. d. Sc.* Paris, 20 nov. 1893.
16. 1893. **H. Schardt.** L'origine des Préalpes romandes. *Archives.* Vol. XXX, p. 570—583.
17. 1894. **K. Mäsch.** Geologische Beschreibung der Kalk- und Schiefergebirge zwischen dem Reuss- und Kiental. *Beitr.* XXIV, 3, mit Atlasband.
18. 1894. **Ch. Sarasin.** De l'origine des roches exotiques du Flysch. *Arch.* Vol. XXXI, p. 254—56.
19. 1895. **M. Lugeon.** Sur l'origine des Préalpes et réplique de H. Schardt. *Bull. soc. vaud.* Vol. XXXI, p. 30—33.
20. 1896. **E. Haug.** Contribution à l'étude des lignes directrices de la chaîne des Alpes. *Annales de Géographie.* Vol. V, p. 167. Paris.
21. 1897. **M. Bertrand et H. Golliez.** Les chaînes septentrionales des Alpes bernoises. *Bull. de la soc. géol. de France.* 3^{me} s., vol. XXV, p. 568.
22. 1897. **E. Haug.** Le problème des Préalpes. *Revue générale des Sciences.* T. VIII, p. 699—705. Paris.
23. 1897. **H. Schardt.** De l'origine des régions exotiques et des Klippes du versant Nord des Alpes suisses et leurs relations avec les blocs exotiques et les Brèches du Flysch. *Archives.* 4^e sér., vol. IV, p. 467—471.

24. 1897. **H. Schardt.** Question de la priorité au sujet de la théorie du recouvrement de la région des Préalpes. *Bull. soc. vaud.* Vol. XXXIII, p. 27—28.
25. 1897. **H. Schardt.** Mécanisme du recouvrement de la nappe de charriage du Stockhorn. *Actes de la soc. helv. des Sciences nat.* Luzern 1898, p. 61.
26. 1897—1898. **H. Schardt.** Die exotischen Gebiete, Klippen und Blöcke am Nordrande der Schweizer-Alpen. *Ecl.* Vol. Nr. 4, p. 233—250.
27. 1898. **H. Schardt.** Les régions exotiques du versant Nord des Alpes suisses. *Bull. soc. vaud.* Vol. XXXIV, p. 113—219.
28. 1899. **E. Haug.** Les régions dites exotiques du versant Nord des Alpes suisses. Réponse au Dr H. Schardt. *Bull. soc. vaud.* Vol. XXXV, p. 114—161.
29. 1899. **H. Schardt.** Les Préalpes romandes. Un problème de géologie alpine. *Bull. soc. neuchâteloise des Sciences naturelles.* Vol. XI, p. 5—26.
30. 1899. **A. Tobler.** Vorläufige Mitteilung über die Geologie der Klippen am Vierwaldstättersee. *Ecl.* Bd. XI, p. 7—14.
31. 1900. **E. Hugl.** Die Klippenregion von Giswyl. *Dcnkschr. d. schw. Naturf. Gesellsch.* Bd. XXXVI, 2.
32. 1900. **H. Schardt.** Encore les régions exotiques; répliques aux attaques de M. E. Haug. *Bull. soc. vaud.* Vol. XXXVI, p. 147—169.
33. 1901. **M. Lugeon.** Sur la découverte d'une racine des Préalpes suisses. *C. R. Ac. d. Sc.* Paris, 7 janvier 1901.
34. 1902. **M. Lugeon.** Les grandes nappes de recouvrement des Alpes du Chablais et de la Suisse. *Bull. soc. géol. de la France.* 4^e série, vol. I, p. 723—825.
35. 1902. **M. Lugeon.** Les grandes dislocations et la naissance des Alpes suisses. *Actes de la soc. helv. des Sciences nat.* Genève 1902, p. 141—153.
36. 1902. **E. Haug.** Remarques sur la communication de M. Lugeon. *Bull. soc. géol. de la France.* 4^e série, vol. II, 17 février 1902.
37. 1902—1903. **H. Schardt.** A propos de la conférence de M. Lugeon: „Les grandes dislocations et la naissance des Alpes suisses“, et réponse de M. Lugeon. *Ecl.* Vol. Nr. 4, p. 343—346.
38. 1903. **M. Lugeon.** Les grandes nappes de recouvrement des Alpes suisses. *C. R. Congrès géol. internat. de Vienne.* Vienne 1904, p. 477—492.
39. 1903. **G. Termier.** Les nappes des Alpes occidentales et la synthèse des Alpes. *Bull. soc. géol. de la France.* 4^e série, vol. III, p. 711—766.
40. 1905. **A. Tobler und A. Buxtorf.** Programm für die Exkursionen der Schweiz. Geol. Gesellschaft in die Klippenregion am Vierwaldstättersee, mit 2 Tafeln. 1905.
41. 1905. **A. Tobler und A. Buxtorf.** Berichte über die Exkursionen der Schweiz. Geol. Gesellschaft in die Klippenregion am Vierwaldstättersee vom 12. bis 16. Sept. 1905. *Ecl.* Vol. 9, Nr. 1.
42. 1905. **G. Steinmann.** Geologische Beobachtungen in den Alpen. II. Die Schardt'sche Überfaltungstheorie usw. *Ber. d. naturf. Ges. zu Freiburg i. Br.* Vol. XVI, p. 18—67.
43. 1906. **Fr. Jaccard.** La théorie de Marcel Bertrand, ou quelques réflexions sur la note de G. Steinmann, intitulée: „Die Schardt'sche Überfaltungstheorie“. *Bull. soc. vaud.* Vol. XLII, p. 113—123.
44. 1906. **H. Schardt.** La théorie de Marcel Bertrand, réponse à Fr. Jaccard. *Bull. soc. vaud.* Vol. XLII, p. 43—44 (R).
45. 1906. **H. Schardt.** La tectonique générale des Alpes suisses. *Archives.* Vol. XXII, p. 354—357.
46. 1906—1907. **H. Schardt.** Les vues modernes sur la tectonique et l'origine de la Chaîne des Alpes. *Archives.* Vol. XXIII.
47. 1907. **C. Schmidt, A. Buxtorf und H. Preiswerk.** Führer zu den Exkursionen der deutschen geologischen Gesellschaft im südlichen Schwarzwald, im Jura und in den Alpen. Basel.
48. 1907. **C. Schmidt.** Über die Geologie des Simplongebietes und die Tektonik der Schweizer-Alpen. *Ecl.* Vol. IX, p. 484—584.
49. 1907. **G. Niethammer.** Die Klippen von Giswyl am Brünig. *Centralbl. f. Min., Geol. u. Pal.* 1907, Nr. 16.

50. 1908. **J. Oppenheimer.** Über den Dogger und Malm der exotischen Klippen am Vierwaldstättersee. *Mitt. d. geol. Ges. in Wien.* Vol. I, p. 486—503.
51. 1908. **F. Trauth.** Über den Lias der exotischen Klippen am Vierwaldstättersee. *Mitt. d. geol. Ges. in Wien.* Vol. I, p. 413—486, pl. XV—XVI.
52. 1908. **H. Schardt.** L'évolution tectonique des nappes de recouvrement. *Ecl.* Vol. X, p. 484—487.
53. 1909. **W. Schmidt.** Einige Rhätfaunen aus den exotischen Klippen am Vierwaldstättersee. *Mitt. d. geol. Ges. in Wien.* Bd. II, p. 203—212.
54. 1909. **A. Jeannet.** Faits nouveaux de stratigraphie préalpine. *Ecl.* Vol. X, p. 743—744.
55. 1910. **W. Paulcke.** Tertiär im Antirhätikon und die Beziehungen der Bündnerdecke zur Niesenflyschdecke und der helvetischen Region. *Centralbl. f. Min., Geol. u. Pal.* Nr. 17, p. 540—548.
56. 1910. **A. Buxtorf.** Erläuterungen zur geol. Karte des Bürgenstocks. *Beitr. Spezialk.* Nr. 27^a, Erl. Nr. 9.
57. 1910. **F. Zyndel.** Über die Tektonik von Mittelbünden. *Verh. d. schweiz. Naturf. Ges.* Basel 1910. Bd. I.
58. 1911. **E. Argand.** Les nappes de recouvrement des Alpes occidentales et les territoires avoisinants. *Essai de carte structurale 1 : 500,000 (Profils 1 : 400,000).* *Beitr. N. F.* XXVII, Carte n° 64, 3 Profiltafeln.
59. 1912. **A. Jeannet et F. Rabowski.** Le Trias du bord radical des Préalpes médianes entre le Rhône et l'Aar. *Ecl.* Vol. XI, p. 739—747.
60. 1912. **P. Arbenz.** Der Gebirgsbau der Zentralschweiz. *Verh. d. schw. Naturf. Ges.* 95. Jahresvers., Atdorf 1912, II. Teil.
61. 1912. **F. Zyndel.** Kurze Mitteilung über die Bündnerschiefer-Region des Schams und Avers. *Ecl.* Vol. 12, Nr. 4.
62. 1912. **F. Zyndel.** Über den Gebirgsbau Mittelbündens mit 4 Tafeln. *Beitr. N. F.* Lief. XLI.
63. 1913. **L. Horwitz.** Quelques résultats d'un levé géologique dans les Alpes fribourgeoises. *Comptes rendus soc. d. Sc. de Varsovie.* VI^e année, fasc. 5.
64. 1913. **A. Jeannet.** Monographie géologique des Tours d'AY et des régions avoisinantes (Préalpes vaudoises). Première partie. *Beitr. N. F.* Lief. XXXIV, 1.
65. 1913. **P. Arbenz.** Bericht über die Exkursion der Schweizerischen Geologischen Gesellschaft in die Obwaldner Alpen. 10.—13. Sept. 1913. *Ecl.* Vol. XII, Nr. 5, p. 689—721, pl. 22 u. Enl.
66. 1914. **L. Horwitz.** Sur le lias du massif des Bruns et de ses annexes. *Proc. verb. soc. vaud. Sc. nat.* 21 janvier 1914.
67. 1914. **M. Lugeon.** Sur quelques conséquences de la présence de lames cristallines dans le sous-bassement de la zone du Niesen. *C. R. Ac. d. Sc.* 16 novembre 1914.
68. 1915. **Ch. Sarasin.** La zone des Cols entre Rhône et Grande-Eau. *Arch.* 4^e période, tome XL, p. 1—42.
69. 1916. **D. Trümpy.** Geologische Untersuchungen im westlichen Rhätikon. *Beitr. N. F.* Lief. XLVI, Abt. II.
70. 1916. **E. Argand.** Sur l'arc des Alpes occidentales. *Ecl.* Vol. XIV, n° 1, p. 145—191, 2 pl.
71. 1916. **A. Buxtorf, A. Tobler u. a.** Geologische Vierwaldstätterseekarte 1 : 50,000. *Beitr. Spezialk.* Nr. 66^a, hierzu Profiltafel Nr. 66^b.
72. 1916. **M. Lugeon.** Sur l'origine des blocs exotiques du Flysch préalpin. *Ecl.* Vol. XIV, Nr. 2.
73. 1916. **R. Staub.** Zur Tektonik der südöstlichen Schweizeralpen. *Beitr. N. F.* Lief. XLVI, I. Abt., mit tekt. Karte 1 : 250,000 und schemat. Profilen.
74. 1916. **A. Buxtorf.** Erläuterungen zur geol. Karte der Rigihochnahkette. *Beitr. Spezialk.* 29^a, Erl. 14.
75. 1917. **E. Gagnebin.** La tectonique des Pléiades et le problème du Wildflysch. *Proc. verb. soc. vaud. Sc. nat.* 4 avril 1917.
76. 1917. **A. Buxtorf.** Über ein Vorkommen von Malmkalk im subalpinen Flysch des Pilatusgebietes. *Verh. d. Nat. Ges. in Basel.* Bd. XXVIII, p. 2.
77. 1917. **R. Staub.** Das Äquivalent der Dent Blanche-Decke in Bünden. *Vierteljahrschrift d. naturf. Ges. Zürich.* Bd. 62.

78. 1917. **R. Staub.** Über Faciesverteilung und Orogenese in den südöstlichen Schweizeralpen, mit 4 Tafeln. *Beitr. N. F. Lief. XLVI, Abt. III.*
79. 1917. **L. Horwitz.** Anciens plis dans les Préalpes médianes. *Proc. verb. soc. vaud. Sc. nat.* 19 décembre 1917.
80. 1917. **C. Schmidt.** Erläuterungen zur Karte der Fundorte von mineralischen Rohstoffen in der Schweiz. 1 : 500,000. *Beitr. zur Geologie der Schweiz. Geotechn. Serie.*
81. 1918. **L. Horwitz.** Sur le faciès des dépôts liasiques dans quelques régions des Préalpes médianes. *Proc. verb. soc. vaud. sc. nat.* 20 février 1918.
82. 1918. **P. Christ.** Sur la position paléogéographique de quelques Klippes de la Suisse centrale. *Proc. verb. soc. vaud. Sc. nat.* 3 avril 1918.
83. 1918. **A. Jeannet.** Monographie géologique des Tours d'Ay et des régions avoisinantes (Préalpes vaudoises). Deuxième partie. *Beitr. N. F. Lief. XXXIV, p. 2.*
84. 1918. **A. Buxtorf.** Über die tektonische Stellung der Schlieren- und der Niesen-Flyschmasse. *Verhandl. d. naturf. Ges. Basel.* Bd. XXIX.
85. 1919. **F. de Loys.** Des lambeaux de Flysch exotique dans le massif des Dents du Midi. *Proc. verb. soc. vaud. Sc. nat.* 29 janvier 1919.
86. 1919. **P. Arbenz.** Probleme der Sedimentation und ihre Beziehungen zur Gebirgsbildung in den Alpen. *Alb. Heim-Festschrift, Vierteljahrsschrift d. naturf. Ges. Zürich.* Bd. LXIV, p. 246—275.
87. 1919. **R. Staub.** Über das Längsprofil Graubündens. *Alb. Heim-Festschrift,* p. 295—335.
88. 1919. **J. Cadisch, W. Leupold, H. Eugster und R. Brauchli.** Geologische Untersuchungen in Mittelbünden. *Alb. Heim-Festschrift, Vierteljahrsschrift d. naturf. Ges. Zürich.* Bd. LXIV, p. 359—417.
-

Einleitung.

A. Topographischer und geographischer Überblick.

Stanserhorn und *Arvigrat* bilden das Nordende der das Engelberger- und Melchtal trennenden Bergkette. Ausserlich unterscheiden sie sich durch ihren scheinbar ungegliederten, klotzartigen Aufbau von den reich gebänderten und gefalteten Kreideketten ihrer Umgebung. Ihre Hauptgipfel erreichen im Arvigrat 2018, im Stanserhorn 1901 Meter ü. M. Umgrenzt wird das Gebiet im Westen und Norden durch die Senke zwischen Muetterschwanderberg-Rotzberg und Stanserhorn (Strasse Stans-Kerns), im Osten durch das *Engelberger Tal* (bis Dallenwil), *Steinibach*-Gummen, im Süden von *Kernalperbach*, *Arvisattel*, wie ich der Einfachheit halber die Depression zwischen P. 2018 und P. 2088 nenne, *Blackenalpbach*, *Rüfibach*. Die beiden genannten Gipfel bilden zwei durch den breiten Sattel des Gross-Ächerli gutgetrennte, ziemlich ungegliederte Massen; einzig vom im allgemeinen S-N gerichteten Arvigrat trennt sich ein Bergrücken ab und streicht als *Miserengrat* nordostwärts. Das Stanserhorn zeigt von S und N das Bild eines gestreckten, ostwärts absteigenden Bergkammes mit schroff abfallenden Endigungen; von O oder W aber erscheint es als steile Doppelpyramide, deren nördlicher Hauptgipfel vom niedrigeren Südgipfel, dem *Kleinhorn*, durch den scharfen Einschnitt der *Krinne* getrennt ist. Die Längsachse streicht WSW-ENE. Der Arvigrat bietet im östlichen und südlichen Teil das Bild eines felsigen Kammes, dem sich im NW stark bewaldete Hügel und Felsköpfe anschliessen; der eigentliche Gipfelstock besteht aus mehreren Gipfelchen, die z. T. felsig, z. T. mit Weide bedeckt und durch wenig tiefe Mulden voneinander getrennt sind. Stanserhorn, Arvigrat und Miserengrat umschliessen die weiten Alp- und Wiesengebiete des *Dürrenboden*, der *Treichi-Alpen* und von *Wiesenberg*.

Von grösseren Wasserläufen sind in unserem Gebiet ausser den obengenannten Grenzbächen höchstens noch der *Mehlbach* und *Rübibach* zu nennen, von denen der erste mit seinem Zufluss, dem *Ebnetgraben*, seinen Ursprung am Nordfuss des Arvigrates nimmt, während der zweite am Südfuss des Kleinhorns entspringt. Ausserdem sind West- und Südflanke des Stanserhorns durchfurcht von meist nur wenig Wasser führenden, aber steilen und scharf markierten Rinnen, die als Gräben bezeichnet werden. Dabei unterscheiden sich wieder die fast ganz trockenen, felsigen Rinnen der Westflanke, die ihren Ursprung wahrscheinlich dem Kernwald-Bergsturz verdanken, von den wenig tiefen und breiten Gräben der Südseite, die durch Erosion entstanden sind. Von N nach S folgen sich *Bründli-graben*, *Kohlgraben*, beide über einer Steilwand endigend und ohne Wasserführung, weiter *Brandgraben* und *Rübigraben*, deren spärliche Wasserläufe sich unterhalb Mettenberg vereinigen; der Südseite entlang führen von W nach O *Schulterngraben*, *Schwandgraben*, *Lochgraben* und *Lückengraben*, alle benannt nach Alphäusern an ihrem Fusse, ihre Rinnsale dem Steinibache zu.

Geologisch sind im untersuchten Gebiete zu unterscheiden:

1. die *Klippen* selbst, bestehend aus ortsfremden Gesteinen der Trias, des Jura und der Kreide.
2. die unmittelbare *Unterlage der Klippen*, bestehend aus Flyschbildungen mit verschiedenartigen Einschlüssen. Nicht mehr in den Rahmen meiner Arbeit fällt die weitere Unterlage, die Kreidesteine der helvetischen Decken.

B. Bisherige geologische Untersuchungen.

Die ersten zuverlässigen Angaben über den Bau der Gegend am Vierwaldstättersee gibt *B. Studer* (2. Bd. 2, S. 174—176). Er zeichnet nach Brunner und Escher ein Profil durch Buochserhorn und Musenalp; da er aber Gips und Rauhwaacke noch zum Flysch rechnet und die Jurakalke den Rudistenkalken der Kreide gleichstellt, kann er zu keinem klaren Ergebnis kommen.

Mehr als zwei Jahrzehnte später (1874) macht *J. Kaufmann* in Verbindung mit *C. Moesch* bei Anlass der letzten Aufnahmeanbeiten für die neue erscheinende geologische Karte der Schweiz

1:100,000 die Entdeckung, dass im Vierwaldstätterseebecken mehrere Berge aufragen, die sich, abweichend von dem sie umgebenden Gebirge, vornehmlich aus jurassischen Sedimenten aufbauen; zu diesen „Fünf neuen Jurassiern“ zählt er Mithen, Buochserhorn (inkl. Kleven und Musenalp), Stanserhorn (inkl. Arvirat), Jenzimattberg und Rotspitz.

Wenig später entdeckt *U. Stutz* (8. S. 363) die Zone der *Avicula contorta* am Buochserhorn und beweist das triadische Alter von Gips und Rauhwacken.

1886 erscheint von *J. Kaufmann* (11. S. 103—115) die erste ausführliche Beschreibung eines Teiles meines Untersuchungsgebietes, und zwar des Arvirates. Die in diesem Werke bewundernswert genau festgelegten Beobachtungen bilden eine Grundlage, auf die man bei jeder Neubearbeitung wieder mit Freude und Nutzen zurückgreifen kann. Die Profilzeichnung im zugehörigen Atlas (Tafel XXVIII, Fig. 6) zeigt das Bild des Berges: eine jurassische Sedimenttafel auf oberer Kreide liegend, wie wir es noch heute wiedergeben.

Wenige Jahre später veröffentlicht *U. Stutz* (13. S. 99 und folgende) seine Untersuchungen im „Keuperbecken am Vierwaldstättersee“. Seine wichtigsten Ergebnisse sind stratigraphischer Natur, gestützt auf reiches Fossilmaterial.

1893—94 folgt die von *C. Mäesch* (17. S. 85 u. f.) verfasste Detailbeschreibung vom Buochserhorn und Stanserhorn, in der wieder vor allem die Stratigraphie berücksichtigt wird. Die damaligen tektonischen Anschauungen über diese Klippen erläutert der beigelegte Atlas (Tafel XII und XXXI, Fig. 5); durch etwas mehr Theorie und etwas weniger Beobachtung geführt, fasst *C. Mäesch* die älteren Schichten als kuppelförmige Stöcke auf, die ihren Mantel von oberkretazischen Gesteinen durchstossen und die an Ort und Stelle wurzeln.

Unterdessen waren im Westen die Marcel Bertrandschen Ideen wieder aufgelebt. 1893 publiziert *H. Schardt* seine epochemachende Theorie von der Wurzellosigkeit und süd-alpinen Herkunft der Préalpes romandes sowie aller Klippengebiete des Alpennordrandes.

In dem darauf entbrennenden Kampf zwischen alten und neuen Anschauungen trägt schliesslich die Schardtsche Theorie den Sieg davon und wird in hervorragender Weise durch ihren einstigen Gegner *M. Lugeon* (34) weiter ausgedehnt und ausgebaut.

Diese Neuorientierung der ganzen Alpentektonik hat es notwendig erscheinen lassen, die Klippen am Vierwaldstättersee neu zu untersuchen. Mit dieser Aufgabe wurde 1897 von der Schweizerischen Geologischen Kommission *A. Tobler* betraut, der sich schon vorher mit der Bearbeitung der logatweise an das Naturhistorische Museum in Basel übergegangenen Sammlungen von *Ulrich Stutz* beschäftigt hatte. Schon 1899 veröffentlicht er eine *Vorläufige Mitteilung* (30), in der vor allem die Stratigraphie der exotischen Sedimente eine neue Gliederung erfährt und durch die Entdeckung von Kreide bereichert wird. Auf diesen Resultaten fussend, gelingt es *Tobler*, die einzelnen Klippen in verschiedene Zonen einzuteilen und diese mit solchen aus den Freiburger Alpen zu parallelisieren.

Zehn Jahre später wird ein Teil des grossen von *U. Stutz* und *A. Tobler* zusammengebrachten Sammlungsmaterials paläontologisch und stratigraphisch bearbeitet durch *W. Schmidt* (Rhät) (53), *Friedr. Trauth* (Lias) (51) und *J. Oppenheimer* (Dogger-Malm) (50). Die Aufnahmen und Beobachtungen von *A. Tobler* haben eine übersichtliche Darstellung gefunden auf der „*Geologischen Vierwaldstätterseekarte*“ und der zugehörigen *Profiltafel*, welche letztere auch die stratigraphischen Verhältnisse zu übersichtlicher Darstellung bringt. Da aber noch eine ausführliche stratigraphische Beschreibung dieses Gebietes wünschenswert erschien, wurde ich im Sommer 1915 durch die Herren Professor *A. Buxtorf* und Dr. *A. Tobler* zur vorliegenden Arbeit angeregt. Dabei stand mir der von *A. Tobler* verfasste Abschnitt „Klippen“ der in Arbeit stehenden „*Erläuterungen zur geologischen Vierwaldstätterseekarte*“ als Manuskript zur Verfügung. Von grosser Bedeutung für die Bearbeitung meines Gebietes war die Arbeit *Jeannets* (64, 84), in welcher eine eingehende Darstellung der Stratigraphie der gesamten Klippendecke gegeben wird, an die ich mich in mancher Hinsicht angeschlossen habe.

Stratigraphie.

A. Sedimente der Klippen.

I. Trias.

1. Historisches.

In den sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts haben *Alphonse Favre* und *E. Rencvier* in den Meinungskampf über Triasvorkommen vor allem in den westlichen Voralpen entscheidend eingegriffen, indem sie die meisten Vorkommen von Rauhwacken, Dolomiten und Gips in den Schweizer-Alpen endgültig der Trias zuwiesen. Immerhin ist diese Auffassung noch längere Zeit von verschiedenen Seiten angegriffen worden, und die Angaben über tertiäre Gips- und Rauhwackevorkommen sind auch in der späteren Literatur nicht selten.

J. Kaufmann, der als erster im Jahre 1874 die zentralschweizerischen Klippen als isoliert stehende jurassische Gebilde erkannte, erwähnt (5) Rauhwacke und Dolomit in Verbindung mit Keupermergeln. Über das Alter des in der Regel damit verknüpften Gipses gibt er dagegen kein bestimmtes Urteil ab.

Viel klarer und bestimmter hat sich wenig später *U. Stutz* ausgesprochen. Die Entdeckung der *Avicula contorta*-Schichten am Buochserhorn veranlasste ihn, sich dahin auszusprechen, „es könne keinem Zweifel unterliegen, dass der Gips und die Rauhwacke unter den genannten Kössener Schichten liegen und also dem Keuper angehören müssen und nicht dem eozänen Flyschgebiet, wie die geologische Karte angibt“. Trotz dieser klaren Meinungsäußerung von *Stutz* hat *Kaufmann* auch späterhin in seiner ausführlichen *Beschreibung der Emmen-Schlieregegenden* 1886 (11) die Gips- und Rauhwackevorkommen mit gewissem Vorbehalt unter dem Wildflysch aufgezählt (S. 554), erwähnt aber ausdrücklich eine mündliche, auf den Arvirat sich beziehende Mitteilung von *C. Mäsch* (1884), nach welcher dieser den dortigen „Komplex der bunten Tone und der dolomitischen Kalke“ für Keuper erklärt.

Im Jahre 1890 kommt *U. Stutz* nochmals eingehend auf die Keuperbildungen des Vierwaldstätterseegebietes zu sprechen. In den Kössener Schichten ist es ihm gelungen, an den Mithen Sandsteine mit Equiseten aufzufinden; er gibt die folgende Gliederung der Trias:

Kössener Schichten:

Gelber Dolomit	30—60 m	
Mergel und Sandsteine	zirka 60 m	(<i>Equisetum columnare</i> , grelle Mergel)
Rauhwacke	zirka 30 m	
Gips	zirka 120—150 m	

In seiner „*Beschreibung der Kalk- und Schiefergebirge zwischen Reuss- und Kiental*“ übernimmt *C. Mäsch* (17) die von *U. Stutz* gegebene Trias-Gliederung. Am eingehendsten wird die schon damals in Ausbeutung stehende *Gipsgrube von Rohren* beschrieben, ferner die Vorkommen von Feltschi und Dallenwil, sodann auch die Rauhwacke und bunten Mergel vom Brandgraben und Rübigraben. Von Rohren beschreibt er ein aufgemessenes Profil, das heute nicht mehr auffindbar ist; vermutlich dürfte es an der Stelle der heutigen Transportbahn unterhalb des Bruches aufgeschlossen gewesen sein und wahrscheinlich in einem abgerutschten Schichtpaket gelegen haben. Nicht bestätigen konnte ich die „grünlichen Granite und rauchgrauen Kalkbrocken“, die *Mäsch* über und in den bunten Mergeln im Hangenden des Gipsprofils von Rohren gefunden haben will.

A. Tobler (30) erwähnt 1899 ebenfalls Gips, Rauhwanke, rötiartigen Dolomit und bunte Mergel als zur Trias gehörig und gibt wenig später im *Exkursionsprogramm von A. Tobler und A. Buxtorf* 1905 (41) auf Tafel 2 folgende genauere Gliederung:

Rhät,
rötiartiger Dolomit,
Rauhwancken und bunte Mergel,
sandige Mergel mit Equiseten (Mithen).
Gips.

2. Verbreitung.

Die Trias bildet das unterste Glied der Klippenschichtserie und ist in der Regel überall da anzutreffen, wo die Klippen bis zu ihrem Fuss angedriert worden sind. So finden sich Triasgebilde am ganzen Nordfuss des Stanserhorns, ferner westlich und südlich desselben in den Alpgelieten von Brand, Mettenberg, Feltschi und am Grunde des Steinibachtobels; ebenso bilden sie die Unterlage der Arvigratklippe, an deren Süd- und Ostende, sowie des Miserengrates von Eggalp bis Hintergummen. Die Mächtigkeit und das Auftreten der Trias ist am Stanserhorn und Arvigrat in hohem Masse von tektonischen Einwirkungen abhängig. Stellenweise tritt die ganze Serie in vollem Umfang auf, kann aber nur wenige hundert Meter davon entfernt bis auf ein dünnes Band oder sogar vollständig ausgequetscht sein, wie z. B. an der Ostflanke des Stanserhorns (Gisi).

3. Stratigraphische Beschreibung.

Den wichtigsten Trias-Aufschluss im Gebiete des Stanserhorns bilden zurzeit die *Gipsbrüche von Rohren* (Ennetmoos), die von der Gips-Union A.-G. ausgebeutet werden. Westlich Rohren, etwas oberhalb des Hofes Rübenen, ist der Gips auf zirka 600 m Länge und im Maximum auf 30 m Höhe aufgeschlossen. Bis zum Jahre 1916 wurde neben Tagbau in kurzen Stollen abgebaut. Infolge dieser Arbeiten ist im Winter und Frühjahr 1917 die Gesteinsmasse über den Stollen abgerutscht und hat den ganzen Abbau langsam unter Mergeln und Rauhwankeblöcken begraben; dabei ist auch das folgende von mir im Sommer 1916 aufgemessene Profil verschüttet worden:

den oberen Rand des Steilhanges bilden Bergsturzschtutt und glaziale Ablagerungen des Aaregletschers.

Darunter folgen:

17. bunte, oft schiefrige Mergel, rot, grün, grau, mit einigen wenig mächtigen (20—80 cm) Bänken von dolomitischem Kalk	zirka 8.0 m
16. Rauhwanke mit Einschlüssen von grossen Dolomitbrocken	3.2 "
15. graue bis gelbe Mergel	0.6 "
14. rot anwitternder, rötlicher Gips mit dünnen, vorwiegend grünlichen Mergelbändern und -schlieren und einer schmalen Rauhwanke-Zwischenlage im untern Teil	7.2 "
13. vorwiegend gelbe Mergel mit Rauhwanke-Stücken und -Bändchen	6.0 "
12. Rauhwanke	1.1 "
11. gelbe Rauhwanke Mergel	2.9 "
10. weisser, mit Mergelplättchen verunreinigter Gips	1.0 "
9. Mergel	0.2 "
8. Rauhwanke	0.6 "
7. Mergel	0.3 "
6. Rauhwanke	1.8 "
5. dünnes Mergelband	0.1 "
4. weisser, ziemlich reiner Gips, sogenannter Marmorgips, mit wenigen ganz dünnen Zwischenlagen von Mergeln	15.0 "
3. durch graue Mergel verunreinigter, „gebänderter“ Gips	3.0 "

2. weisser, reiner Gips 3.0 m
 1. 60—150 cm mächtige Bänke von mehr oder weniger reinem Gips mit 10—30 cm mächtigen Zwischenlagen von grauen Mergeln 10.0 „
 Das Liegende verdeckt die Abbaualde.

Mächtigkeit der ganzen hier aufgeschlossenen Trias-Serie zirka 64.0 m.

Bemerkenswert ist die Tatsache, dass sich in den Stollen schon in zirka 30 m Tiefe Massen von grobkristallinem *Anhydrit* eingestellt haben. Es darf daher angenommen werden, dass wir es hier, ähnlich wie im Jura- und Simplongebiet (siehe Tunnelbefunde), in der Tiefe mit Anhydritlagern zu tun haben, die nur an der Oberfläche in Gips übergeführt worden sind.

Der weisse Gips erscheint kristallinisch, alabasterartig, ebenso die in seinem Hangenden liegende, rötliche Gipsvarietät. Diese ist vom weissen Gips durch Rauhwanke und Mergel getrennt und ist zeitlich jünger. Einen seitlichen Übergang von rotem in weissen Gips habe ich nirgends beobachtet; es können also zwei getrennte Gipszonen deutlich unterschieden werden. Die Rauhwanke ist eine Breccienbildung, bestehend aus Dolomitbrocken, Mergelstückchen von grauer, grüner, rötlicher und schwarzer Farbe mit dolomitischem Bindemittel. Die Auswitterungshöhlungen sind zum Teil mit sekundären Kriställchen von Kalkspat und Dolomit ausgeschlagen. Gegen NE scheint das rötliche Gipsband auszuweichen.

Über Ausbeute, Qualität und Verwendung des Fördergutes der Gipsbrüche Rohren sind mir von der *Gips-Union A.-G.* in zuvorkommender Weise folgende Daten zur Verfügung gestellt worden¹⁾:

„Die Jahresausbeute beträgt in normalen Zeiten 4000—5000 m³. Die gewonnenen Gipssteine werden in der Hauptsache zur Herstellung von Baugips verwendet. Die ganz reinen Steine, die nur in geringen Mengen vorkommen, zirka 10 %, dienen zur Herstellung von feinen Gipsarten (Modellgips und Marmor-gips).

Der Gehalt an Gips bei dem in Ennetmoos gewonnenen Rohmaterial schwankt zwischen 80 und 94 %.

Am *Gross-Ebnet*, NE der Gipsbrüche, tritt eine im ganzen höchstens 25 m mächtige Serie von Rauhwankebänken, Rauhwanke-mergeln und grauen, tonigen Mergeln zutage, Gips fehlt schon ganz.

Vollständiger ist die Trias im *Wasserplattengraben* aufgeschlossen; ich konnte dort das folgende Profil aufmessen:

21. graue und rötliche Mergel (oben)	zirka 8.0 m
20. Rauhwankebank	0.6 „
19. graue Mergel	2.3 „
18. dolomitische Kalkbank	0.7 „
17. graue Mergel	1.7 „
16. dolomitische Kalkbank	0.3 „
15. graue Mergel	3.1 „
14. Rauhwanke	2.3 „
13. Rauhwanke-mergel	0.6 „
12. Rauhwanke	5.7 „
11. gelbe Mergel mit Dolomit- und Rauhwankebrocken	1.3 „
10. Rauhwanke	7.0 „
9. gelbe Rauhwanke-mergel mit Rauhwankebändern	7.1 „
8. Rauhwanke	0.3 „
7. gelbe Mergel mit Rauhwanke- und Dolomitbrocken	1.3 „
6. Dolomitbank	0.6 „
5. gelbe Mergel	0.3 „
4. Dolomitbank	0.3 „
3. Rauhwanke-mergel mit einzelnen dünnen Rauhwankebänken	6 c „

¹⁾ Brief vom 30. Mai 1918.

2. Rauhwacke	1.5 m
1. Rauhwackemergel	2.7 „
Anormaler Kontakt; Wildflysch.	

Die Gesamtmächtigkeit der Trias an dieser Stelle beträgt zirka 55—60 m; diese Schichtserie als Ganzes entspricht der der Hangendschichten des Gipses von Rohren und wird überlagert von anormal aufliegendem Dogger.

Weiter östlich ist am Nordrand der Klippe keine Trias mehr aufgeschlossen.

Am Westfuss des Stanserhorns sehen wir eine mächtig entwickelte Trias vor allem im *Brandgraben* zwischen Mettenberg und Unterbrand. Unter den fossilführenden Rhätmergeln und -kalken finden sich hellgraue, oft rötliche Mergel und wohlgebankte Dolomite (zirka 10 m); ein schuttbedeckter, kleiner Sattel lässt als Unterlage Dolomitbänke und Mergellagen vermuten, jedenfalls hat wenige Meter tiefer der Brandgraben eine ununterbrochene Serie von Dolomitbänken mit Mergelzwischenlagen blossgelegt bis zirka 150 m oberhalb des Zusammenflusses mit dem Rübigraben. Die Mächtigkeit des ganzen dolomitischen Schichtkomplexes kann auf zirka 120 m geschätzt werden. Unter den Dolomiten folgt Rauhwacke, deren Liegendes nicht mehr zutage tritt; die Mächtigkeit der Rauhwacke beträgt hier im Durchschnitt mindestens 80 m. Die abnorm grossen Mächtigkeiten der hier aufgeschlossenen Triasschichten müssen auf eine tektonische Zusammenstauung zurückgeführt werden.

Südlich davon, im Gebiet der Alpen *Feltschi*, *Schwand* und *Mehlbach* ist Trias, und zwar meist nur deren unterste aus den Klippen der äusseren Zone bekannte Stufe, der *Gips*, an verschiedenen Orten aufgeschlossen. Am deutlichsten zeigt sich dieser im *Feltschiloch* und in dessen Umgebung. Der weisse, meist stark durch Mergel verunreinigte Gips wird hier von Mergeln überlagert, auf denen unter dem Bergsturzschutt hervor eine starke Quelle, die sog. Schwarzeggquelle, entspringt. Diese Quelle wird seit 1904 vom Gemeinde-Elektrizitätswerk Kerns benützt; früher floss sie direkt in den angrenzenden weiten Trichter des Feltschilochs, an dessen Unterende sie im Gips einen unterirdischen Abfluss findet. Alte Marchbriefe deuten darauf hin, dass in noch früherer Zeit (18. und Anfang 19. Jahrhunderts) die Quelle erst eine Strecke weit als Bach dahinfloss und dann erst sich in den Gipstrichter ergoss und versiegte. Durch Auslangung des Untergrundes und Nachbrüche der Ränder hätte somit das Feltschiloch noch in jüngster Zeit eine beträchtliche Erweiterung erfahren. (Näheres enthält ein Aufsatz über „Das Gemeinde-Elektrizitätswerk Kerns“ von Reg.-Rat Otto Hess, Kerns, im Obwaldner Volksfreund, Jahrg. 1912). 480 m NW von der Versickerungsstelle tritt unter einem Gipsanriss der durch unterirdischen Zufluss verstärkte, kleine Bach wieder aus, weiss gefärbt von kleinen, mitgerissenen Gips- und Mergelpartikelchen und reichlich Gips in Lösung enthaltend, und führt von da weg den Namen *Mehlbach*. Die Austrittsstelle liegt auf der anormalen Auflagerungsfläche der Klippentrias auf dem Wildflysch der Klippenunterlage. Weitere Angaben über Feltschiloch und Mehlbach siehe Abschnitt C (7. Quellen).

Nördlich des Feltschiloches liegt über Gips und Mergeln etwas Rauhwacke. Verschiedene Trichter in dieser mit Weiden bewachsenen Gegend, die bis zu 20 m Durchmesser besitzen, deuten auf eine Unterlage von Gips. In einem *Auriss SE oberhalb Schwand* kann roter, mit grünen Mergeln gebänderter Gips über bunten Mergeln beobachtet werden.

Am Südfuss des Stanserhorns finden sich als Basis des Rhäts im *Lückengraben* gelbe Dolomite, stellenweise mit Mergel einlagerungen, und graue und bunte Mergel; zum Liegenden dieser Serie ist auch der am Strässchen westlich Wiesenberg zwischen Loch und Lücke aufgeschlossene Dolomit zu rechnen. Ebenfalls im Lückengraben, wenig oberhalb seines Zusammenflusses mit dem Steinibach, hat die tiefgehende Erosion unter mächtigem Moränenmaterial Rauhwacke und Gips blossgelegt. Dieser Gips wurde früher in einer *Grube etwas östlich des „Mättenwaldweges“*, zwischen Lückengraben und Steinibach, abgebaut. Diese ist heute aufgegeben, da sich der Gips als zu wenig rein erwies und an anderen Orten bequemer abgebaut werden konnte.

Ausserdem hat dieser Gips Spuren von *Steinsalz* geliefert; alte Überlieferungen sprechen sogar von „Salzpfannen“ in Dallenwil (siehe *C. Schmidt* [81]).

Rauhwanke und Dolomit stehen bei der obersten Strassenkehr östlich Wiesenberg an, jedoch in tektonisch stark gestörter Lagerung.

Am *Südfuss des Arvigrates und der Miseren*, vor allem im Gebiet der *Eggalpen*, finden sich Mergel, Rauhwanke und Dolomit, allenthalben als unterstes Glied der Klippenserie, an manchen Stellen im Kontakt mit dem Wildflysch der Unterlage. Das oberste Glied der Trias bilden auch hier Dolomite. In tieferen Stufen kann eine bestimmtere Gliederung nicht mehr durchgeführt werden, da tektonische Vorgänge Rauhwanke und Mergel in alle möglichen Zusammenhänge gebracht haben. Gips konnte in diesem Gebiet nirgends festgestellt werden.

Als Zusammenfassung der am Stanserhorn und Arvigrat beobachteten Triasvorkommen stelle ich folgendes stratigraphisches Sammelprofil auf:

Rhät	dunkle Kalke und tonig-schleifige Mergel mit reicher Rhätfauna
Norien	bunte Mergel } Rauhwanke } oft in der Stellung und Mächtigkeit untereinander wechselnd Mergel }
? ———	
Carnien	
? ———	roter Gips mit graugrünen Mergeln Mergel und Rauhwanke
? Ladinien	weisser Gips, ± mit grauen Mergeln verunreinigt

4. Abgrenzung nach unten und oben.

Wir kennen aus tektonischen Gründen in unserem Gebiete die untere Hälfte der Trias nicht. Der Gips, das unterste bekannte Glied (je nachdem auch eine höhere Schicht), ruht anormal auf dem Wildflysch der Klippenunterlage. Die Grenze zum Rhät ist keine sehr scharfe; der Übergang aus den fossilieren Triasdolomiten und -mergeln in die fossilreichen Kalke und Tonschiefer des Rhäts vollzieht sich in einem Raum von wenig mehr als einem Meter, vertikal gemessen.

5. Kurzer Vergleich mit anderen Gebieten der Klippendecke.

Das oben aufgestellte Sammelprofil kann wahrscheinlich für die *zentralschweizerischen Klippen sensu stricto*, d. h. für die Gruppe Stanserhorn-Buochserhorn, Arvigrat-Musenalp-Klewenstock, im allgemeinen gelten.

Neu ist dagegen, dass A. Tobler in einem feinkristallinen Dolomit der auf Malmkalken ruhenden Triasdecke der *Musenalp* ein ganz einzigartig dastehendes *Vorkommen von marinen Fossilien* entdeckt hat. Der Fundort liegt bei P. 1723 und hat neben undeutlich erkennbaren Bivalven und Gasteropoden

Myophoria Whatleyae, v. BUCH.

ergeben. Topographisch über dieser Schicht liegen quarzitishe Sandsteine, darunter rötartige Dolomite. Meine Versuche, über die stratigraphische Stellung dieser Schicht Klarheit zu erlangen, führten zum Schluss, dass die Trias, die die Gipfeldecke der Musenalp bildet, wahrscheinlich verkehrt gelagert sein muss, und dass demnach die Folge der Schichten von oben nach unten folgende wäre:

- rötartige Dolomite,
- feinkristalline Dolomite mit *Myophoria Whatleyae*, v. BUCH.
- quarzitishe Sandsteine mit Pflanzenresten,
- bunte Mergel (vornehmlich rot),
- Rauhwanke und graue Mergel mit einzelnen Dolomitbänken.

An den *Mithen* treffen wir nach *Tobler*:

rötiartigen Dolomit,
Rauhwanke,
bunte, sandige Mergel mit Equiseten,
Gips.

In einem Triasprofil südlich unterhalb *Zwischenmithen*, dessen Basis am Fussweg genau 500 m westlich P. 1902 (Gr. Mithen) liegt, habe ich folgende Schichtserie von oben nach unten gemessen:

Hangendes: Kieselig-spätiger Kalk, stellenweise fein brecciös (ähnlich den Lias-Dolomitreccien vom Stanserhorn) = Lias.

16. roter Ton	0.01 m
15. gelbgraugrüne tonig-dolomitische Mergel	0.5 "
14. grauer Dolomit	0.3 "
13. dünnbankige, plattige Dolomite und Mergel. hell anwitternd, im Bruch glatt, grau	3.2 "
12. graue dolomitische Mergel	2.6 "
11. Dolomit	0.6 "
10. dünnplattige Dolomite und Mergel	3.0 "
9. gut gebankter, gelbgrauer Dolomit, in der oberen Hälfte mit schiefrigen Mergelzwischenlagen	zirka 12.0 "
8. graue, dolomitische Mergel	0.25 "
7. Dolomit	0.15 "
6. grüne, in der Mitte rote Mergel	1.5 "
5. gelbe, an der Basis etwas sandige Dolomite	6.2 "
4. dunkelgrüne Mergel	2.0 "
3. ruppiger Dolomit	0.8 "
2. dunkelgrüne Mergel	zirka 5.0 "
übergehend in	
1. schwarze und braune, stellenweise sandige Mergel mit unregelmässig sandigen Dolomitbändern und -linsen, im unteren Teil Equiseten	mindestens 25.0 "

Die Gesamtmächtigkeit der sichtbaren Serie beträgt 38 m.

Die Klippe der Mithen zeigt also eine ganz ähnliche Ausbildung der Trias wie unser Gebiet, mit Ausnahme der sandigen Equisetenmergeln, denen offenbar nur lokale Bedeutung zukommt.

In der Zone des *Jünzimattderges* und des *Rotspitzes* in den Giswilerstöcken findet sich eine Folge von:

rötiartigem Dolomit,
Rauhwanke mit Mergeln,
Gips,

die ebenfalls keine wesentliche Verschiedenheit gegenüber der Trias der Klippen am Vierwaldstättersee aufweist.

Ähnliche oder gleiche Profile geben aus der äusseren Zone der *Préalpes médianes* (Montreux-Dent de Lys, Villeneuve-Arvel), Favre, Schardt, Jeannet u. a., während weiter südlich die Fazies vor allem der unteren Trias ändert. Im Ladinien und Virglorien treten Diploporen- und Brachiopodenkalke auf, immerhin noch einige Gipsstöcke einschliessend. In den Ibergerklippen und den südlichen Giswilerstöcken ist auch der Gips nur noch schwach vertreten oder fehlt ganz.

Für den Vergleich mit weiteren Gebieten verweise ich auf die Arbeiten von *Jeannet* (64) und *R. Staub* (79).

6. Zusammenfassung.

Die Ausbildung der Trias im Gebiete der Klippen am Vierwaldstättersee stimmt überein mit derjenigen der ganzen nördlichen Zone der *Préalpes médianes*. Bemerkenswert ist das Auftreten zweier Gipshorizonte, die durch Mergel und Rauhwancken getrennt sind und sich durch ihre Farbe unterscheiden.

Rhät.

1. Historisches.

Die erste Erwähnung von Schichten mit rhätischer Fauna in der Zone der Préalpes médianes, allerdings noch unter dem Namen von oberster Trias (obere Sankt Cassian-Schichten), verdanken wir *Escher von der Linth*, der diese sowohl im Vorarlberg bis zum Rhein als auch in den westlichen Préalpes nachwies. Später haben vor allem *Renevier* und *Favre*, dann *Gilliéron*, v. *Fischer-Ooster* u. a. Rhät im ganzen Gebiet zwischen Rhone und Aare aufgefunden.

Im Gebiete der zentralschweizerischen Klippen stellte *U. Stutz* (8) 1879 als erster Rhät am *Buochserhorn* fest und bestimmte daraus eine grössere Anzahl von Fossilien. 1890 gibt derselbe (13) von der Lokalität Müllerbodenriese folgendes Profil:

zuoberst Kalkschicht, erfüllt mit *Terebratula gregaria*,
2 m schwarze Mergel, stellenweise voll *Ostrea multiformis*,
2 m blauer, homogener Kalkstein.
In den beiden unteren Lagen nicht selten *Avicula contorta*.

1894 gibt *C. Mäesch* (17) ein ziemlich vollständiges Profil eines von ihm entdeckten Vorkommens von „Kössener Schichten“ im *Lückengraben* (S. 92—94) und stempelt damit diesen reichen Fundort zu einer lange Zeit klassischen Lokalität. Weiter erwähnt er eine kleine Rhätf fauna aus einem Block am Fusse des Brandgrabens. („Auslauf der Krinne“). Mäesch's obere Kössenerschichten (Holzwang-Lückengraben) zählen wir heute zum Hettangien.

A. Tobler (30) kennt 1899 die Lokalitäten Lückengraben, Brandgraben, Ebnetgraben. Dabei macht er auf fossilreiche Zwischenlagen von schwarzen Schiefertönen aufmerksam; die bis dahin am Stanserhorn vermisste Brachiopodenfauna findet er im Brandgraben in einer 2 cm mächtigen Kalkbank voll *Terebratula gregaria*. Eine Korallenbank erwähnt er von Wiesenberg.

W. Schmidt (53) gibt 1909 die Bestimmungen der Aufsammlungen von Stutz, Mäesch und Tobler aus dem Gebiete der zentralschweizerischen Klippen und macht auf die grosse Ähnlichkeit mit dem Rhät der Ostalpen aufmerksam. Am Stanserhorn herrscht nach ihm die *Schwäbische Fazies* vor, erst im oberen Rhät greift die *Karpathische* auch auf unser Gebiet über (Calamophyllien- und *T. gregaria*-Bank).

2. Verbreitung.

Rhät ist im Gebiete des Stanserhorns und Arvigrates nur an wenigen Stellen aufgeschlossen. Die seit Mäesch bekannteste derselben ist der *Lückengraben* oberhalb der Alphütte Lücke. Weiter westlich konnte Rhät bei *P. 1304 westlich Holzwang*, im *Brandgraben* und zu beiden Seiten desselben festgestellt werden.

Aufschlüsse in den *Contorta*-Schichten finden sich ausserdem wenig westlich und östlich vom *Südfuss der Arvigrat-Kammlinie*.

Am Miserengrat, im nördlichen Teil des Arvigrates und am Nordfuss des Stanserhorns ist das Rhät ausgequetscht.

3. Stratigraphische Beschreibung.

a) Stanserhorn.

Das weitaus mächtigste und detaillierteste Rhätprofil bildet die durch Mäesch entdeckte und von Tobler genau untersuchte

Lokalität Lückengraben.

Zirka 180 m NNW der Strassenbrücke, SW Lücke, hört im Graben die Trias mit einer aus gelben Dolomiten bestehenden Steilkante auf und macht einer vorerst auf beiden Seiten bewaldeten, weichern Zone Platz; oberhalb eines Drahtzaunes wird die westliche Seite von Weideland eingenommen, während die Ostseite durch einen schmalen Streifen von Bäumen und Buschwerk

maskiert bleibt. Das von C. Märsch und A. Tobler beschriebene Profil befand sich auf der Westseite des Grabens, ist aber heute durch Bach- und Lawinenschutt so gut wie vollständig verdeckt. Erst nach langem Suchen gelang es mir im Sommer 1917 eine kaum 3 dm² grosse Fläche von dunkeln Mergeln zu entdecken und hiervon ausgehend durch Schürfung bis auf durchschnittlich 1/3 m Tiefe stückweise das Profil wieder aufzudecken und genau zu vermessen. Dabei ist es mir auch gelungen, ein fast vollständiges Profil der oberen Rhätschichten blosszulegen, die durch Märsch und Tobler nicht näher untersucht worden waren. Eine Veröffentlichung der genauen Aufmessungen, die A. Tobler am 22. August 1899 ausgeführt hat, ist bis jetzt nicht erfolgt, und W. Schmidt (53) hat sich damit begnügt, die von A. Tobler nach den einzelnen Schichten geordneten Fossilien zu bestimmen und den Namen die Tobler'schen Schichtbezeichnungen beizufügen. Herr Dr. A. Tobler hat mir in freundlichster Weise seine Aufnahmen für meine Arbeit zur Verfügung gestellt. Ich gebe nachfolgend das von mir am 3. und 4. September 1917 aufgemessene Profil unter Beifügung der Schichtbezeichnungen Toblers und der Fossilbestimmungen von Schmidt und mir. Leider konnte die Schichtserie Märsch's nicht ohne weiteres mit der neugemessenen parallelisiert werden; seine Faunenlisten blieben daher unverwertet und dürfen nur im grossen neben die von Tobler und mir gestellt werden.

b) Rhät-Profil im Lückengraben.

(Von oben nach unten.)

- | | |
|---|-------------|
| 71. dunkelgrauer, feinspätiger Kalk, etwas kieselig, sienabraun verwitternd. Mit vorwiegender Pectenfauna | min. 3.00 m |
| 70. grauer, feinspätiger Kalk, braungrau anwitternd. Schalenbruchstücke nicht so häufig wie im Liegenden | 0.50 " |
| 69. dichter bis feinspätiger, grauer Kalk, bräunlich-grau verwitternd, ganz durchsetzt mit gelblich-roströten Zweischaler-Bruchstücken (unbestimmbar) | 0.80 " |
| 68. dichter, grauer Kalk, hellgrau anwitternd, ohne Fossilien | 0.05 " |
| 67. bräunlichgrauer, feinspätiger Kalk mit hellgrau-bräunlicher Verwitterungsrinde, ganz durchsetzt mit 1—2 mm grossen Schälchen (gelblich-roströt), etwas koralligen (?), grössere Fossilspuren (wahrscheinlich von Terebratula und Bivalven) nicht häufig | 0.70 " |
| 66. dunkelgrauer, dichter, z. T. feinspätiger Kalk, bräunlichgrau verwitternd, durchsetzt von kleinen Schalenbruchstücken und roströten Fossilspuren | 0.20 " |

NB. Die von Tobler ausgebeutete Fossilschicht *b*¹ (8.00 m) bezieht sich vermutlich auf die Schichten 66—71, die Fossilausbeute dürfte hauptsächlich aus Nr. 69 und 71 stammen, sie enthält nach den Bestimmungen von W. Schmidt:

- | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| <i>Avicula contorta</i> , PORTL. | <i>Gervillia praecursor</i> , QU. |
| <i>Anomia alpina</i> , WINKL. | <i>Gervillia</i> sp. |
| <i>Anomia</i> Schafhäutli? | <i>Pecten rhaeticus</i> , GÜMB. |
| <i>Pleuromya</i> sp.? | <i>Pecten</i> Schafhäutli, WINKL. |
| <i>Megalodon</i> sp. | <i>Pecten</i> sp. |
| <i>Cardium</i> cf. <i>Soldani</i> ? | <i>Lima</i> cf. <i>dupla</i> , QU. |
| <i>Cardita austriaca</i> , HOM. | <i>Ostrea</i> sp. |

- | | |
|---|--------|
| 65. scheinbar dunkelgrau und bräunlichgrau gefleckter, dichter, etwas dolomitischer Kalk, bestehend aus Korallen (Korallenbank Toblers) mit
<i>Calamophyllia Rhaetiana</i> K.
Schicht <i>a</i> ¹ A. T. | 0.60 m |
| 64. graue bis hellgraue, dolomitische, dichte Kalke mit hellgelblich grauer Verwitterungsrinde, ohne Fossilien | 3.4 " |
| 63. gelbbraune, sandigkörnige bis schwach tonige, dolomitische Kalkmergel, ohne Fossilien | 0.15 " |

62. grauer, dichter, teilweise feinkörniger Kalk, hellbräunlichgrau oder hellgrau anwitternd, durchsetzt mit kleinen Schalenbruchstücken	1.10 m
61. braungrauer, feinkörniger Kieselkalk, braun bis gelbbraun, sandig anwitternd, ohne Fossilien	0.20 "
60. gelbbraune, sandige, zum kleinen Teil graue, tonige Mergel, im oberen Teil vorherrschend nur noch schwach mergelige, gelbbraune und graubraune, etwas schiefrige Sandkalke, ohne deutliche Fossilspuren	1.40 "
59. dunkelgrauer, kieselig-spätiger Kalk mit rauher, grauer Verwitterungsrinde (ähnelt dem oberen Bathonien)	0.45 "
58. bräunlichgrauer, sandiger, stellenweise schwach spätiger Kalk, graubräunlich anwitternd, mit Spuren von Echinodermen	0.80 "
57. hellbräunlichgrauer, dolomitischer Mergelkalk, bräunlich anwitternd, ohne Fossilien	0.25 "
56. graubrauner, etwas spätiger, schwach dolomitischer Kalk mit hellbrauner Verwitterungsrinde. Fossilbruchstücke	1.30 "
55. dolomitischer Mergelkalk, gemischt aus schlierenartig vermengten, hellgraubräunlichen, dolomitischen und rötlichbraunen Partien, durchzogen mit kleinen Fossilbruchstücken	0.35 "
54. grauer, dichter Kalk, hellgrau bis bräunlichgrau anwitternd, mit Brachiopoden(?)	0.10 "
53. bräunlichgraue, dichte, dolomitische Kalke, schlierenweise feinkörnig, hellgraubräunlich verwitternd, ohne Fossilien	0.50 "
52. graue, kieselige bis dichte Kalke, hellbräunlichgrau verwitternd, ohne Fossilien .	1.10 "
51. graue, dichte Kalke, hellbräunlichgrau verwitternd, fossilleer	1.00 "
50. hellgraubräunliche, dolomitische Mergel ohne Fossilien	0.15 "
49. dunkelgraue, dichte, etwas dolomitische Kalke, hellbräunlichgrau verwitternd . .	0.70 "
48. dunkelblaugraue, tonig-schiefrige Mergel mit rostroten Fossilien <i>Avicula contorta</i> , PORTL. <i>Anomia</i> ? <i>Pecten</i> ?	0.40 "
47. braungrauer, dichter bis feinkörniger, dolomitischer Kalk, stellenweise etwas kieselig, hellbraun anwitternd, Fossilien selten	1.80 "
46. grauer, dichter, dolomitischer Kalk mit hellgraubrauner Verwitterungsschicht, Fossilien selten	0.80 "
45. graubrauner, dolomitischer Mergelkalk, braun verwitternd, ohne Fossilien	0.25 "
44. graue, schwach tonig-schiefrige, bröckelige Mergel, bräunlich verwitternd, mit weissen oder bräunlichen Zweischaler-Bruchstücken, undeutlich ist erkennbar <i>Avicula contorta</i> , PORTL.	0.05 "
43. dunkelblaugrauer, kieselig-spätiger Kalk	0.60 "
42. gelbbraune, dolomitische Steinmergel, ziemlich hart, lössgelb verwitternd, mit einzelnen braunroten Zweischaler-Bruchstücken <i>Avicula contorta</i> PORTL.	0.20 "
41. grauer, dichter, vereinzelt feinkörniger Kalk mit hellbräunlicher Verwitterungsrinde, ohne Fossilien aufgeschlossen Lücke, überdeckt mit Schutt und Vegetation, entsprechend einer Mächtigkeit der Schichten von zirka 12.00 "	
(Die Mächtigkeit des Schuttes scheint zu bedeutend, um ohne umfangreichere Schürfarbeit das Profil an dieser Stelle aufschliessen zu können.)	
35. gelbbraune, feinsandige, schieferig-bröckelige Mergel aufgeschlossen	0.30 "
34. graubraune, feinsandige, z. T. etwas schieferige Kalke, bräunlich bis gelbbraun verwitternd, mit vereinzelt kleinen Zweischaler-Bruchstücken	0.15 "

33. bräunlichgraue, bläulichgraue und gelblichgraue, feinsandige, schieferig-bröckelige Mergel mit schwacher Fossilführung:		
	Pecten Winkleri, St.	
	Anomia Favrei, St.	
	Avicula contorta, PORTL.	0.70 m
Nr. 35—33 = Schicht v. von A. Tobler.		
32. bräunlichgrauer, dichter, etwas dolomitischer Kalk, gelbbraun anwitternd, ohne Fossilien; auf der obersten Schichtfläche gegen Nr. 33 finden sich kleine Bruchstücke von Zweischalern in der Verwitterungsrinde		0.20 "
31. dunkelblaugraue, schieferig-bröckelige, tonige Mergel, verwitternd in feine, schwarze, oft glänzende Blättchen; ohne sichtbare Fossilien, doch scheinen gelblichbraune Zwischenhäutchen z. T. auf die Bruchstücke von solchen zu deuten		0.25 "
30. hellgraubraune, schwach tonige Mergel, lössgelb verwitternd, ohne Fossilien		0.05 "
29. grauer, dichter, etwas dolomitischer Kalk, gelbbraun verwitternd, ohne Fossilien		0.10 "
Nr. 32—29 = Schicht u. von A. T.		
28. lössgelbe, bröckelige Mergel, ohne Fossilien		0.05 "
27. dunkelgraue, dichte Kalke, bräunlich verwitternd, mit		
	Lima punctata, Sow.	
	Anomia alpina, WINKL.	0.07 "
= Fossilbank aus Schicht t. von A. T.		
26. graublaue, tonig-schieferige Mergel		0.05 "
Nr. 28—26 = Schicht t. von A. T.		
25. braungraue, feinspätige Kalke mit wenig Zweischalerresten		0.40 "
24. braungraue Mergel, nur wenig schieferig, mit Einlagerungen von braungrauen, feinkörnigen Kalkknollen, ohne Fossilien		0.30 "
23. braungraue Kalke, meist feinkörnig, mit unregelmässigen Einlagerungen von bräunlichgrauen, tonig-schieferigen Mergeln		0.40 "
22. grauer, dichter, bis vereinzelt körniger Kalk, bräunlich anwitternd, mit vereinzelt Schalenbruchstücken		
	Avicula contorta, PORTL.	0.15 "
21. dunkelblaugraue, mergelig-tonige Schiefer mit stellenweiser Anhäufung von kleinen Exemplaren der		
	Avicula contorta, PORTL.	
	Nucula etc.	0.05 "
20. dunkelgrauer, dichter bis feinkörniger Kalk, hellbräunlich verwitternd, enthält mergelige Partien mit stellenweise gehäuft, kleinen Bruchstücken von Bivalven		0.15 "
Nr. 25—20 = Schichten s., r., q., A. T.		
19. dunkelgraublaue, schieferig-tonige Mergel, teilweise mit knolligen, kalkigeren Partien, teils dunkle, teils gelbliche Fossilien führend		
	Pecten Winkleri, St.	Lima subdupla, St.
	Anomia alpina, WINKL.	Avicula contorta, PORTL.
(die dunklen Fossilien in den kalkigen Knollen)		0.50 "
= Schicht p. A. T.		
18 e. dunkelgrauer, dichter-feinkörniger Kalk		0.25 "
= Schicht o. A. T.		
18 d. graue, tonig-schieferige Mergel, hellbräunlich verwitternd		0.05 "
18 c. dunkelgrauer, dichter bis feinkörniger Kalk		0.10 "
18 b. graue, tonig-schieferige Mergel, hellbräunlich verwitternd		0.05 "
Nr. 18 b—d = Schicht n. A. T.		

- 18a. dunkelgrauer, dichter bis feinkörniger Kalk 0.25 m
 = Schicht m. A. T.
 in den Kalken schwarze Abdrücke von unbestimmbaren Fossilien, in den Mergeln
 viele Exemplare einer *Pecten* sp.
17. graue, tonige, schieferig-bröckelige Mergel, bräunlich anwitternd, mit gelblichen bis
 rostroten Fossilien:
 Avicula contorta, PORTL. *Lima punctata* (?), Sow.
 Pecten Winkleri, St. Fischzahn 0.08 „
 Anomia?
 = Schicht l. A. T.
16. grauer, dichter, teilweise feinkörniger Kalk mit
 Avicula contorta, PORTL. *Anomia alpina*, WINKL.
 Anomia Favrei, St. *Pecten cf. Favrei*, St. 0.40 „
 = Schicht k. A. T.
15. blaugraue, mergelige Tonschiefer, teilweise mit vielen weiss-schaligen Fossilien:
 Avicula contorta, PORTL. *Pecten* sp.
 Anomia alpina, WINKL. *Lima punctata*, Sow.
 Plicatula intusstriata, EMM. *Chemnitzia* sp.
 Pecten Winkleri, St. *Ganoidschuppen* 0.10 „
 Pecten Valoniensis? DEFR.
 = Schicht i. A. T.
14. braungraue Kalke, dicht bis feinkörnig, am oberen und unteren Rand zirka 2—3 cm
 etwas mergelig, mit wenigen unbestimmbaren Zweischalern 0.25 „
 z. T. = Schicht h. A. T.
13. graublauere Tone, weiter innen graublauere, schieferige Tone mit:
 Mytilus glabratus, DEFR. *Nucula* sp. 0.20 „
 Avicula contorta, PORTL.
 = Schicht g. A. T.
12. grauer, dichter bis körniger Kalk mit weissen kalzitischen und rostroten Adern,
 fossilführend:
 Ganoidschuppen *Pecten Schafhäutli*, WINKL.
 Acrodus *Pecten Winkleri*, St.
 Cerithium sp. *Pecten* sp.
 Avicula contorta, PORTL. *Lima punctata*, Sow.
 Plicatula intusstriata, EMM. *Lima Azzarolac*, St. 0.95 „
 = Schicht f. A. T.
11. bräunlichgelbe, bröckelige Mergel, in frischem Bruch etwas grauer, mit wenigen
 kleinen Bruchstücken von Bivalven 0.10 „
 = Schicht e. A. T.
10. dichte, graue Kalke, dünnbankig ($\frac{1}{2}$ —15 cm) bis bröckelig 1.20 „
 = Schicht d. A. T.
9. bräunlichgraue Mergel, hart, griffelig-schalig brechend, mit hellbräunlicher Ver-
 witterungsschicht, Fossilspuren 0.10 „
 = Schicht c. A. T.
8. bräunlichgraue, krümmelige Tonmergel mit vielen hellen Schalenbruchstücken einer
 unbestimmbaren Bivalve 0.15 „
7. dunkelgrauer, etwas marmorisierter Kalk, auf den Schichtflächen Bonebed mit *Ga-*
noidschuppen 0.02 „

6. blaugraue, dunkle Mergel, ziemlich hart, mit spärlichen Fossilien	
Lima punctata, Sow.	0.10 m
Nr. 8, 7, 6, = Schicht b. A. T.	
5. graubraune Mergel, etwas schieferig, mit rostrot-gelbbraunen Verwitterungsflächen	0.15 "
4. grobbankiger, dolomitischer Kalk mit fein verteilten Quarzkörnchen, im Bruch bräunlichgrau, bräunlich verwitternd	0.80 "
Nr. 5 und 4 = Schicht a. A. T.	
3. gelblichgraue, dolomitische Mergel	0.50 "
= Schicht D. A. T.	
2. gelblichgrauer, feinsandiger Dolomit	0.50 "
1. grobbankiger, hellgelblichgrauer Dolomit (Trias)
Nr. 2 und 1 = Schicht C. A. T.	

NB. Die in diesem Profile erwähnten Fossilien sind z. T. durch *A. Tobler*, z. T. durch mich aufgesammelt und durch *W. Schmidt* und mich bestimmt worden.

Soweit die Schichten beobachtet werden konnten, lassen sich nach lithologischen und faunistischen Merkmalen folgende Schichtgruppen zusammenfassen:

- Stufe *e* = Schicht 71—68, grauer, feinspätiger bis *dichter Kalk* mit *reicher Fauna* von vorwiegend *Lamellibranchiaten*. Mächtigkeit zirka 4 m.
- Stufe *d* = Schicht 67—54, graue, braungraue bis bräunliche *Kalke* von feinspätig-kieseligem, sandigem oder dolomitischem Habitus mit *wenig Mergeln*, in der obersten und untersten Schicht *Brachiopoden* führend, im obersten Viertel eine *Bank mit Korallen*. Mächtigkeit 11.5 m.
- Stufe *c* = Schicht 53—41, graue, meist dichte, seltener feinkörnige, in der unteren Hälfte etwas dolomitische *Kalke* mit einigen tonig-schieferigen-dolomitischen Mergel-einlagerungen. *Fossilien selten* (*Avicula contorta*). Mächtigkeit min. 8.5 m.
Von Schutt und Vegetation bedeckt (vermutlich *Kalke* und *Mergel*) zirka 12 m.
- Stufe *b* = Schicht 35—18, braungraue bis graublau und tonig-schieferige bis feinsandige, oft bröckelige *Mergel* mit grauen, dichten bis feinsandig oder spätigen Kalkbänken und *wenig zahlreichen Fossilien* (*Lamellibranchiaten*). Mächtigkeit min. 4.5 m.
- Stufe *a* = Schicht 17—4, graue, dichte bis feinkörnige *Kalke* mit *Zwischenlagen* von blaugrauen bis bräunlichen, tonig-schieferigen *Mergeln* mit *reicher Fossilführung* (vor allem *Zweischaler*), *Lumachellen*, gegen die Basis *Bonebed* mit Fischzähnen, *Ganoidschuppen* etc. Mächtigkeit 4.7 m.

Die Gesamtmächtigkeit des Rhäts im Lückengraben beläuft sich auf zirka 45 m.

Weniger gut und weniger mächtig ist *Rhät westlich Holzwang bei P. 1304* aufgeschlossen. Ich konnte folgendes Profil messen:

16. das Hangende bilden hellgraue bis hellgelblichgraue, dichte, dolomitische Kalke mit hellbräunlichgelblicher Anwitterung, ohne Fossilien. Der Kontakt zum Hettangien ist nicht ungestört aufgeschlossen	2.5 m
15. hellgrauer, dichter, teilweise feinkörniger, dolomitischer Kalk, hellgraugelb verwitternd, mit wenig Schalenbruchstücken, die auf <i>Brachiopoden</i> deuten	1.5 "
14. dichter bis dicht-feinsandiger, grauer, dolomitischer Kalk von bräunlichgrauer Anwitterung, ohne Fossilien	1.0 "
13. hellgrauer bis hellbräunlichgrauer, feinspätiger, etwas dolomitischer Kalk, hellbraun anwitternd	2.0 "

NB. Zwischen den dolomitischen Kalken Nr. 13—16 können sich wenige, höchstens 2 cm mächtige, mergelige Bändchen befinden, die von Vegetation und Schutt vollständig verdeckt sein müssten; das Profil ist in diesen oberen Schichten nicht vollständig aufgeschlossen.

12. dichter, grauer, dolomitischer Kalk, bräunlichgrau anwitternd	0.15 m
11. dunkelgraue bis bräunlichgraue, tonige bis feinsandige, schieferige Mergel mit Fossilspuren <i>Avicula contorta</i> , PORTL.	0.03 „
10. hellgraue, dichte, etwas dolomitische Kalke, hellgraubraun anwitternd, ohne Fossilien	0.50 „
9. dunkelgraue, tonig-schieferige Mergel, an der Basis krümmelig. Zerstreute Fossilien, einzig bestimmbar: <i>Avicula contorta</i> , PORTL.	0.03 „
8. hellgraue, dichte, stellenweise schlierenartig dunklere und feinspätige, schwach dolomitische Kalke, hellbräunlich anwitternd, ohne deutliche Fossilspuren	0.10 „
7. dunkelgraue, dichte bis feinsandige, schieferig-tonige Mergel, an der Basis krümmelig, mit reichlichen Zweischalerresten: <i>Avicula contorta</i> , PORTL. <i>Pecten</i> sp.	0.12 „
6. grauer, dichter, glatter, schalig brechender Kalk, grau anwitternd, stellenweise mit weisslichen bis hellbraunen Lamellen durchzogen (letztere dolomitisch?), ohne Fossilien	0.23 „
5. dunkelgrauc, tonige bis feinsandige, schieferige Mergel, graubraun verwitternd, mit stellenweise häufigem Auftreten von <i>Avicula contorta</i> , PORTL. daneben Stengelglieder von <i>Encrinus</i> sp. Fragmente von Echinidenstacheln?	0.10 „
4. dunkelgrauer, dichter, glatter Kalk, grau bis bräunlichgrau anwitternd, ohne Fossilien	0.03 „
3. hellbräunlichgrauc, bröckelige, wenig tonig-schieferige Kalkmergel mit <i>Avicula contorta</i> , PORTL. <i>Lima punctata</i> , Sow. weitere Schalenbruchstücke von Bivalven unbestimmbar	0.05 „
2. dunkelgrauc, tonige, krümmelige bis schieferige Mergel, ganz erfüllt mit feinen, kleinen, hellbraunen bis weisslichen Schalenbruchstücken von Bivalven, einzig bestimmbar <i>Avicula contorta</i> , PORTL.	0.03 „
1. dunkelgrauer, feinspätiger, hellgraubraun anwitternder Kalk aufgeschlossen	1.00 „
Lücke überdeckt mit Schutt und Vegetation. Zirka 10 m unter Nr. 1: grauer, dichter, dolomitischer Kalk mit vereinzelt, nicht näher bestimmbar Brachiopodenresten. Die Gesamtmächtigkeit des aufgeschlossenen Rhäts westlich Holzwang beträgt 9—10 m. Etwas westlich des gemessenen Profils befinden sich im Gebiet der <i>Alp Kohleren</i> zerstreute Blöcke eines hellgrauen, dichten bis feinkörnigen Kalkes, der stellenweise erfüllt ist mit Fossilien; es fanden sich <i>Avicula contorta</i> , PORTL. <i>Modiola</i> sp.	

Das Gestein dieser Blöcke findet sich anstehend etwas nördlich oberhalb des gemessenen Profils und scheint somit das Hangende der unter Nr. 13—16 aufgeführten dolomitischen Kalke zu bilden; der Übergang zu diesen konnte nicht nachgewiesen werden, da Schutt und Vegetation ihn überdecken.

Die Gesamtmächtigkeit des Rhäts im Profil von P. 1304 kann auf zirka 25 m geschätzt werden. Dabei dürften die oberen Schichten ungefähr dem *Niveau c vom Lückengraben* entsprechen, die unteren würden dann in die dortige von Vegetation überdeckte Lücke fallen. Da

aber die Triasmergel und Dolomite wenig unter dem 10 m unter Nr. 1 erwähnten dolomitischen Kalk mit Brachiopoden zutage treten, dürfte die ganze Serie reduziert sein, so dass die untersten gemessenen Schichten schon der Stufe *b* entsprächen. Auffallend bleibt das Erscheinen von Brachiopoden im unteren Rhät.

Im *Brandgraben* fand ich auf zirka 1080 m Höhe *unterhalb des Wasserfalls* Rhät in folgendem Profil aufgeschlossen:

- | | |
|--|-------|
| 5. graugelbe bis olivgraue dolomitische, etwas sandige Kalke, bräunlichgelb anwitternd, mit dunkeln, undeutlichen Fossilspuren | 3.0 m |
| 4. graugelbe, dolomitische, etwas sandige Kalke mit Zwischenlagen von bröckeligen, braunen, dolomitischen Mergeln, die teilweise ziemlich viele, doch nicht bestimmbar Zweischallerreste führen. Die einzelnen Kalkbänke sind zirka 20—30 cm mächtig, die Mergel wechseln zwischen 5—15 cm Mächtigkeit | 4.5 " |
| 3. schwarze bis dunkelblaugraue, tonig-schieferige Mergel mit undeutlichen Fossilspuren | 0.5 " |
| 2. {Die selben dolomitischen Kalke und Mergel, | |
| 1. {wie in Nr. 4, ohne Abgrenzung nach unten Aufgeschlossen | 3.5 " |

Es folgt eine breite Zone, in welcher Bachschutt das untere Rhät und die oberste Trias verdeckt. Im Liegenden: graue und bunte Mergel und Dolomite der oberen Trias.

Im Hangenden der Schicht 5 verhüllt gegenwärtig Bachschutt eine zirka 4 m mächtige Serie; die nächsten Aufschlüsse sind schon unteres Hettangien. In dieser Lücke aber muss sich sehr wahrscheinlich die seinerzeit von A. Tobler im oberen Rhät entdeckte 2 cm mächtige *Bank mit Terebratula gregaria* befinden, die sonst am Stanserhorn nicht wieder nachgewiesen werden konnte. Im Gesamten fand A. Tobler in der Lokalität Brandgraben folgende von W. Schmidt bestimmte Fossilien:

- | | |
|------------------------------|--|
| Terebratula gregaria, SUESS | } nur in dünner dolomitischer Kalkschicht. |
| Plicatula intusstriata, EMM. | |
| Modiola minuta, GF. | |
| Mytilus psilonoti, QU. | |
| Anomia alpina, WINKLER. | |

Etwas *südlich des Brandgrabens, oberhalb Mettenberg*, konnten schwarze, tonig-schieferige Mergel mit Kalkbänken und charakteristischer Fossilführung als Rhät festgestellt werden, doch ohne aufgeschlossenen Zusammenhang mit Liegendem und Hangendem.

Auf der Nordseite des Brandgrabens, südöstlich Unter-Brand, stossen dieselben Mergel und Kalke direkt an Pecten-führende Kalke des Hettangien.

Der von A. Tobler (30) aus dem *Bachgraben südlich Ebnet* beschriebene Fundort liegt nicht in anstehendem Gestein, sondern in einer abgerutschten Masse von beschränktem Umfang. Vergesellschaftet mit diesem Rhät (dunkelgraue, tonig-schieferige Mergel mit Kalkbänken mit reicher Fossilführung) finden sich auch Unter-Liasblöcke; als Herkunftsort aller dieser Gesteine ist wohl die Gegend zwischen Holzwang und Kohleren auf zirka 1300 m Höhe anzunehmen. In der Sammlung des Basler Museums finden sich von dieser Stelle folgende durch W. Schmidt bestimmte Arten:

- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| Anomia alpina, WINKL. | Pecten Winkleri, St. |
| Anomia Favrei, St. | Lima subdupla, St. |
| Avicula contorta, PORTI. | Modiola minuta, GF. |
| Gervillia praecursor, QU. | Cardita multiradiata, EMM. |
| Plicatula intusstriata, EMM. | Protocardium rhaeticum, MER. |
| Plicatula Archiaci, St. | Myophoria isocetes, St. |
| Pecten Valoniensis, DEFR. | Arca sp. |
| Pecten Vailleti, St. | Cypricardia porrecta, DU. |
| Pecten Schafhäutli, WINKL. | Taeniodon praecursor, SCHL. |

c) Arvigrat.

Zwei bisher wenig bekannte Rhätaufschlüsse liegen der eine wenig W der andere NE des *Arvisattels*, am Südfuss des *Arvigrates*. Nur dieser letztere zeigt eine ziemlich ununterbrochene Schichtserie, deren Aufmessung folgendes Profil ergeben hat.

Von oben nach unten folgen sich:

- | | |
|--|-------|
| 1. hellgrauer, quarzitischer, brecciöser Kalk, Füllmasse quarzitisches; späterer Kalk, die Breccien-elemente bestehen aus kleinen bräunlichgrauen, gelblich- und rötlichbraunen Dolomitstückchen und aus Echinodermenfragmenten; | |
| 2. bräunlichgrauer, quarzitisches-sandiger Kalk, braun anwitternd, mit einer Austerbank | 2.8 m |
| NB. Schicht Nr. 1 und 2 gehören noch zum Hettangien. | |
| 3. dunkelgrauer, dichter, stellenweise feinkörniger (besonders in den obersten Lagen) Kalk, graubraun anwitternd, mit vielen Zweischalerschnitten | 4.7 " |
| 4. dunkelgrauer, dichter Kalk, etwas dolomitisch, graubraun anwitternd, ohne Fossilien | 1.9 " |
| 5. grauer, dichter, dolomitischer Kalk, durchzogen von hellen, dünnen Lamellen, hell-graubräunlich anwitternd, fossilieer | 2.9 " |
| 6. hellgraue bis bräunlichgraue, dolomitisch-tonige, schieferige Mergel ohne Fossilspuren | 0.6 " |
| 7. grauer, dichter, dolomitischer Kalk, hellbräunlich anwitternd, fossilieer | 0.2 " |
| 8. graue, tonige, etwas dolomitische, schieferige Mergel ohne Fossilien | 0.3 " |
| 9. bräunlichgrauer, feinsandig-dolomitischer Kalk, graubraun anwitternd, mit seltenen Spuren von unbestimmbaren Zweischalern | 1.1 " |
| 10. bräunlichgraue, feinsandig-dolomitische Mergel, etwas schieferig, bräunlich verwitternd | 0.2 " |
| 11. dunkelblaugraue bis dunkelbraungraue, tonig-schieferige Mergel, stellenweise etwas sandig, ohne Fossilien | 0.9 " |
| 12. bräunlichgrauer, feinsandig-dolomitischer Kalk wie Nr. 9 | 0.5 " |
| 13. dunkelgraue, tonig-schieferige Mergel | 0.2 " |
| 14. bräunlichgrauer, feinsandig-dichter, dolomitischer Kalk, hellbraun bis bräunlichgrau anwitternd | 0.6 " |

Es folgen auf 1—2 m nur stückweise aufgeschlossene Mergelbänder und dolomitische Kalkbänke, von denen eine Brachiopoden (*Terebratula gregaria*?) führt. Im Liegenden, zirka 3 m unterhalb Nr. 12, sind helle Dolomite der Trias aufgeschlossen.

Die Gesamtmächtigkeit des Rhäts beträgt hier nur zirka 16 m. Dieses Profil hat keine bestimmbareren Fossilien geliefert. Seine Gliederung in Stufen ähnlich den im Lückengraben gefundenen fällt schwer. Mit Sicherheit kann nur eine untere mergelreiche und eine obere mergellose Stufe ausgeschieden werden.

Die Reduktion des Rhäts am Arvigrat scheint vor allem auf tektonische Ursachen (Ausquetschung) zurückzuführen zu sein, um so mehr als weiter nördlich an dieser Klippe nirgends mehr Rhät zutage tritt.

Der *Aufschluss westlich des Arvisattels* bietet keine so klaren stratigraphischen Verhältnisse, dafür aber konnten in grauen, dichten, ziemlich fossilreichen Kalken, die Zwischenlagen von tonig-schieferigen Mergeln aufweisen, folgende Arten bestimmt werden:

- Avicula contorta*, PORTL.
Plicatula intusstriata, EMM.

4. Abgrenzung nach unten und oben.

Das einzige *Grenzprofil Keuper-Rhät* ohne erhebliche stratigraphische oder tektonische Lücke kann im *Lückengraben* aufgeschlossen werden. Wir sehen lithologisch ein allmähliches Übergehen

der gelb verwitternden dichten Dolomite in solche mit dolomitischen Mergel­einlagerungen, in Mergel und schliesslich in dolomitische Kalke; über diesen folgen dann kalkig-dolomitische Banke im Wechsel mit tonigen Mergeln. Paläontologisch ist dagegen eine Grenze leichter zu ziehen: während in den dolomitischen Triasschichten Fossilien ganz fehlen, treten schon in den untersten kalkigeren Partien des Rhäts zahlreiche Lamellibranchiaten, vor allem die charakteristische *Avicula contorta*, auf.

Weniger gut orientiert sind wir über die *Grenzzone Rhät-Hettangien*, und zwar sowohl über deren lithologische als paläontologische Verhältnisse. Ihre nähere Prüfung wird namentlich erschwert dadurch, dass zwischen dem oberen Rhät und dem Hettangien in der Regel starke Schutt- und Vegetationsbedeckung sich einstellt. Durch Verwerten aller meiner Beobachtungen glaube ich immerhin feststellen zu können, dass alle dolomitischen Kalke, auch wenn sie schon mehr oder weniger sandige Partien enthalten, noch zum Rhät, die rein sandigen, oft quarzartigen Schichten dagegen zum untersten Hettangien zu stellen sind.

5. Kurzer Vergleich mit anderen Gebieten der Klippendecke.

In Anbetracht der Beschränktheit des Untersuchungsgebietes müssen hier wenige Hinweise genügen. Was zunächst den Vergleich mit dem Rhät der übrigen *zentralschweizerischen Klippen* betrifft, so können wir eigentlich nur die Rhätvorkommen am *Buochserhorn* (Müllerboden etc.) in Betracht ziehen. Leider fehlt bis heute ein genaueres stratigraphisches Rhätprofil vom Buochserhorn, da kein einziger Aufschluss Messungen der ganzen Schichtserie zulässt. Es bleibt nichts übrig, als die von *C. Mäesch*, *A. Tobler* und *W. Schmidt* schon beobachteten Faunenunterschiede der Vollständigkeit halber zu erwähnen. Während am *Buochserhorn* nach Schmidt (53) die Fauna vorwiegend durch *Brachiopoden* charakterisiert ist und deshalb „*karpatischen*“ Charakter zeigt, kommt dieser am *Stanserhorn*, dessen Rhät den durch *Lamellibranchiaten* gekennzeichneten „*schwäbischen*“ Faunencharakter aufweist, erst in den obersten Schichten mit schwachem Einschlag zur Geltung. Immerhin haben mir eigene Beobachtungen gezeigt, dass die Trennung des Rhäts nach seiner Fauna zwischen Stanserhorn und Buochserhorn nicht so scharf ist, wie sie *W. Schmidt* annimmt. Am Buochserhorn kommen neben Brachiopodenkalken beinahe ebenso viele Zweischaler-Lumachellen und etwas weniger dunkle, tonige Mergelschiefer vor, die ganz dem „*schwäbischen*“ Rhät des Stanserhorns gleichen.

In den *Préalpes médianes*, speziell im Gebiet der *Tour d'Al* hat *A. Jeannet* (64) das Rhät beschrieben; dabei hat er die Contorta-Schichten der gesamten Freiburgeralpen mit in den Kreis seiner Betrachtungen gezogen und festgestellt, dass im ganzen Gebiet der *Préalpes médianes* (S. 312) ähnliche lithologische und paläontologische Verhältnisse bestehen. Dem von Jeannet gegebenen Schema fügen sich auch die von mir am Stanserhorn aufgemessenen Rhätprofile im grossen und ganzen sehr gut ein. Freilich existieren kleinere Faciesveränderungen und auch Mächtigkeitsunterschiede, doch kann dies in Anbetracht der grossen Entfernung kaum überraschen. Wie nebenstehende Tabelle zeigt, gilt gute Übereinstimmung für die bei Plan Falcon und im Lücken­graben festgestellten Unterstufen des Rhäts. Auch die Festlegung der Grenze gegen die Trias ist am Stanserhorn identisch mit derjenigen Jeannets.

NB. Eine Parallele zu Jeannets Brachiopoden-Korallenbank in Niveau *b* bilden wahrscheinlich die von mir an der Basis des Profils westlich Holzwang gefundenen dolomitischen Kalke mit Brachiopoden.

Dass die Trennung zwischen Hettangien und Rhät am Stanserhorn eine andere ist als im *Tour d'Al*-Gebiet muss auf eine Faciesverschiedenheit im oberen Rhät und untersten Hettangien zurückgeführt werden, wenn man nicht annehmen will, dass Jeannets Rhät-Niveau *e* und Hettangien-Niveau *a* in den zentralschweizerischen Klippen überhaupt fehlen.

Plan Falcon Jeannot.	Lückengraben Christ.
<i>Niveau e.</i> Mächtigkeit 8—9 m. Dunkle Mergel mit <i>Protocardium Rhaeticum</i> .	fehlt?
<i>Niveau d.</i> Mächtigkeit zirka 100 m. Kalke und Lumachellen, unterbrochen von einer Bank mit Brachiopoden und Korallen.	<i>Stufe e.</i> Mächtigkeit zirka 4 m. Lumachellenkalke.
	<i>Stufe d.</i> Mächtigkeit 11.5 m. Feinspätige bis dolomitische Kalke, in einigen Bänken Brachiopoden und Korallen.
	<i>Stufe c.</i> Mächtigkeit 8.5 m. Dichte Kalke, untere Hälfte dolomitisch, mit einigen Mergelzwischenlagen.
<i>Niveau c.</i> Mächtigkeit 28.5 m. Gastropodenkalke, im oberen Teil dolomitisch. An der Basis helle dolomitische Mergel.	Unterbruch durch Vegetation. Mächtigkeit zirka 12 m.
<i>Niveau b.</i> Mächtigkeit zirka 95 m. Mergel mit <i>Bactryllien</i> , mit knolligen Kalkbänken, in der Mitte eine Bank mit Brachiopoden und Korallen.	<i>Stufe b.</i> Mächtigkeit min. 4.5 m. Vorwiegend Mergel mit wenigen Kalkbänken, wenig fossilreich.
<i>Niveau a.</i> Mächtigkeit 14 m. Lumachellen, an der Basis Bonebed.	<i>Stufe a.</i> Mächtigkeit 4.7 m. Kalke und Mergel, Lumachellen, gegen die Basis Bonebed, sehr fossilreich.

6. Zusammenfassung.

Die Rhätschichten am Stanserhorn und Arvigrat tragen vorwiegend schwäbischen Faunencharakter. Nur in einzelnen Bänken tritt karpathische Fauna scharf getrennt von der schwäbischen auf. Die Beziehungen zwischen diesen Faunenbezirken ändern schon auf kurze Strecken stark; so überwiegen am Buochserhorn Brachiopodenkalke, während die schwäbische Zweischalerfauna zurücktritt.

Die Mächtigkeit der ganzen Stufe ist gegenüber anderen Vorkommen in der Zone der Préalpes médianes stark reduziert.

III. Hettangien.

1. Historisches.

Renevier hat im Jahre 1864 als erster den unteren Lias der Préalpes médianes näher untersucht und auf Grund seiner Fossilbestimmungen die Hettangien-Stufe in dieser Zone festgelegt.

Im Gebiet der Klippen der Zentralschweiz hat etwas später *J. Kaufmann* im Jahre 1875 jurassische Schichten erkannt (5) und dabei die von *Kaplan Joller* ausgebeutete Fundstelle von der Alp Holzwang erwähnt, die vor allem „Pecten“ geliefert hat.

U. Stutz, der 1879 am Buochserhorn Rhät entdeckt (8), kennt als Hangendes desselben nur die sogenannten Hüttleren-Schichten.

Die erste zuverlässige Beschreibung von Hettangien in den Klippen liefert *J. Kaufmann* (11. S. 104) im Jahre 1886 vom *Arvigrat*. Im Hangenden der Trias (Rauhwacke) folgt nach ihm: „dunkelblaugrauer, ziemlich hell auswitternder Kalkstein, stellenweise mit Bivalven durchschnitten, die nach dem Urteile von Dr. Mœsch gewissen Cardinien und Thalassiten des untersten Lias entsprechen. Die Schichten, meist etwa 2—3 cm mächtig, enthalten selbst auf anscheinend frischem Bruche viele durch Verwitterung ledergelb gewordene Stellen“.

1890 erwähnt *U. Stutz* (13) von der Alp Holzwang eine Faunenliste, deren Herkunft oder Bestimmung aber von C. Mœsch angezweifelt worden ist, da sie nicht dem dort anstehenden Hettangien entspricht. Vom Südgrat des Buochserhorns kennt er einen „sandigen, grauen Kalkschiefer“ mit

Amm. psilonotus, *A. oxinotus* und *A. pettos*.

C. Mœsch zählt 1894 (17) die von ihm bestimmten Stücke von Holzwang zur Fauna der Kössenerschichten; er kennt von da:

<i>Pecten acute auritus</i> , SCHAFFH.	<i>Chemnitzia Quenstedti</i> , STOPP.
<i>Pecten rhaeticus</i> , GUMB.	<i>Thecosmilia</i> sp. ?
<i>Lima punctata</i> , SOW.	

In seinem Profil vom Lückengraben sind unter dem Lias Kalke mit *Pecten sepultus*, QU., und *Aegoceras planorbis*, SOW., darunter Kalke mit *Pecten acute auritus*, SCHAFFH., angegeben.

A. Tobler erwähnt 1899 (30) vom Stanserhorn „fossilfreie, dolomitische Kalksteine, lokal auch feinkörnige Sandsteine und Tonschiefer“, als Übergangsschichten zwischen fossilführendem Rhät und eigentlichem Hettangien. Dieses letztere ist repräsentiert durch „grobolithische, in frischem Bruche braune Gesteine“ mit zahlreichen Exemplaren von *Pecten Valoniensis* und *Pecten Thiollieri*. Vom Arvigrat kennt Tobler kein Hettangien.

Fr. Trauth (51), 1908, unterscheidet bei der Bearbeitung der Sammlungen von Stutz und Tobler Hettangien sandstein (Psilonotensandstein) und Hettangienkalk. Aus ersterem hat er eine Fauna bestimmt, deren zahlreiche Arten vorwiegend zu den Lamellibranchieren gehören; im letzteren fanden sich neben wenigen anderen Arten Pectenschalen aus der Gruppe *Chlamys Valoniensis*, DEFK., in überwiegender Menge.

2. Verbreitung.

Die grösste Ausdehnung erreichen die Aufschlüsse der untersten Liasstufe am SW- und S-Fuss des Stanserhorns. Es sind dort vor allem die Lokalitäten *Gelbe Fluh*, *Brandgraben* und *Alp Holzwang*, die schon seit längerer Zeit ihrer reichen Fossilführung wegen bekannt sind; aber auch am SE-Fuss des Stanserhorns, in den Alpen oberhalb Wiesenberg, treten an den untersten Steilhängen in Weiden und Bacheinschnitten die Schichtköpfe des nordwärts einfallenden oberen Hettangienkalkes zutage, seine unteren Schichten dagegen sind hier nur im *Lückengraben* und auch da nur teilweise aufgeschlossen. Ohne Zweifel zum Hettangien gehören die dunkelgrauen und untersten brecciösen Kalke am *Südende des Arvigrates*. Auch die im südwestlichen Teil des *Miserengrates* auf Triasdolomiten liegenden, silixfreien, brecciösen Kalken sind wohl zum mittleren Hettangien zu stellen. Am Nordfuss der Stanserhorn- und der Arvigratklippe fehlt das Hettangien, wie der ganze Lias, aus tektonischen Gründen.

3. Stratigraphische Beschreibung.

a) Stanserhorn.

Die für das Studium des Lias im allgemeinen günstigste Stelle bildet die verhältnismässig tief eingeschnittene Rinne des *Brandgrabens*, zwischen zirka 1100 m und 1160 m Meereshöhe. In diesem habe ich von oben nach unten folgendes Profil messen können:

Das Hangende bilden quarzitisches Echinodermen- und Dolomitbreccien mit kalkigen, flachen Linsen und Silexbändern (Unt. Sinémurien), auf diese folgen:

19. hellgraue, dichte, glatte Kalke, hellanwitternd, z. T. feinoolithisch, an der Basis etwas marmorisiert	13.0 m
20. dichter, grauer, etwas marmorisierter Kalk mit vielen kleinen Spuren von Korallen und Bivalven, hellbräunlich anwitternd	1.5 "
21. graue, dichte, glatte Kalke, etwas marmorisiert, schlecht gebankt, sehr bröckelig, hellbräunlich anwitternd, mit seltenen Fossilspuren Pecten textorius, SCHLOTH.	4.8 "
22. grauer, sehr quarzitischer, spätiger Kalk	1.5 "
23. quarzitisches Dolomitbreccie, die dolomitischen Einsprenglinge grobkörnig, stellenweise bis 1 cm Durchmesser, Füllmasse quarzitische Kalk	3.5 "
24. feinkörnige, quarzitisches Dolomitbreccie mit kalkiger Füllmasse	2.0 "
25. quarzitisches Echinodermenbreccie ohne dolomitische Einsprenglinge, Füllmasse hellgrau, sehr quarzitisches, wenig kalkig	1.5 "
26. Dolomitbreccie, Füllmasse weniger quarzitisches, mehr kalkig-spätig, feinbrecciös bis ziemlich grobbrecciös in unregelmäßigem Wechsel, mit Spuren von Pecten sp.	8.0 "
27. grauer, dichter bis feinspätiger Kalk, hellgrau bis hellbräunlichgrau anwitternd, gegen die Basis etwas dunkler, z. T. oolithisch	20.0 "
28. grauer, feinspätiger Kalk, etwas sandig, bräunlich anwitternd	2.0 "
29. grauer, feinspätiger bis kieseliger Kalk mit reichlicher Pectenfauna, vor allem Pecten Schmidt, TRAUTH.	0.4 "
30. braungrauer, harter, sandig-kieseliger Kalk mit Pectenfauna Pecten Schmidt, TRAUTH.	6.0 "
31. etwas weicherer, brauner, sandiger Kalk	1.8 "
32. braune, sandige, schieferige Mergel	0.4 "
33. hellbrauner bis hellbraungrauer, kieseliger Kalksandstein	2.5 "
34. braune, sandige, schieferige Mergel mit härteren, schieferigen Sandsteinbänken	2.0 "

NB. Die Schichten 32 bis 34 konnten nicht kontinuierlich gemessen werden, sie sind aus verschiedenen Beobachtungen in nächster Nähe des Brandgraben-Wasserfalls zusammengestellt. Der Anschluss zum Rhät ist ebenfalls nicht im Detail zu verfolgen.

In diesem Profil können fünf Stufen unterschieden werden, von denen jede schon lithologisch genügend charakterisiert ist; es umfasst von oben nach unten:

Stufe e = die Schichten 19–21, im allgemeinen dichte, glatte Kalke mit seltenen Fossilspuren, Mächtigkeit zirka 20 m.

Stufe d = die Schichten 22–26, quarzitisches Echinodermen- und Dolomitbreccien, ohne Silex, mit Spuren von Pectenschalen, Mächtigkeit zirka 16 m.

Stufe c = die Schicht 27, grauer, dichter Kalk, ohne Fossilien, z. T. oolithisch, Mächtigkeit 20 m.

Stufe b = die Schichten 28–30, braungraue, kieselige, oft leicht sandige, oft oolithische Kalke mit ausgesprochener Pectenfauna, Mächtigkeit zirka 8 m.

Stufe a = die Schichten 31–34 sowie die unaufgeschlossene Basis bis zu den obersten dolomitischen Rhätschichten; sandige, quarzitisches Kalke, Schieferkalke und Mergel mit reicher Fauna (charakterisiert durch Psiloceras planorbis und viele Bivalven), Mächtigkeit mindestens 7 m.

Zu Stufe *a* gehören zweifellos folgende, im Brandgraben und an der westlich angrenzenden Gelben Fluh gefundene Arten:

Rhynchonella plicatissima, QU.	Ostrea irregularis, MÜNST. (?)
Rhynchonella.	Ostrea sp.
Waldheimia perforata Piette.	Gryphaea sp.
Terebratula sp.	Myoconcha sp. ind. (TRAUTH.)
Pinna Hartmanni, ZIET.	Cucullaea sp.
Gervillia sp.	Cardinia crassiuscula, Sow. sp.
Perna infraliasica, QU.	Cardinia cf. concinna, Sow. sp.
Lima gigantea, Sow.	Pleurotomaria rotellaeform., DEFR. sp.
Lima cf. tuberculata, TQM.	Pleurotomaria sp.
Lima exaltata, TQM.	Phasianella sp.
Lima sp.	Natica sp.
Pecten Hehlii, d'ORB.	Turritella cf. Zinkenii, DEFR. sp.
Pecten Valoniensis, DEFR.	Promathildia sp. (?)
Pecten textorius, SCHLOTH. sp.	Psiloceras planorbis, Sow. sp.
Pecten subulatus, MÜNST.	

Diese Fossilserie stammt laut einer mir zur Verfügung gestellten brieflichen Mitteilung, die *Fossilien-sammler Kuisel* an Dr. Tobler richtete, aus einer „zirka 25—30 cm“ mächtigen Schicht, welche „parallel geht mit der Schicht, worin die Pecten massenhaft vorkommen“. Das von Fr. Trauth (51) bestimmte Material liegt im Museum zu Basel. Diese Fossilbank scheint ungefähr in die Lage der von mir mit Nr. 33 oder 34 bezeichneten Schicht zu fallen.

Die Stufe *b* von Brandgraben-Gelbe Fluh charakterisieren folgende Arten:

Pecten Schmidtii, TRAUTH. (sehr häufig)
Pecten Valoniensis, DEFR. (ein Exemplar ?)
Waldheimia perforata (?)

Stufe *d* lieferte mir ein Schalenfragment von

Pecten sp. ind.

und Stufe *e*

Pecten textorius, SCHLOTH.

Die Einteilung in diese fünf Stufen wird auch in den weiteren Aufschlüssen, in denen das Hettangien genügend aufgeschlossen ist, zu verfolgen sein.

Im *Rübigraben* ist das Hettangien in annähernd gleicher Ausbildung und Mächtigkeit aufgeschlossen wie im Brandgraben, doch fehlt hier das von Schutt überdeckte Niveau *a*. In Stufe *b* findet sich

Pecten Valoniensis, DEFR.

Eines der fossilreichsten Vorkommen von Hettangien liegt *zwischen der Kapelle und der oberen Alp Holzwang*. Die Stelle war schon *Kaplan Joller, Stutz, Kaufmann* und *Mäesch* bekannt, sie lieferte auch *Tobler* ein umfangreiches Material und ist auch heute noch recht ergiebig. Der schon lange bekannte Aufschluss befindet sich zur Seite eines jetzt verlassenem Milchgadens, etwas oberhalb des Weges zur Kapelle. Ein zweiter, neuerer, kleiner Steinbruch ist an diesem Weg selbst, zirka 50 m SE der Kapelle, angelegt worden. Es ist bemerkenswert, dass im Aufschluss beim Gaden die fossilführenden Bänke in einem meist ausgesprochenen oolithischen, kieselig-spätigen Gestein liegen, das stellenweise grob-oolithisch wird und manchmal mumienhafte Bildungen zeigt; es ist im Bruch bräunlichgrau und wittert hell an; die Pectenbänke am Weg sind dagegen durch graubraune, sandig-spätige Kalke gebildet. Jene entsprechen wohl der Schicht 29, diese Schicht 30 von Brandgraben. Das ganze mir vorliegende Material charakterisiert Stufe *b* und liess nach Bestimmungen von Fr. Trauth und mir folgende Arten erkennen:

Calamophyllia cf. Langobardica, Stopp. sp.	Pecten disparilis, Qu.
Thecosmilia sp. (?)	Pseudomelania sp.
Pecten Valoniensis, DEFR.	Bruchstück einer Pinna (?) sp. ind.
Pecten priscus, SCHLOTH. sp.	Plicatula Parkinsoni, Dac.
Pecten textorius, SCHLOTH.	

Merkwürdig ist das massenhafte Auftreten von *Pecten Valoniensis* und das Fehlen von *Pecten Schmidtii* im Vorkommen von Holzwang; umgekehrt wird in den analogen Kalken der Stufe *b* von Brandgraben-Gelbe Fluh vorwiegend *Pecten Schmidtii* gefunden, und *Pecten Valoniensis* bleibt aus, obschon er an diesem Ort in den unteren sandigen Bänken (Stufe *a* oben) zahlreich vertreten ist, während dort *Pecten Schmidtii* fehlt. Es scheint, dass wir es hier mit einem gewaltsamen Auftreten einer neuen Form (*Pecten Schmidtii*) zu tun haben, welche die bis dahin dominierende (*Pecten Valoniensis*) nach Süden (Holzwang) abgedrängt hat.

Das Hangende der *Pecten*-Schichten von Holzwang ist unmittelbar bei der *Kapelle Holzwang* aufgeschlossen und besteht aus grauen, glatten, dichten bis feinspätigen Kalken, die hell anwittern und leicht zerbröckeln; sie entsprechen der Schicht 27, d. h. dem Niveau *c* vom Brandgraben.

Das Liegende der *Pecten*-Schichten, die Stufe *a*, tritt etwas südlich des Steinbruches, am Weg von Holzwang Kapelle zur Alp Holzwang, in einigen braunen Sandkalkbänken mit sandig-mergeligen Zwischenlagen zutage. Die Sandkalke nehmen in den untersten Bänken ganz quarzitischen Charakter an, zeigen Schieferung und tragen auf den Schichtflächen stellenweise wulstförmige Spuren. In einem braunen Sandkalk über diesen fanden sich Schalenstücke einer gerippten *Ostrea*. Etwas weniger sandige, graue, braungrau anwitternde Kalke, die wohl wenig unter den *Pecten*-Schichten liegen, lieferten auf einer Bank viele schlecht erhaltene Exemplare von:

Austern (*Gryphaea*?) und *Modiola* sp.

Obschon eine ununterbrochene Schichtfolge des Hettangien bei der Alp Holzwang nicht aufgeschlossen ist, können doch von oben nach unten die folgenden Horizonte mit Sicherheit aus-
geschieden werden:

Stufe *c* = graue, glatte, dichte bis feinspätige Kalke.

Stufe *b* = grauc, spätige, oolithische Kalke mit massenhaften *Pecten*,
graubraune, sandig-spätige Kalke mit massenhaften *Pecten*.

Stufe *a* = graubraune bis braune Kalke mit Austern und *Modiola*, mit Mergelzwischenlagen,
braune Sandkalke mit *Ostrea*, mit Mergelzwischenlagen, quarzartige, etwas schieferige
Sandsteine.

Oberhalb der Alpen *Unter-Holzwang* und *Loch* lässt sich nur die oberste Hettangienstufe, die hellen, dichten, malmähnlichen Kalke, dem SE-Fuss des Stanserhorns entlang verfolgen; erst im *Lückengraben* treten wieder die tieferen Breccien-, *Pecten*- und Sandkalkbänke aus dem Gehängeschutt hervor; es fanden sich dort nach Bestimmungen von *Trauth*:

Rhynchonella plicatissima, Qu. sp.

Pecten Valoniensis, DEFR.

und bei der *Alp Loch* (wahrscheinlich in einem Block):

Protocardium Philippianum, DKR. sp.

Weiter östlich bildet oberes Hettangien den Fuss der flachen Rippen unterhalb *Sagerts*, *Müder* und bei *Dändlen*.

In der verkehrt liegenden Serie von *Wiesenberg* stehen dieselben Schichten unmittelbar unter der *Kapelle* an. In diesen Kalken fand A. Tobler:

Pecten Valoniensis, DEFR.

Pecten priscus, SCHLOTH. sp.

b) Arvigrat.

Wie für den ganzen Lias des Arvigrates im allgemeinen, so ist es auch für das Hettangien schwierig, eine genauere Abstufung festzulegen, ja nicht einmal die Grenze gegen oben ist mit einiger Sicherheit zu ziehen. Einzig die untersten Schichten sind deutlich charakterisiert. Das vollständige Ausbleiben der Fauna der Stufe *b* und das fast durchwegs gleichartig ausgebildete Gestein machen es verständlich, dass Tobler an dem Vorhandensein von unterem Lias am Arvigrat zweifelte.

Die einzige Stelle, an der Hettangien mit seinem Liegenden und Hangenden aufgeschlossen ist, liegt am Südfusse des Arvigrates, wenig *NE des Arvisattels*; es kann dort von oben nach unten folgende Schichtserie beobachtet werden:

1. graue, grobspätige Kalke bis Echinodermenbreccien, stellenweise mit feinkörnigen Dolomiteinsprenglingen. Silexbänder und -knollen;
2. graue, glatte, dichte, etwas kieselige Kalke ohne Fossilien;
3. graue, quarzitisches Echinodermen- und Dolomitbreccien (Korngrösse nicht über 5 mm), stellenweise ganz quarzitisch;
4. bräunlichgrauer, quarzitisch-sandiger Kalk mit einer Bank, in der einige schlechterhaltene Austern gefunden wurden; in den untersten Lagen ist das Gestein quarzartig, etwas schieferig;
5. dunkelgrauer, dichter, stellenweise feinkörniger Kalk mit vielen Zweischalerschnitten.

NB. Schicht Nr. 1 ist zum Sinémurien, Schicht Nr. 5 zum oberen Rhät zu zählen.

Im Hettangien ist nur Nr. 4 mit einer der am Stanserhorn gefundenen Stufen, nämlich Stufe *a*, identisch, ihre Mächtigkeit ist hier auf weniger als die Hälfte reduziert. Die Stufen *b-c* finden am Arvigrat ihr Äquivalent in den ebenfalls sehr reduzierten, vorwiegend neritischen Bildungen der Schichten Nr. 2 und 3.

An *Miserengrat* habe ich das unterste Niveau des Lias, eine sehr quarzitisches Dolomitbreccie, ähnlich derjenigen des Arvigrates, als Hettangien ausgeschieden; ich stütze mich dabei lediglich auf Analogie im lithologischen Charakter, da keine Spur von Fossilien zu finden war, und da die charakteristischen Sandkalke des unteren Hettangien aus tektonischen Gründen zu fehlen scheinen.

4. Abgrenzung nach unten und oben.

Die Untersuchungen im Brandgraben, Lückengraben und bei Holzwang haben ergeben, dass die von Tobler mit sandigen Mergeln und Kalken zusammen ins unterste Hettangien gestellten dolomitischen Kalke mit grösster Wahrscheinlichkeit noch zum obersten Rhät zu zählen sind und dass das Hettangien mit der quarzitisch-sandigen Facies einsetzt. *Jeannel (64)* hat zwar bei Plan Falcon eine Serie von dolomitischen, bunten Mergeln und Kalken mit charakteristischer Fauna im untersten Hettangien gefunden, doch entsprechen die mergellosen, grauen, dichten, dolomitischen Kalke des Stanserhorns wohl kaum diesen Schichten, da sie entweder vollständig fossilifer sind, oder schon eine typische Rhätfäuna aufweisen (Lückengraben). Über die *Abgrenzung gegen das Sinémurien* sind wir fast ausschliesslich auf lithologische Merkmale angewiesen, da in diesem Horizonte Fossilien zu den grössten Seltenheiten gehören. Wenn das Hettangien hier mit den hellen, dichten Kalken abgeschlossen wird, so geschieht das in Anlehnung an die Erfahrungen aus den *Préalpes médianes*; hierbei ist vor allem wichtig das von *L. Horwitz (63, 67)* aus seiner *Zone 2* gegebene Profil, indem auf helle, dichte Kalke des Hettangien Dolomitbreccien und Spatkalke folgen, welche Silexbänder enthalten und an einigen Stellen eine charakteristische Cardinien- und Gryphaeafauna des unteren Sinémurien aufweisen.

5. Kurzer Vergleich mit anderen Gebieten der Klippendecke.

Zentralschweiz:

Nur am *Buochserhorn* findet sich nach *Tobler*, *Stutz* und *Mäsch* Hettangien, und zwar in ähnlicher Ausbildung, d. h. oolithischen, brecciösen und sandigen Kalken, wie am Stanserhorn. Als Fauna erwähnt *Trauth* (51) aus den oolithischen Kalken:

Pentacrinus angulatus, OPP.	Pecten Schmidt, TRAUTH.
Waldheimia perforata, PIETTE sp.	Alectryonia Haidingeriana, EMM.
Pecten Valoniensis, DEFR.	

Stutz (13) kennt aus sandigen Kalkschiefern:

Psiloceras planorbis, Sow.

und *Mäsch* aus bräunlichgelben, dolomitischen Kalken (17):

Pentacrinus angulatus, OPP.
Pecten sepultus.

Diese Fauna ist, wenn schon weniger reichhaltig, identisch mit derjenigen des Stanserhorns.

Préalpes romandes:

Die Zusammenstellung *Jeannets* erübrigt es auch hier, näher auf die einzelnen Bezirke der *Préalpes romandes* einzutreten; immerhin soll geprüft werden, welcher ihrer Zonen Stanserhorn und Arvirat am ehesten zu vergleichen sind.

Die Profile und Faunen *Jeannets* aus dem *Gebiet der Tour d'Al* zeigen wohl eine Ähnlichkeit mit den von mir gefundenen, doch lassen sich ohne Schwierigkeit Unterschiede bemerken, die eine Parallelisierung der beiden Zonen unwahrscheinlich erscheinen lassen: Es fehlen am Stanserhorn die fossilreichen dolomitischen Mergel und Kalke aus *Jeannets Niveau b*, ebenso die Mergel- einlagen aus *Niveau e*. Hingegen treten am Stanserhorn Dolomit- und Echinodermenbreccien auf, die in dieser Ausbildung im *Tour d'Al*-Gebiet nicht bekannt sind.

Weit besser stimmt der unterste Lias des „*Massif des Bruns*“ mit dem der zentralschweizerischen Klippen überein. *Horwitz* (67) erwähnt aus dessen nördlichster Zone zwar nur drei Niveaus in hellen, deutlich oolithischen Kalken:

c. N. à Polypiers,
b. N. à Pecten Valoniensis,
a. N. à fossiles peu nombreux,

doch war es mir vergönnt, unter seiner Leitung ein Profil des unteren *Lias bei Jaun* zu studieren, dessen einzelne Stufen ich hier mit der gütigen Erlaubnis von Herrn Dr. L. Horwitz in grossen Zügen zum Vergleiche mit unserem Hettangien skizziere. Es folgen sich dort von oben nach unten:

1. helle, glatte, dichte, oft oolithische Kalke,
2. feinkörnige Echinodermen- und Dolomitbreccien ohne Silex,
3. kieselig-sandige Kalke, die besonders an ihrer Basis eine reiche Pectenfauna führen,
4. braungraue, braun anwitternde, schieferige Sandkalke mit sandigen Mergelzwischenlagen, wenige Bivalven enthaltend, an ihrer Basis eine Alectryonienbank.

In diesem Profil lässt sich Nr. 4 sehr gut mit unserer Stufe *a* vergleichen, Nr. 3 entspricht im unteren Teil Stufe *b*, im oberen Teil Stufe *c*, Nr. 2 und 1 sind gleichzustellen mit *d* und *e*.

Im allgemeinen stimmen die Hettangienprofile der ganzen Zone der *Préalpes médianes* miteinander überein, wie es die von *Jeannet* (64 S. 400) aufgestellte Tabelle zeigt. Eine Neuparallelisierung der am Stanserhorn gefundenen Stufen mit denjenigen *Jeannets* und denjenigen von *Horwitz* lässt eine noch bessere Übersicht zu:

	Stanserhorn <i>Christ.</i>	Brunnenmassiv (südliche Zone) nach mündl. Mitt. v. <i>Dr. Horwitz.</i>	Tour d'Al <i>Jeannet.</i>
e.	helle, glatte, dichte Kalke.	helle, glatte, dichte Kalke.	graue, kieselige, dichte Kalke, ohne Mergel, sehr wenig Fossilien. Niveau <i>f.</i>
d.	quarzitische Dolomit- und Echinodermenbreccien.	feinkörnige Breccie.	
c.	grauer, dichter Kalk, ohne Fossilien, z. T. oolithisch.	grauer, oolithischer, etwas kieselig-sandiger Kalk, an der Basis mit Pectenfauna.	_____ ? _____
b.	kieselige bis leicht sandige Kalke mit Pectenfauna.		braune Kalke mit Mergel- zwischenlagen und reicher Fauna. Niveau <i>e.</i>
a.	sandige Kalke mit Bivalven und <i>Psiloceras planorbis</i> , sandige Mergel, quarzitische Sandsteine.	schieferige Sandkalke, in Zwischenlagen sandige Mergel mit Bivalven (<i>Ostreen</i>).	Sandkalke mit <i>Ostreen</i> . Niveau <i>d.</i>
	?	?	kieselige Sandsteine, glauconitisch. Niveau <i>c.</i>
			fossilreiche, dolomitische Mergel. Niveau <i>b.</i>
	Oberstes Rhät.	Oberstes Rhät.	(Niveau <i>a.</i>)

6. Zusammenfassung.

Wie *Trauth* (51) in der paläontologischen Bearbeitung des Tobler-Stutz'schen Materials gezeigt hat, trägt die Hettangienfauna des Stanserhorngebietes ein mitteleuropäisches Gepräge mit schwachem, alpinem Einschlag.

Die Facies zeigt einen Wechsel von neritischen und bathyalen Ablagerungen; in der südlicheren Zone des Arvigates überwiegen die neritischen, in der nördlichen des Stanserhorns die mehr bathyalen Bildungen. Die Mächtigkeit des Hettangien nimmt von N nach S beträchtlich ab.

IV. Übriger Lias.

(*Sinemurien, Lotharingien, Pliensbachien, Domérien, Toarcien, Aulénien.*)

1. Historisches.

Wie in den Préalpes romandes der obere Teil des Unter-Lias und der mittlere Lias schon früh durch ihre Fossilführung bekannt geworden sind (*Studer, Favre, Renevier, Ooster, Haas*), so haben diese Schichten auch im Gebiet der zentralschweizerischen Klippen den Anstoss gegeben, diese Gebirgsstöcke in der Hauptsache als jurassisch aufzufassen (*Kaufmann 1874 u. 1875, 5*).

1886 erwähnt *J. Kaufmann* vom Süden des Arvigates „Lias, ein dichter bis feinspätiger, dunkelgrauer Kalkstein, sehr zähe, stellenweise mit Hornsteinnieren und ledergelben Einsprenglingen, Belemniten und einigen wenigen anderen Petrefakten“ und weist auf die Ähnlichkeit mit den Hüttlerenkalken vom Buochserhorn hin.

U. Stutz beschreibt 1890 (13) Vorkommen von unterem und mittlerem Lias von der Alp Holz an den Mithen, von Hüttleren und Ochsenweid am Buochserhorn, von Holzwang am Stanserhorn, vom Jänzimattberg, oberen Lias von der Kneuhütte und vom Weg Holzwang-Krinne am Stanserhorn. Er teilt den Lias in:

<i>oberer Lias:</i>	braune Mergel	Amm. radians, torulosus,
130 m		Amm. serpentinus,
		Pecten contrarius,
		Fucus Bollensis,
<i>unterer Lias:</i>	schwarze Kalke	Amm. raricostatus, lineatus, amaltheus etc.,
30 m	graue Sandkalke	Amm. pylonotus, oxynotus, pettos

und gibt verschiedene Fossilisten; seine Fossiliste von der Alp Holzwang am Stanserhorn scheint auf Verwechslungen bei der Bestimmung oder der Fundortangabe zu beruhen.

C. Mäesch (17) zitiert 1894 aus dem Lias des Buochserhorns ausgedehnte Fossilisten; dadurch gelingt es ihm, den Lias einzuteilen in:

Posidonienschiefer (oberer Lias).	Arietenkalke (unterer Lias).
Margaritatusschichten (mittlerer Lias).	Angulatusschichten.

Vom Stanserhorn jedoch kennt er nur wenige Liasfossilien, die zu keiner Einteilung führen.

A. Tobler (30) beschreibt 1899 den unteren Lias als Breccie, die aus Echinodermenbruchstücken und Dolomitfragmenten zusammengesetzt und von zahlreichen Kieselschnüren durchzogen ist. Zum mittleren Lias rechnet er die gesamten von ihm beobachteten „Hüttlerenkalk“, deren Äquivalent er auf Brand am Stanserhorn wiederfindet. Für die Arietenkalke von Stutz und Mäesch kennt er keine Belege.

F. Trauth (51) bestätigt die Anschauungen Toblers und belegt sie durch die Bestimmungen der Tobler-Stutz'schen Sammlungen. Für die Existenz der Arietenkalke am Buochserhorn bringt er den Beweis durch Bestimmung einer Arietitenserie. Ausserdem erwähnt er als oberen Lias von Tobler entdeckte, schwarze, mergelige Tonschiefer mit Ammoniten und Posidonien sowohl vom Stanserhorn wie vom Buochserhorn; endlich rechnet er einen roten Kalk von den Spisalpen (Buochserhorn) mit Tobler zum Ober-Lias.

2. Verbreitung.

Der ganze „übrige Lias“ zieht sich konkordant mit dem Hettangien dem SW-, S- und SE-Fuss des Stanserhorns entlang mit ziemlich konstanter Mächtigkeit. An der südlichen Hälfte des Arvigates und auf der Misoren stehen diese Schichten ebenfalls an, doch ist ihre Ausbildung nicht so typisch wie am Stanserhorn und ausserdem scheint der obere Lias hier zu fehlen. Am Nordfuss beider Klippen ist der ganze Lias tektonisch ausgequetscht.

3. Stratigraphische Beschreibung.

Den günstigsten Aufschluss im Lias des Stanserhorns bildet der *Brandgraben*. Ich habe dort im Hangenden des Hettangien folgendes Profil aufgemessen, das an dasjenige des Hettangien (siehe dieses) lückenlos anschliesst. Leider kann das Profil nicht in gerader Linie gemessen werden, da Schuttrunnen und Bach ungleiche Erosionsformen geschaffen haben, so dass für den oberen Teil der Aufmessung die rechte Tobelseite, für den unteren (Hettangien) die linke günstiger ist. Folgende Schichten liegen von oben nach unten über dem Hettangien:

Hangendes: braungraue und graue, sandige Zoophycuskalke und wenige Mergelschiefer (siehe Kapitel Dogger).

- | | |
|--|---|
| 1. graue, kieselig-sandige, z. T. schieferige Kalke, stark glauconitisch, graubraun bis grau, etwas sandiger verwitternd | 2.0 m |
| 2. graue, kieselige Kalke mit schieferigen Zwischenlagen | 5.0 " |
| 3. Breccie aus grauen und dunkelgrauen Kalken, Bindemittel kalkig, hellbräunlich anwitternd; Breccieelemente von 0.5—3 cm Durchmesser | 1.0 " |
| 4. dunkelgraue, harte, kieselige bis feinspätige Kalke, grau anwitternd | 6.0 " |
| 3. graue, etwas schieferige Kalke, kieselig, schwach feinsandig, mit schmalen Kalkschiefer-Zwischenlagen von etwas sandigerem Charakter; braungrau anwitternd. Im ganzen ähnlich der Zoophycusdogger-Facies, doch härter und kalkiger | zirka 80.0 " |
| 6. dunkelbraungraue bis schwarze, tonig-feinsandige Schiefer, griffelig-schieferig brechend, etwas bituminös; in den mittleren Lagen verstreute Bänke von härterem, kalkigerem Charakter | 14.0 " |
| 7. harte Bänke von grauem, kieseligem Kalk, grau bis bräunlichgrau anwitternd, mit Zwischenlagen von braungrauen Mergelschiefern | 16.4 " |
| 8. dunkelgraue Kieselkalke, grau bis graubraun anwitternd, mit Zwischenlagen von braunen Mergeln | 8.6 " |
| 9. braungraue bis braune, bröckelige Mergelschiefer mit eingelagerten Kieselkalkknauern | 1.8 " |
| 10. dichter bis feinkörniger, dunkelgrauer Kieselkalk, braungrau anwitternd, mit drei bis fünf Zwischenlagen von 5—20 cm mächtigen, graubraunen, etwas sandigen Mergelschiefern. Die Kieselkalke sind etwas glauconitisch und enthalten neben Phosphoritknollen vornehmlich Belemniten; die Mergelschiefer ergaben eine Fauna, die zum Grossteil aus Belemniten, daneben aus schlechterhaltenen Ammoniten, Gastropoden, Bivalven und Brachiopoden besteht. Es fanden sich (nach Bestimmungen von mir): | |
| <i>Nautilus</i> sp. | <i>Belemnites elongatus</i> , MILL. |
| ? <i>Arietites</i> (<i>Caloceras</i>) <i>raricostatus</i> , var. <i>microdiscus</i> , ZIET. sp. | <i>Terebratula punctata</i> , Sow. |
| ? <i>Arietites</i> (<i>Coroniceras</i>) cf., LYRA HYATT. | <i>Rhynchonella variabilis</i> , SCHLOTH. |
| ? <i>Asteroceras obtusum</i> , HYATT. var. ? | <i>Lima Hermannii</i> (?), VOLTZ. |
| <i>Belemnites paxillosus</i> , SCHLOTH. | <i>Pleurotomaria</i> sp. ind. |
| NB. Die Fundstelle liegt an einem kleinen Grätchen, das auf der rechten Grabenseite zu dessen Sohle hinabstreicht, auf einer Höhe von zirka 1180 m | 2.0' " |
| 11. grauer, spätig-quarzitischer Kalk bis Echinodermenbreccie mit einzelnen Mergelschiefer-Zwischenlagen, führt Belemniten | 3.0 " |
| 12. grauer, quarzitischespätiger Kalk mit reichlicher Brachiopodenfauna, grau anwitternd, führt: | |
| <i>Waldheimia perforata</i> , SCHLOTH. | |
| <i>Rhynchonella plicatissima</i> , QU. | 0.4 " |
| 13. graue, quarzitisches Echinodermenbreccie, oben feiner, unten grobkörniger | 5.0 " |
| 14. Dolomitbreccie, Füllmasse grau, spätig-quarzitisches, dolomitische Einsprenglinge von 1—4 mm Durchmesser, grünlichgrau, gelblich und bräunlich | 3.0 " |
| 15. dieselbe Dolomitbreccie, aber feinkörniger, Einsprenglinge selten über 1 mm | 1.3 " |
| 16. hellgrauer, teilweise marmorisierter bis feinspätiger Kalk | 3.6 " |
| 17. hellgrauer, spätiger Kalk | 1.8 " |
| 18. Echinodermen-Dolomitbreccie, Füllmasse hellgrau, quarzitisches und spätig-kalkig, dolomitische Einsprenglinge, vorwiegend bräunlichgelb, von 1/2—4 mm Durchmesser. Diese feine Breccie geht vor allem in der mittleren Partie in flach linsenförmige bis flach schlierenartige, unregelmässig gelagerte, graue, dichte bis feinspätige Kalke über, deren Mächtigkeit ungefähr zwischen 10 und 40 cm schwankt. In den unteren wieder beinahe rein brecciösen Bänken finden sich durchschnittlich 10 cm mächtige Silixlagen und -schnüre | 17.3 " |
| 19. helle, glatte, dichte Kalke (siehe Hettangien). | |

Die charakteristische, obwohl spärliche Fossilführung sowie der z. T. starke Verschiedenheiten aufweisende Gesteinscharakter hat es hier erlaubt, einzelne Stufen auszuscheiden, die bisher, wenigstens im unteren Teil, höchstens aus den Sammlungen vom Buochserhorn vermutet, in ihren Lagerungsverhältnissen aber noch nicht haben sicher festgestellt werden können.

Die Dolomit- und Echinodermenbreccien mit kalkigen Schlieren und Silexschnüren sind typisch für das *untere und mittlere Sinémurien*. Fossilien sind aus diesen Schichten nicht bekannt (Schicht 18—14, 13 pp.).

Dem *oberen Sinémurien* entspricht ein quarzitisches-spätiger Kalk, der oft zur Echinodermenbreccie wird, mit einer Brachiopodenbank, deren Arten noch auf unteren Lias deuten (Schicht 13—11 pp.).

Darüber folgen kieselig-feinspätige, dunkelgraue, harte Kalke mit schieferigen, bröckeligen Mergelzwischenlagen, die einige für *Lotharingien* charakteristische Formen geliefert haben (Schicht 11—9, ev. 8 pp.). Ein weiteres Merkmal für das Lotharingien am Stanserhorn ist die schwache Glauconitführung.

In dieser Stufe fand sich am *Weg von Mettenberg nach Obfluh* in schwach feinschichtigem Gestein:

Rhynchonella variabilis, SCHLOTH.

Aus Blöcken von dunkelgrauem, spätigem, etwas glauconitischem Kalk von der *Weide oberhalb Kohleren* stammen:

Bruchstücke von *Arietites* sp. ? *Pecten* Hehlii, d'ORB.

Belemnites paxillosus, SCHLOTH.

Südlich unterhalb der *Hütte von Unterbrand* fand ich die von Tobler mit den „Hüttlerenkalken“ parallelisierten Schichten, jedoch in der typischen Ausbildung der von mir den Lotharingien zugewiesenen Bänke. Leider konnten von dieser Lokalität bestimmbarere Fossilien nicht mehr gefunden werden. Ein von Tobler gesammeltes Stück zeigt Spuren von *Belemniten*, *Ammoniten*, *Bivalven*, *Gastropoden* und *Brachiopoden*. Ausserdem liegt vor ein

Belemnites (Megatheutis) paxillosus, SCHLOTH.

Dem *mittleren Lias sensu stricto (Pliensbachien-Domérien)* entspricht eine Serie von Kieselkalken mit Zwischenlagen von Mergelschiefern (Schicht 8—7). Diese Schichten haben sich hier im Gegensatz zu den äquivalenten, sehr fossilreichen Hüttlerenkalken als arm an Petrefacten erwiesen.

Von *Unterbrand* stammt eine

Waldheimia conocollis, RAU., und ein *Ammonitenbruchstück*,
aus einem Block, angeblich vom *Kohlgraben* ¹⁾

Cycloceras binotatum, OPP. *Pecten* Hehlii, d'ORB.

Des Fossilmangels und der gleichmässigen Gesteinsbeschaffenheit wegen können die Stufen *Pliensbachien* und *Domérien* hier nicht getrennt werden.

Der *obere Lias* beginnt durchwegs mit dunkelgrauen bis schwarzen, etwas bituminösen, tonigen Schiefern, deren Fossilführung an anderer Stelle unzweifelhaft auf *unteres Toarcien* weist (Schicht 6). Inwieweit diese Stufe noch in die Schicht Nr. 5 hinaufreicht, kann mit Sicherheit nicht entschieden werden. Wohl aber deuten einige *Ammoniten* aus der Mitte und oberen Hälfte der Kalke Nr. 5 auf *Aalénien* (Beschreibung im Kapitel *Dogger*).

Ob die Breccie, Schicht Nr. 3, und die glauconitische Bank, Schicht Nr. 1, noch zum Lias gehören oder als Basalbildungen des *Doggers* aufzufassen sind, muss dahingestellt bleiben, da die äusserst spärliche Fossilführung keinerlei Trennung zulässt.

Am Südabhang des Stanserhorns bieten der *Schulteren-, Schwand- und Lochgraben* sehr instruktive Aufschlüsse für das Studium des Lias. Ich habe dort aus verschiedenen Messungen folgendes Profil zusammenstellen können:

¹⁾ Die Ortsangabe Toblers scheint auf einem Irrtum zu beruhen, da im Kohlgraben nur *Dogger* vorkommt; es müsste denn ein glazialer Transport des Blockes angenommen werden.

1. braungraue bis graue, feinsandige Schieferkalke mit *Zoophycus scoparius* (Dogger) 2.0 m
2. graue, sandige Kalke, etwas glauconitisch, braun anwitternd 2.0 m
3. dunkelgraue, kieselige bis feinspätige, harte Kalke, grau bis bräunlich anwitternd, zirka 4.0 m
4. graue bis blaugraue, dichte, feinkieselige Kalke, dünn gebankt, aber ohne bemerkenswerte Mergelschiefer-Einlagerungen, grau bis bräunlich anwitternd zirka 70.0 m
5. dunkelbraungraue bis grauschwarze, tonige, feinsandige Schiefer, grau bis braun anwitternd, griffelig-schieferig brechend, mit zerstreuten, 10—20 cm mächtigen, kalkigeren, oft knaurigen Bänken 20.0 m
6. grauer, dichter bis feinspätiger Kieselkalk, bräunlichgrau anwitternd, in den obersten Bänken feinspätig, an der Basis Phosphoritknöllchen führend. mit sehr wenig schieferigen Zwischenlagen; in diesen fand sich ein unbestimmbares Bruchstück eines Ammoniten 45.0 m
7. grauer, spätiger Kieselkalk, etwas glauconitisch, braungrau bis braun anwitternd, mit Schnitten von Belemniten und Bivalven 2.2 m
8. grauer, spätiger Kieselkalk, braungrau anwitternd, ohne Fossilspuren 2.6 m
9. grauer, spätiger Kieselkalk, glauconitisch, braun bis braungrau anwitternd, mit Schnitten von Belemniten und Zweischalern. (Die Fossilien konnten nicht isoliert werden.) 0.8 m
10. grauer bis dunkelgrauer, kieselig-spätiger Kalk, ganz wenig Glauconit führend, seltene Schnitte von Belemniten 2.5 m
11. grauer, kieseliger Spatkalk, graubraun anwitternd, auf der Verwitterungsfläche Spuren von Ammoniten und Belemniten, Phosphoritknöllchen 0.3 m
12. grauer, kieseliger, graubraun anwitternder Spatkalk mit Phosphoritknöllchen 1.5 m
13. grauer Spatkalk, obere Bänke feinspätig, untere grobspätig, braungrau anwitternd 8.0 m
14. grauer, braungrau verwitternder Spatkalk mit Belemniten und Phosphoritknöllchen 0.6 m
15. grauer bis dunkelgrauer, fein- bis grobspätiger Kalk, braungrau bis bräunlich verwitternd, ohne Fossilspuren 6.0 m
16. dunkelgrauer, quarzitischer Spatkalk, stellenweise in quarzitischer Echinodermenbreccie übergehend, bräunlichgrau bis graubraun verwitternd, enthält eine reiche Brachiopodenfauna vor allem in den untersten Bänken:

<i>Rhynchonella plicatissima</i> , QU.	<i>Waldheimia perforata</i> Piette sp.	
<i>Rhynchonella Maillardi</i> , HAAS	<i>Waldheimia Choffati</i> , HAAS	
<i>Rhynchonella</i> sp.	<i>Avicula sinemuriensis</i> , d'ORB.	3.0 m
17. graue (im allgemeinen), braune bis hellgraubräunliche, quarzitischespatkalkige Dolomitbreccie. Dolomitische Einsprenglinge meist hellgrau bis hellgraubraun, daneben grünlichgraue, gelbe und rötliche Elemente, variierend in Anhäufung und Grösse (von 1 mm bis über 2 cm Durchmesser). Das an Dolomit reiche Gestein verwittert hellgelbbraun, das ärmere graubräunlich und enthält neben wenig mächtigen Silex-schnüren (bis 10 cm) seltene Fossilspuren

Lima ? sp. ind.	5.0 m
-----------------	-------
18. Übergang von feinkörniger Dolomitbreccie in graue, spätige Kalke zirka 2.0 m
19. grauer bis hellgrauer, etwas marmorisierter, feinspätiger Kalk, hellgrau bis hellbräunlichgrau anwitternd zirka 4.0 m
20. graue Dolomitkalkbreccie, Füllmasse feinspätiger, etwas quarzitischer Kalk, hellgraubräunlich anwitternd, Grösse der Breccieelemente zwischen 1 und 5 mm, Farbe derselben vorwiegend grau (in frischem Bruch), weniger häufig gelblich- oder grünlichgrau. Die Breccie wird in unregelmässiger Lagerung, flach, linsenartig, unterbrochen von grauen bis hellgrauen, etwas marmorisierten, feinspätigen Kalken und von Silex-schnüren und -bändern, die bis 15 cm mächtig werden zirka 14.0 m
21. hellgraue, dichte, glatte Kalke, z. T. etwas oolithisch (Hottangien), aufgeschlossen, zirka 10.0 m

Das Liegende ist durch Gehängeschutt und Vegetation bedeckt. Auch in diesem Profil fällt es nicht schwer, die Einteilung wie im Brandgraben durchzuführen; es entspricht:

- dem *unteren und mittleren Sinémurien*, Schicht 20—17.
- dem *oberen Sinémurien*, Schicht 16 und 15 pp.,
- dem *Lotharingien*, Schicht 15 pp., 14 bis 7, 6 unterster Teil,
- dem *mittleren Lias s. str.*, Schicht 6,
- dem *Toarciens*, Schicht 5, ev. 4 unterster Teil,
- dem *Aalénien*, Schicht Nr. 4—2 (?).

Im *unteren Sinémurien* ist ein gutes Profil auf der *Westseite des Lochgrabens* in einem kleinen Steinbruch am Fusse des Steilhanges aufgeschlossen. Der stetige Wechsel von Dolomit- und Echinodermenbreccien, von dichtem, glattem Kalk, von Spatkalken, Sandkalken, Kieselkalken und Silexbändern, der schon mit dem Hettangien beginnt und bis ins obere Sinémurien sich fortsetzt, lässt darauf schliessen, dass zur Zeit des unteren Lias das Gebiet unserer Klippen in einer raschen Schwankungen unterworfenen Sedimentationszone lag.

Die *Brachiopodenbank im oberen Sinémurien* ist leicht auszubeuten an der hinteren Wand der *Heuhütte P. 1305*, auf der Nordostseite des Schwandgrabens, und in einem kleinen *Steinbruch zwischen Schulter- und Schwandgraben*.

Leider werden alle Aufschlüsse im *Lotharingien* durch glatt gespülte Bachrinnen gebildet, so dass aus dem harten, wenig verwitterten Gestein keine Fossilien herausgeschlagen werden konnten. Es fehlen hier auch die mergeligen Zwischenlagen, die das Profil im Brandgraben auszeichnen. Die Art der Fossilführung jedoch (angewitterte Spuren von Ammoniten aus der Arietiten-Gruppe, Schnitte von Lamellibranchiaten) sowie die lithologische Beschaffenheit der Kalke weisen deutlich auf dieselben Schichten. Ein leitendes Merkmal für Lotharingien sind auch die aus den Préalpes médianes von verschiedenen Orten erwähnten *Phosphoritknöllchen*, wie wir sie an der Südseite des Stanserhorns in den Schichten 14, 12, 11 und 6 finden (siehe obiges Profil).

Während sich das Sinémurien in annähernd gleicher Mächtigkeit um den Südfuss der Klippe zieht, kann beim Lotharingien eine nicht unbedeutende Zunahme gegen SE hin festgestellt werden. Die Erklärung dafür liegt sehr wahrscheinlich in tektonischen Ursachen (Ausquetschung des Lias gegen Norden).

Der *mittlere Lias* ist, wie im Brandgraben, als Kieselkalk ausgebildet; mergelige Zwischenlagen fehlen ihm wie dem Lotharingien. Ausser einem Ammonitenbruchstück sind auch von hier aus dem mittleren Lias keine Fossilien bekannt geworden. Vielleicht stammt ein von Kaplan Joller gesammeltes Bruchstück einer

Dumortieria Jamesoni, Sow. sp.,

das im Basler Museum liegt, aus dieser Gegend (datiert von „Holzwang“).

Der *obere Lias* ist vollkommen gleichartig ausgebildet wie auf der Stanserhornwestseite, nur zeigt sich im Aalénien (durch Ausbleiben der Mergelzwischenlagen) stellenweise eine festere Bankung in den Kalken, die weniger schieferig sind und eher den Kieselkalken des mittleren Lias gleichen (Südgrat des Kleinhorns, Weg Holzwang-Schattenhuserli beim Schultergraben).

Im Lückengraben hat A. Tobler zuerst die schwarzen, tonigen *Toarcienschiefer* durch ihre Fossilführung erkannt. Der von ihm ausgebeutete Fundort liegt bei der *Hütte Unterkneu*. Er scheint zurzeit wieder überwachsen oder verschüttet zu sein; ein neuer, durch Quellschürfung entstandener Aufschluss hat mir nur einige undeutliche Fischreste geliefert. Die durch *Fr. Trauth* ausgeführte Bestimmung des Toblerschen Materials ergab:

Posidonomya Bronni, Voltz.

Inoceramus dubius, Sow.

Pleuromya cf. glabra, Ag.

Dactyloceras commune, Sow. sp.

Aptychus sanguinolarius, Schloth. sp.

Aptychus sp. (= *A. Lythensis*, Qu.)

Ganoidfischreste.

Das von *Trauth* in diese Serie gestellte Bruchstück eines
? *Harpoceras* sp.

gehört dem Gestein nach eher in die etwas tiefer gelegenen Schichten des mittleren Lias. Aus diesem liegen ausserdem vor:

Belemnites sp. ? Waldheimia Watherhousi, Dav.

Aufschlüsse im Lias östlich des Lückengrabens bieten vereinzelt und wenig ausgedehnt die Terrainrippen bei *Mæder*, *Sagerts* und *Leiteren*; etwas besser ist der Anriss beim „*St. Stephansküppeli*“ unter der ersten Strassenkehre östlich Wiesenberg. Eine zusammenhängende Schichtfolge konnte in dieser Gegend nirgends beobachtet werden, doch lassen sich die einzelnen Fundpunkte in die weiter westlich gefundene Liasserie einordnen.

Im Schutt bei *Dallenwil* fand sich:

Pecten priscus, SCHLOTH.

in einem grobspätigen, echinodermenbreccienartigen Gestein, das dem oberen Sinémurien gleicht. Ebenfalls aus dem Schutt bei *Dallenwil* stammt ein Bruchstück einer:

Pleurotomaria tuberculatocostata, MÖNST.;

das sie umgebende, etwas glauconitische, kieselige Gestein deutet auf Lotharingien.

Unterhalb der *Stephanskapelle*, östlich Wiesenberg, fand A. Tobler vier Ammonitenbruchstücke, von denen Fr. Trauth zwei als

Amaltheus margaritatus, MONTF. (?) und zwei als *Harpoceras* sp.

bestimmt hat.

Diese vereinzelt Stücke können jedoch für die Einteilung der Liasschichten kaum in Betracht fallen, da entweder ihr Erhaltungszustand keine einwandfreie Bestimmung zulässt, oder die Schicht, aus der sie stammen, nicht genau bekannt ist; die Zuteilung zu einer Stufe geschah meist auf Grund des Gesteinscharakters.

Unter Berücksichtigung aller am Stanserhorn aufgeschlossenen Profile kann für den Lias von Aalénien bis und mit Sinémurien folgendes *Sammelprofil* aufgestellt werden:

Bajocien		„Zoophycus-Schichten“ Mergelkalke und -schiefer Glaucunitische Bank und Kalkbreccie.	
Aalénien		z. T. schwach sandige, z. T. mehr kieselige Kalk, oft etwas schieferig, meist mit Mergelschieferzwischenlagen.	70—90 m
	sup. ?		
Toarcién		schwarze, tonige Mergelschiefer mit <i>Posidonomya Bronni</i> und <i>Dact. commune</i> . Mit Einlagerung von kalkigeren Bänken.	15—20 m
Domérién und Pliensbachien		Kieselkalk, stellenweise mit Mergelzwischenlagen. Beinahe fossilleer.	25—40 m
	sup.	Kieselkalk mit Mergelzwischenlagen, etwas glauconitisch, mit Phosphoritknöllchen, <i>Arietiten</i> .	4—6 m
Lotharingien	inf.	Kieseliger bis grobspätiger Kalk mit wenig Mergelzwischenlagen, Phosphoritknöllchen, <i>Arietiten</i> .	1—2 m
	sup.	Grobspätige Kalke bis Echinodermen- und Dolomitbreccien, mit einer Brachiopodenbank.	10—12 m
Sinémurien	moy.	Feinspätige Kalke.	4—5 m
	inf.	Quarzitische Echinodermen- und hauptsächlich Dolomitbreccien, mit flach schlierenartigen bis linsenförmigen Partien von Spatkalken. Silixbänder und -schnüre.	15 m

Die Mächtigkeit der ganzen Serie beträgt durchschnittlich 180 m.

Am *Arvigrat* sind *Sinémurien* und *Lotharingien* in reduzierter Mächtigkeit, jedoch ähnlich wie am Stanserhorn ausgebildet. Es fehlen zwar alle mergeligen Zwischenlagen. Im *Sinémurien* herrschen Echinodermenbreccien mit zerstreuten Dolomitfragmenten vor; als leitendes Merkmal kann hier nur das Vorkommen von Silexschnüren im *Sinémurien* dienen; da in diesen Schichten Fossilien nicht gefunden werden konnten. Einzig von der *Schellenfluh* liegt ein Stück einer Pecten vor; als *Lotharingien* ist wahrscheinlich eine Serie von quarzitären, grobspätigen Kalken anzusehen.

Ein ganz ähnliches Aussehen wie am *Arvigrat* hat der untere Lias am *Miserengrat*; auch hier erlauben die Kieselschnüre eine Abteilung des *Sinémurien* vom *Hettangien* und *Lotharingien*.

Dem *mittleren Lias* entsprechen am *Arvigrat* harte, dunkelgraue, graubraun anwitternde Kieselkalke mit häufigen Silexabsonderungen. An deren Basis wurde von A. Tobler in etwas hellerem, feinspätigem Gestein eine ganz charakteristische Brachiopodenfauna gefunden. Es stammen vom *Kamm des Arvigrates* wenig nördlich von dessen *Südfuss* (*Arvisattel*):

Spiriferina rostrata, SCHLOTH. sp.	Terebratula punctata, Sow.
Spiriferina pinguis, ZIET. sp.	Waldheimia subnumismalis, DAV.
Spiriferina Münsteri, DAV.	Gryphaea sp.
Rhynchonella variabilis, SCHLOTH.	Ostrea arietis, QU.

Von *oberhalb der Hütte Schellenfluh*:

Belemnites sp.	Hybodus sp.
Waldheimia subnumismalis, DAV.	Orthacodus sp.

Von der *Basis des Arvigrates* (Grat östlich oberhalb Reissmatt):

Lima Hermannii, VOLTZ.	? Grammoceras sp.
Harpoceras sp.	

Diese Fundorte sind von A. Tobler ausgebeutet und die Fossilien von Fr. Trauth bestimmt worden. Am *Südfuss* des *Arvigrates* ist es mir gelungen, die meisten der von Trauth zitierten Arten wieder zu finden und ihre Stellung im Schichtverband festzulegen.

Für den *oberen Lias* des Stanserhorns haben wir am *Arvigrat* kein sicheres Äquivalent. Jedenfalls fehlen die typischen Toarcienschiefer vollständig, doch bin ich geneigt, den unteren Teil der hangenden, schwach sandigen, schieferigen Kalke und Mergelschiefer (Dogger?), die an der Basis verhältnismässig hart, z. T. sogar schwach kieselig sind, zum *oberen Lias* zu stellen, obwohl paläontologische Beweise fehlen.

Der *Lias am Arvigrat* gliedert sich demnach wie folgt:

Oberer Lias (?)	Harte, schwach sandige bis kieselige Kalke.
Mittlerer Lias	Dunkle Kieselkalke mit Silexausscheidungen, an der Basis eine Fossilbank mit Brachiopoden.
Lotharingien	Quarzitische Spatkalke.
Sinémurien	Feine Echinodermen- und Dolomitbreccien mit Silexbändern.
Hettangien	Helle, glatte Kalke (?), Spatkalke. Echinodermen- und Dolomitbreccien ohne Silex. Sandkalke.
Rhétien	Lumachellen und dolomitische Kalke, schwarze, tonige Schiefer und Kalke mit <i>Avicula contorta</i> .

Die ungefähre Gesamtmächtigkeit des Lias am *Arvigrat* beträgt 120 m.

4. Abgrenzung nach unten und oben.

Das Auftreten von Silexbändern in den Dolomit- und Echinodermenbreccien, wie es sich im Gebiete des Stanserhorns und des Arvigrates über den glatten, oberen Hettangienkalken regelmässig zeigt, kann nach Analogie mit den Untersuchungsergebnissen aus verschiedenen Gebieten der Préalpes médianes (*Jeannet 64*), *Horwitz (67)* und *mündliche Mitteilung von Dr. Horwitz*) als charakteristisch gelten für den *Beginn des Sinémurien*.

Die *Grenze zwischen unterem und mittlerem Lias* ist einerseits belegt durch die Lotharingienfauna in den kieseligen Spatkalken des Brandgrabens, andererseits durch die Brachiopodenbank des mittleren Lias am Arvigrat. Der *obere Lias* beginnt lithologisch scharf unterscheidbar mit den schwarzen Toarcienschiefen; seine *obere Grenze* jedoch kann nur annähernd vermutet werden, da weder Gesteincharakter noch Fossilführung eine scharfe Unterscheidung zwischen oberem Aalenien und unterem Bajocien zulassen.

5. Kurzer Vergleich mit anderen Gebieten der Klippendecke.

Nach den Untersuchungen von *U. Stutz (13)*, *C. Mäesch (17)*, *A. Tobler (30)* und *Fr. Trauth (51)* finden sich am *Buochserhorn* über dem *Hettangien* Echinodermen- und Dolomitbreccien, durchzogen von Kieselsternen, mit Pinna- und Pectenresten, darüber dunkelgraue, bräunlich verwitternde Kalke, aus denen durch *Mäesch* eine reiche *Arietitenfauna* bekannt geworden ist; über diese wären die von *Stutz* zwischen Ochsenweid und Spis aufgefundenen, sandigen, grauen Kalkschiefer mit „*Ammonites oxynotus*“ zu stellen. Der *mittlere Lias* wird durch harte, dunkle Kieselkalke gebildet, die eine reiche Ammoniten- und Brachiopodenfauna geliefert haben (sogen. *Hüttlerenkalke*). *Toarcien* und *Aalenien* scheinen ebenfalls wie am Stanserhorn aus dunklen Tonschiefen und Schieferkalken zu bestehen. *Trauth* erwähnt ferner einen hellen Kalkmergel mit *Dactyloceras commune*. Endlich muss nach *A. Tobler* ein auf der Alp Spis gefundener eisenschüssiger Kalk zum Oberlias gerechnet werden. An der *Musenalp* ist der untere und mittlere Lias analog dem des *Arvigrates* ausgebildet. Der obere Lias scheint auch hier vollkommen zu fehlen.

Im ganzen ist der Lias in den Klippen des Vierwaldstättersees sehr ähnlich ausgebildet. Immerhin lässt sich eine Trennung in eine nördlichere (Stanserhorn-Buochserhorn) und eine südlichere Zone (Arvigrat-Musenalp) erkennen, wie das schon im Hettangien der Fall war.

Eine ähnliche Ausbildung des *unteren Lias* in den *Préalpes romandes* zeigt das von *L. Horwitz (67)* beschriebene Profil aus der Gegend des *Brunnenmassivs*, das wir schon zum Vergleich mit dem Hettangien herbeigezogen haben. Die Ähnlichkeit dieses Profils (*Loc. cit.*) mit demjenigen vom Stanserhorn ist bis zum *mittleren Lias* auffallend. Der einzige Unterschied besteht in der Abwesenheit von Fossilien im unteren Sinémurien am Stanserhorn, während dem Profil von *Horwitz* unsere Brachiopodenbank im oberen Sinémurien des Stanserhorns zu fehlen scheint. Im *oberen Lias* schiebt sich jedoch die Zone grösserer Ähnlichkeit in den *Préalpes médianes* nach N. Die südliche Zone mit teilweise fehlendem Oberlias gleicht darin besser der Arvigrat-Musenalpgruppe.

Ein Vergleich mit den Resultaten *Jeannets (64)* aus dem Gebiet der *Tour d'Äz* zeigt dagegen wesentliche Unterschiede in der Ausbildung der Schichten: Das Sinémurien tritt durchgehend in mergelig-schieferiger Facies mit Ammoniten zutage; im Lotharingien und mittleren Lias findet ein lateraler Wechsel statt: Die südliche Hälfte (*Grande Eau*) baut sich fortgesetzt aus Mergelschiefen auf, während in der nördlichen Hälfte (*Tinière*) in schroffem Wechsel Spatkalke auftreten. Der obere Lias ist in der südlicheren Zone gar nicht, in der nördlichen schwach als Schieferkalke und Mergel ausgebildet. Diese Erscheinungen weisen auf eine Zone hin, die etwas südlicher gelegen haben muss als diejenige der Klippen am Vierwaldstättersee.

Für weitere Vergleiche weise ich auf die Arbeiten von *Fr. Trauth (51)* und *A. Jeannet (64)* hin, deren genaue Ausführungen hier nicht wiederholt zu werden brauchen.

6. Zusammenfassung.

Die Facies des Lias im Klippengebiet des Vierwaldstättersees beginnt mit neritischen Bildungen, die bis zum Sinémurien anhalten; bis zum mittleren Lias vollzieht sich der Übergang zu vollständig bathyalen Sedimenten, wie wir sie im oberen Lias treffen. Der rasche Wechsel von klastischen und kalkigen Sedimenten im Unterlias deutet auf eine Sedimentationszone, die häufigen Veränderungen in bezug auf ihre Ufernähe unterworfen war. Die der Breccienbildungen wegen erst über diesen auftretende Fauna beginnt bezeichnenderweise mit Brachiopoden (Ober-Sinémurien), erst bei weiterer Vertiefung des Meeres (Lotharingien) zeigen sich Ammoniten, Belemniten und Lamellibranchiaten; die Fauna besitzt mitteleuropäischen Charakter und gleicht der Facies von Südwestdeutschland. Durch die Ausbildung der Sedimente lassen sich zwei Zonen unterscheiden:

1. eine *nördlichere* mit wohlausgebildetem, bathyalem Oberlias, und wechselnd brecciösem und kalkigem Unterlias (*Stanserhorn-Bwochserhorn*);
2. eine *südlichere* mit fehlendem Oberlias, sehr kieseligem Mittellias und neritischem Unterlias (*Arviigrat-Musenalp*).

In seiner Ausbildung ähnelt der Lias der zentralschweizerischen Klippen am meisten der Zone des Brunnenmassivs in den Préalpes médianes.

V. Dogger.

1. Historisches.

Während im Lias schon früh eine Gliederung versucht und teilweise mit Erfolg durchgeführt worden ist, konnte lange Zeit im Dogger der Klippen und Préalpes médianes nur wenig mehr als oberer und unterer Braunjura ausgeschieden werden.

U. Stutz gibt 1890 (13) für das Gebiet der Klippen am Vierwaldstättersee folgende Einteilung:

Oberer Braunjura:	30 m Braune Kalke	<i>A. macrocephalus</i> , <i>heterophyllus</i> u. <i>Puschi</i> .
Mittlerer Braunjura:	150 m Sandkalke	<i>Ostrea Knorri</i> , <i>Zamites Feneonis</i> .
Unterer Braunjura:	90 m α - δ , dunkle Kalke	<i>A. coronatus</i> , <i>Bel. giganteus</i> , Sternkorallen.

Vom Stanserhorn erwähnt er eine Anzahl Fossilien, die jedoch meist aus abgestürzten Blöcken stammen.

A. Tobler führt 1899 (30) nur eine Zweiteilung durch in eine obere Stufe, die durch „massige, in frischem Bruch schwarze Sandkalke“ gebildet wird und wohl dem oberen Bathonien entspricht, und eine untere, die Aalénien, Bajocien und Unter-Bathonien umfasst und „sich aus einer mächtigen Folge dünner Tonkalkbänke mit *Cancellophycus scoparius* zusammensetzt“. In dieser letzteren hat er auf Grund eines ausgedehnten Fossilmaterials folgende Zonen nachgewiesen:

die Murchisonae- und Humphriesi-Zone am Kleinhorn,
die Bifurcatenzone im Kohlgraben,
und die Zone der *Oppelia fusca* in der Krinne.

Aus den Sandkalken des oberen Dogger erwähnt er die von *Heer* bestimmte, im Schutt des Kernser-Bergsturzes gefundene *Zamites Kaufmanni* und eine Konglomeratbank vom Steinberg.

Einige Jahre später dagegen zählt *A. Tobler* in der stratigraphischen Tabelle zum Exkursionsprogramm 1905 (41) nur noch die Mergelkalke mit *Cancellophycus scoparius* zum Dogger, während er die sandigen Spatkalke in den unteren Malm stellt.

Dieser Einteilung folgt auch *J. Oppenheimer* (50) bei der Bestimmung der Aufsammlungen von *U. Stutz* und *A. Tobler*. Im „Dogger“ erkennt er aus den von verschiedenen Fundpunkten stammenden Fossilsuiten dieselben Niveaux wie *A. Tobler* 1899.

Auf den *stratigraphischen Profilen zur neuen Vierwaldstätterseekarte* (72) umfasst der Dogger ebenfalls nur die *Zoophycus*-Mergelkalke.

2. Stratigraphie, Verbreitung und Abgrenzung.

Jeder Versuch einer engeren Gliederung des Doggers scheitert an der grossen Gleichmässigkeit im Gesteinscharakter und an der relativen Armut an Fossilien. Nur einige, oft voneinander weit getrennte Fundorte haben ein Material ergeben, aus dem schon Tobler auf verschiedene Horizonte des unteren und mittleren Doggers schliessen konnte. Meine Bemühungen, eine auf Fossilien gestützte Gliederung auf das ganze Gebiet auszudehnen, sind aber erfolglos geblieben, und ich muss mich im folgenden begnügen, die Resultate meiner Untersuchungen an diejenigen Toblers anzugliedern. Dagegen ist es mir gelungen, für die bis anhin fragliche Stellung der über den Zoophycus-Mergelkalken folgenden Spatkalke Beweismaterial aufzufinden, das die erste Deutung Toblers (Ober-Bathonien) bestätigt. Es zerfällt also der Dogger der zentralschweizerischen Klippen in zwei lithologisch gut getrennte Gruppen:

- eine *untere*, den sogenannten *Zoophycusdogger*, bestehend aus einer mächtigen Serie von dünnen, etwas sandigen Mergelkalkbänken und Schiefern, und
- eine *obere*, gebildet von grobgebankten, rauhen, dunkeln *Spatkalken*, über denen glimmerreiche *Sandkalke* folgen.

A. Stanserhorn.

1. **Unterer Dogger (Zoophycus-Dogger).** Dem ganzen *N- und NE-Fuss des Stanserhorns* entlang, soweit dieser nicht von Schutt überdeckt ist, treten im Liegenden der Malm- und Oberdoggerwände weichere, von Mergelschiefern durchsetzte Kalkbänke auf, die unmittelbar von Triasschichten (westliche Hälfte, Gr. Ebnet, Wasserplatte) oder vom Flysch der Klippenunterlage (östliche Hälfte, Gisi) unterteuft werden. Ihre Mächtigkeit ist jedoch hier nur gering im Vergleich zu der Ausdehnung, die diese Doggerschichten am *Südhang des Stanserhorns* erreichen. In breitem Zuge steigt der Zoophycusdogger vom unteren Teile des *Kohlgrabens* (Westfuss des Stanserhorns) gegen Osten an; seine Schichten treffen wir im *oberen Brandgraben*, sie bilden die Pyramide des *Kleinhorns* und dessen jähren Absturz zum *Rübigraben* und ziehen sich dann in langsam schmaler werdendem Bande über *Krinnen-, Oberkneu- und Unter-Blattialp* zum *Ostfuss des Stanserhorns*.

Eine scharfe *Trennung des untersten Dogger vom Aalénien* ist nicht ausführbar; es stehen uns zwar einige mehr oder weniger gut erhaltene Fossilreste aus dem *Rübigraben* und *Brandgraben* zur Verfügung; da aber das meiste Material aus Gehängeschutt stammt, darf es nicht verwundern, dass diese Suiten aus Vertretern der Murchisonae- und Humphriesi-Zonen oder noch höheren Horizonten gemischt sind. Nach den Bestimmungen von *J. Oppenheimer*, bestätigt und ergänzt durch meine Funde, liegen aus diesen Schichten vor:

Aus dem *Rübigraben*:

Phylloceras perplicatum, GILL.	Harpoceras sp. ind. (Murchisonae-Gruppe).
Phylloceras sp. ind.	Harpoceras sp. ind. (Deltafalcatum-Gruppe).
Lytoceras polyhelictum, BöCKH.	Stephanoceras Humphriesianum, Sow.
Harpoceras alsaticum, HAUG.	Posidonomia alpina, GRAS.
Harpoceras Murchisonae, Sow.	Pecten sp. ind.

Aus dem *Brandgraben*:

Ludwigia?	Cosmoceras subfurcatum, ZIET.
Verschiedene unbestimmbare Harpocerasen-Bruchstücke.	Lytoceras?
Stephanoceras Humphriesianum, Sow.	Belemnites sp. ind. (Phragmokon).
	Blattspuren.

Im Schutt des *Lochgrabens* und *Schwandgrabens* an der Südflanke des Stanserhorns fand ich je ein Exemplar des

- Stephanoceras Humphriesianum, Sow.,
- beim *Schattenhuserli*, östlich des Kleinhorngipfels ein
- Phylloceras perplicatum, GILL.

Das reichste Fossilvorkommen fand *A. Tobler* im anstehenden Dogger des *Kohlgrabens*. Wenig oberhalb der Hütte bei P. 1218, nördlich gelbe Fluh, beginnt ein schmaler Fussweg, der in NE-Richtung mit wenig Höhenunterschied in den Kohlgraben führt. Bevor er den Schutt des Grabens erreicht, traversiert er eine steilstehende Plattenwand. In diesen Platten, unmittelbar über dem Pfade, und dem zugehörigen Schutt fand *A. Tobler* nach Bestimmungen von ihm und *J. Oppenheimer*:

Hybodus monoprius, QU.
Belemnites canaliculatus, SCHLOTH.
Phylloceras Viator, d'ORB.
Phylloceras mediterraneum, NEUM.
Phylloceras heterophylloides, OPPEL.
Phylloceras sp. ind.
Lytoceras tripartitum, RASP.
Lytoceras aus der Gruppe des *Lyt. salebrosum*.
Cosmoceras Garantianum, d'ORB.
Cosmoceras Garantianum var. *densicostatum*, QU.
Cosmoceras subfurcatum, ZIET.
Cosmoceras Uhligi P. u. B.
Cosmoceras Niortense, d'ORB.
Stephanoceras Humphriesianum, Sow.
Stephanoceras Humphriesianum var. *platicatissimum*, QU.
Stephanoceras Blagdeni, Sow.

Parkinsonia Parkinsoni, Sow.
Perisphinctes Martinsi, d'ORB.
Patoceras Sauzeanum, d'ORB.
Patoceras laevigatum, d'ORB.
Patoceras baculatum, QU.
Ancyloceras tuberculatum, d'ORB.
 = *Patoceras d'Orbigny* B. et S.
Ancyloceras annulatum, d'ORB.
Ancyloceras subannulatum, d'ORB.
Ancyloceras sp. ind.
Turritella sp. ind.
Plagiostoma semicirculare, GOLDF.
Lima sp.
Posidonomia alpina, GRAS.
Terebratula sp. ind.
Pentacrinus feuguerollensis de LOR.
Pentacrinus sp.
 Pflanzenspuren (kohlig).

Diese Fundstelle muss durch *A. Tobler* und nachfolgende Fossiliensammler gründlich ausgebeutet worden sein, da es mir nur gelang, einige wenige Exemplare von schon durch *A. Tobler* gefundenen Arten wieder aufzufinden.

Ohne Zweifel stammen verschiedene Stücke dieser Fossilsuite, wie *Steph. Humphriesianum*, *Blagdeni* etc., aus dem Gehängeschutt des Kohlgrabens oder aus etwas tiefern Schichten des Anstehenden, die grosse Mehrzahl dagegen ist charakteristisch für die *Zone des Cosmoceras Garantianum*, d. h. für das oberste Bajocien und die Grenzschichten zum Unter-Bathonien.

Eine *kontinuierliche Doggerserie* kann am Weg vom *Kleinhorn* zur *Krinne* (Einsattelung zwischen *Gross-* und *Kleinhorn*) und von dieser zum *Stanserhorn* studiert werden. Durch folgende Fossilfunde sind dabei die *Humphriesianum*-, *Blagdeni*-, *Cosm. Garantianum*- und *Lyt. tripartitum*-Zone nachgewiesen worden:

(aufgefunden von *A. Tobler* und mir, bestimmt von *J. Oppenheimer* und mir)

Am Kleinhorn wenig südlich der Krinne	{	<i>Belemnites canaliculatus</i> , SCHLOTH. <i>Stephanoceras Humphriesianum</i> , Sow. <i>Stephanoceras Blagdeni</i> , Sow.
In der Krinne und westl. und östl. davon	{	<i>Cosmoceras Garantianum</i> , d'ORB. <i>Cosm. Garant.</i> var. <i>densicostatum</i> , QU. Bruchstücke von <i>canaliculaten</i> und unbestimmbaren <i>Belemniten</i>
etw. N. Krinne	{	<i>Parkinsonia Parkinsoni</i> , Sow.
Am Hang des Gross- horns nördlich der Krinne	{	<i>Lytoceras tripartitum</i> , RASP. <i>Lytoceras polyhelictum</i> , BÖCKH. <i>Pecten demissus</i> , PHILL. <i>Pecten</i> sp. ind. <i>Aptychus</i> sp. ind. <i>Pentacrinus feuguerollensis</i> , de LOR. <i>Posidonomya alpina</i> , GRAS.

Das von *Oppenheimer* (50) als *Harpoceras* sp. ind. von der Krinne erwähnte Exemplar bezieht sich auf ein völlig zerdrücktes Bruchstück, das kaum mehr bestimmbar sein dürfte.

Aus dem Doggeraufschluss im Wald SW Gisi stammen mehrere Ammonitenbruchstücke, von denen durch *Oppenheimer* nur

Cosmoceras subfurcatum, ZIEGLER.

bestimmt werden konnte.

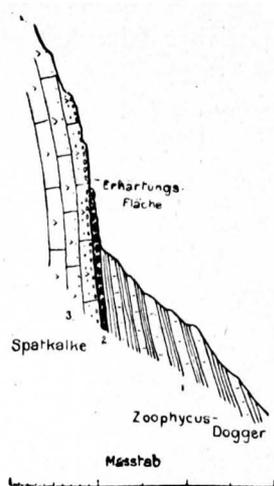
Der Gesteinscharakter des unteren Doggers ist im ganzen Gebiet des Stanserhorns sehr gleichartig; dünne, 10—20 cm mächtige Bänke von mehr oder weniger schieferigem, stellenweise schwach sandigem, dunkelgrauem Kalk, wechseln mit Lagen von teilweise mehr kalkigen, teilweise mehr sandigen Mergelschiefern. Die ganze Serie wittert graubraun an und ist charakterisiert durch den überall und häufig auftretenden

Cancellophycus scoparius.

Einzig im obenerwähnten *Krinnenprofil* können in den obersten Schichten merkliche Gesteinsveränderungen wahrgenommen werden:

Stratigraphisch über den vorwiegend kalkigen Bänken im untersten Teile des Kleinhorn-Nordgrates folgen in der Krinne stark mergelige Schichten, in denen Kalkbänke spärlicher auftreten (Zone des *Cosm. Garantianum*); über diesen liegt, am Abhang des Grosshorns, eine Serie von Kalkbänken, die dem *Lytoceras tripartitum*-Horizont entsprechen und bei der Verwitterung chaille-artigen Charakter annehmen. Mit einem schmalen Bande von Mergelschiefern schliesst die untere Doggerabteilung und stösst an dieser Stelle scharf ab an den harten Spatkalken des Oberbathonien.

2. **Übergangsschichten vom unteren Dogger zum oberen.** Auf der Westseite des Stanserhorns, in der Gegend der *Glattegg*, konnte ich beobachten, dass die Mergelkalke nicht wie im oben beschriebenen Profil scharf von den Spatkalken getrennt sind, sondern dass sich ein allmählicher Übergang vollzieht. Die Mergelkalke werden härter, die Bänke nehmen an Mächtigkeit zu, während die Mergelzwischenlagen langsam verschwinden; schliesslich geht das dicht bis kieselig-kalkige Gestein in feinspätig-kieseligen und endlich in grobspätigen Kalk über. Verfolgt man diese Übergangszone ostwärts, so bemerkt man, dass sich der Wechsel immer schroffer vollzieht; schliesslich trifft man in den *Grasplanggen nördlich oberhalb der Krinnenalp*, wenig NE der Krinne, auf Bildungen, die auf eine kleine stratigraphische Lücke deuten. Auf einer Mächtigkeit von zirka 1 m folgen sich dort:



Profil der Übergangsschichten vom untern zum obern Dogger in der Krinnenalpplangg südlich Hotel Stanserhorn.

1. *Mergelschiefer des unteren Doggers*, (*Zoophycusdogger*), die oberste Schicht stark pyritartig; gehen nach unten in die Krinnerserie über; es fehlen hier die härteren, chaille-artigen Bänke.
2. Zirka 5 – 10 cm mächtige Bank von *sandig-feinspätigem Kalk*, mit Bohr-muschellöchern auf der oberen Fläche (*Erhärtungsfläche*). Das Gestein ist ganz durchsetzt mit kantigen bis mehr oder weniger stark gerundeten Einsprenglingen von quarzitischem Kalk, und mit teilweise gerollten Fossilien aller Art; es fanden sich:

Lytoceras tripartitum (mehrere Exemplare, mehr oder weniger gerollt), verschiedene schlecht erhaltene, doch meist nicht gerollte Bruchstücke von Ammoniten, aus denen auf Formen wie *Parkinsonia*, *Stephanoceras*, *Cosmoceras* und *Phylloceras* vermutet werden kann. Ausserdem *Belemnites canaliculatus*.

Belemnites sp. ? (gerollt).

Rhynchonella sp.

Obschon Fossilspuren und vor allem Ammonitendurchschnitte in diesem Gestein häufig sind, gelingt es nur sehr selten, brauchbare Stücke herauszuschlagen. Immerhin scheint aus einigen nicht gerollten Ammonitenstücken hervorzugehen, dass es sich um Formen des oberen Doggers handelt. So zeigen

z. B. auch die gerollten Exemplare von *Lytoceras tripartitum* eine nicht mit dem Liegenden übereinstimmende Gesteinsbeschaffenheit, so dass angenommen werden muss, dass diese Schalen kurz vor der Bildung dieser konglomeratischen Grenzschicht, d. h. noch im *Mittelbathonien*, abgelagert worden sind.

Auf der unteren Schichtfuge findet sich häufig sekundär abgeschiedener Pyrit in schönen Würfelchen.

3. In der Bank unmittelbar über der erwähnten Erhärtungsfläche zeigen sich in der kalkigen Füllmasse bis haselnussgrosse Gerölle von Kalken, Dolomiten und Quarziten, so dass das Gestein stellenweise einem *Konglomerat* gleicht. Über dieser Bank werden die Kalke feinkonglomeratischer bis brocciös.

Im Hangenden befinden sich grobspätige Kalke.

Diese überaus scharfe Trennung zwischen den weichen, bathyalen Mergelkalken und -schiefern und den grobkörnigen Spatkalken mit ihrem eingeschwemmten, fremdartigen Material an der Basis ist jedoch nur auf einer kurzen Strecke zu beobachten; weiter östlich in den Oberkneuplanggen und bei der Blattialp ist nur noch ein rascher Wechsel aber keine Erhärtungsfläche und kein Konglomerat mehr bemerkbar.

Diese Erscheinungen lassen darauf schliessen, dass ungefähr zur Zeit des mittleren Bathonien das tiefere Meer zurückging und einer Zone Platz machte, die sehr ufernahe Bildungen zeigt, ja dass sich für kurze Zeit einzelne Partien vielleicht ganz aus dem Wasser gehoben hatten.

3. **Oberer Dogger.** Der rasche Wechsel von den Mergelkalken und Schiefen zu den Spatkalken tritt auch orographisch scharf hervor. Vom Steinberg im Westen bis zum Hohberg im Osten steigen aus den Weidhängen des weichen Zoophycusdoggers unvermittelt die harten Kalkbänke in jäher Wand zum *Gipfelgrat des Stanserhorns* an. An dessen N- und E-Fuss bilden sie das unterste Glied der Felswände im *Knirwald*, *südwestlich Gisi* und im *Brandwald bei Dallenuil*.

Das Gestein besteht durchgehends aus einem harten, rau anwitternden, etwas quarzitischem, sandigen Spatkalk, der in frischem Bruch dunkelgrau, auf der Verwitterungsrinde hellbraungrau erscheint. Eine besonders interessante Einlagerung in diesem Gestein sind die von *A. Tobler* entdeckten *Steinbergkonglomerate*:

Auf dem Kamm zwischen Bründligraben und Kohlgraben, etwas oberhalb des *P. 1132 (Steinberg)*, finden sich in den Spatkalken erbsen- bis eigrosse Gerölle eingebettet, stellenweise nur vereinzelt, stellenweise aber so dicht beieinander, dass die Schicht einem richtigen Konglomerat sehr ähnlich sieht. Eine scharfe Grenze zwischen Konglomerat und reinem Spatkalk ist nicht bemerkbar. Diese Zone ist am *Steinberg* am besten ausgebildet, doch lässt sie sich auch weiter östlich noch feststellen, obwohl die Gerölle dort nur klein und vereinzelt auftreten (*Glattegg, Felsen südlich unterhalb Hotel Stanserhorn*). Im Steinbergkonglomerat erkennt man vorwiegend Gerölle von hellgelb anwitterndem Dolomit, dunkleren Kalken, Quarziten und — was besonders bemerkenswert ist — von roten oder dunkelgrünen Quarzporphyren. Auf Veranlassung von *A. Tobler* wurden seinerzeit durch Herrn *Prof. C. Schmidt* acht dieser Porphyrgerölle einer mikroskopischen Untersuchung unterzogen, die folgendes ergab:

„In diesen Quarzporphyren treten als Einsprenglinge ausschliesslich Quarz und Orthoklas auf. Die Grundmasse ist in einem Falle typisch mikrogranitisch, meistens ist sie kryptokristallin und enthält unregelmässig begrenzte, etwas gröber kristalline Partien, die granophyrische Struktur besitzen. Bei 3 Geröllen ist die Grundmasse mikrofelsitisch und zeigt typische Fluidalstruktur. Reste von Biotit zeigt nur der Porphyr mit mikrogranitischer Grundmasse.

Es ist charakteristisch, dass den vorliegenden Mikrograniten, Granophyren und Felsophyren jene Erscheinungen der Dynamometamorphose, welche den zentralalpinen kristallinen Gesteinen niemals fehlen, vollkommen fremd sind. Die Gerölle sind wohl von unregelmässig verlaufenden Sprüngen durchzogen, und auf den Rissen setzten sich Calcit, Quarz und Sericit ab, die Gesteine selbst aber sind nicht dynamometamorph verändert.

Unwillkürlich kommt man dazu, die Porphyre des Steinbergkonglomerates mit den durchaus identischen Geröllen der bunten Nagelfluh der Voralpen in Parallele zu setzen.“

J. Oppenheimer erwähnt aus der Sammlung von A. Tobler vom *Steinberg* eine Rhynchonella und eine Alectryonia, vom *Südhang der Stanserhornspitze* einen Belemniten, einige Rhynchonellen und ein Pecten sp. (Camptonectes).

Im *Walde WSW Gisi*, am Ostfuss des Stanserhorns, fand ich in einem von feinen dolomitischen Einsprenglingen durchsetzten Spatkalk verschiedene nicht näher bestimmbare Reste von:

Rhynchonella sp.
Terebratula sp.
Pecten sp.,

in dem selben Gestein in einem *Blocke im Brandgraben*:

Rhynchonella sp. ind.

Auf diese Spatkalke folgen sandig-kieselige Kalke, die durch das Auftreten von zahlreichen Glimmerschüppchen charakterisiert sind und nicht selten kohlige *Pflanzenspuren* aufweisen. Dem Gestein nach zu urteilen stammt aus ihnen die von Kaufmann im Bergsturz von Kernwald gesammelte, von O. Heer (6) bestimmte:

Zamites Kaufmanni, HEER,

die er, da damals die Klippensedimente allgemein als Kreide oder Flysch angesehen wurden, zur Kreideflora gestellt hat.

Das Gestein wechselt stellenweise seinen Habitus; oft ist es hart und kieselig, zeigt in frischem Bruch dunkelblaugraue Färbung und gleicht dann einigermaßen den liegenden Spatkalken, meist aber, wie beim Hotel Stanserhorn, tritt es mit entschieden sandiger Facies auf, ist im Bruch graubraun und verwittert, etwas schieferig oder plattig. Zerstreut finden sich darin unbestimmbare Belemniten; vom *Waschhause des Stanserhornhotels* stammt sodann ein schlecht erhaltener

Perisphinctes sp.

(bestimmt als P. exornatus durch J. Oppenheimer) und eine Platte mit Stengelgliedern von

Pentacrinus sp. und Balanocrinus sp.

Im Hangenden der Sandkalke liegen dunkelgraue, harte, kieselige Kalke, die gegen ihre Basis mergelig werden und wahrscheinlich zum *unteren Malm* gerechnet werden müssen.

Über die *Abtrennung des Doggers nach oben* hin sind wir so wenig im klaren wie über seine *untere Grenze*. Fest steht, dass sich unmittelbar im Liegenden der Spatkalke ein Horizont mit *Lytoceras tripartitum* befindet, der wiederum nur wenig über dem Bifurkatenhorizont, d. h. der Grenze zwischen Bajocien und Bathonien, liegt. Daraus folgt, dass wir die Obergrenze des Zoophycusdoggers ungefähr ins *mittlere Bathonien* setzen dürfen; dem Oberbathonien und dem Callovien entsprächen demnach die Spat- und Sandkalke der Stanserhorngrates; ein sicherer Beweis für deren Alter konnte aber wegen der überaus grossen Seltenheit von brauchbaren Fossilien bis heute nicht erbracht werden. Über diesen, dem Oberdogger zugewiesenen Schichten folgt eine ziemlich mächtige Serie von Kieselkalken, deren Alter aus dem gleichen Grunde nicht direkt bestimmbar ist, und erst über diesen erkennt man eine für Argovien charakteristische Bildung, den „*calcaire concrétionné*“. Die Spat-, Sand- und Kieselkalke zwischen sicher bestimmtem Mittel-Bathonien und Argovien weisen eine Mächtigkeit von rund 200—250 m auf. Da diese Gesteinsserie in ihrer Sedimentation kontinuierlich erscheint, ist nicht wohl anzunehmen, dass das Callovien und das Oxfordien fehlen. Durch möglichst normale Einteilung bin ich zum Schlusse gekommen, dass die *Spatkalke* dem *Ober-Bathonien*, die *Pflanzen sandkalke* dem *Callovien* angehören müssen; daraus folgt weiter, dass die *Kieselkalke* (pp. Studfluh- und Rinderalp-Schichten) von dem *Oxfordien*

zuzuzählen sind. Sichere Abgrenzung der einzelnen Stufen, somit auch die Bestimmung der Obergrenze des Doggers erlaubt die grosse Fossilarmut des Gesteins nicht.

Über die bis heute erfolgten Einteilungen des Doggers und des Untern Malm orientiert die folgende Tabelle:

	A. Tobler. 1899. Vorläufige Mitteilung.	A. Tobler. 1905. Exkursionsprogramm.	A. Tobler. 1917. Profile zur geol. Vierwaldstättersee- karte.	P. Christ. 1919.
Argovien	Calcaire concrétionné	Calcaire concrétionné	Calcaire concrétionné	Calcaire concrétionné
Untere Malm (Oxfordien)	Kieselige Spatkalke	Dunkelgraue, brecciose, spätige Kalke (Studflussschichten). Dunkelblaue, feinkörnige, sandige Spatkalke (Giebelschichten) mit Zamites. Steinbergkonglomerat.	Rinderalp- und Studflussschichten mit Steinbergkonglomerat, Pflanzenkalksandstein und Giebelschichten.	Feinspätige, dunkelgraue Kieselkalke, z. T. grobspätig (Studfluh), z. T. sandig-mergelig (Rinderalp).
(Callovien) Ober-Dogger (Ober-Bathonien)	Massige Sandkalke, im Bruch schwarz, mit Zamites Kaufmanni und einer Konglomeratbank am Steinberg.	Lyt. trip. wohlgeschichtete C. Garant. Mergel- Patoceras. Kalke mit Cancellophycus Scoparius.	Cancellophycus- schichten	Glimmerreiche, sandige Kalke und Schiefer mit Pflanzenresten (Pflanzensandkalke) Grobe, rauhanwitternde Spatkalke mit Konglomeratbank am Steinberg.
Mittel- u. Unter-Dogger (Unter-Bathonien, Bajocien, Aalenien P. P.)	Zone d. Opp. Fusca. Bifurkatenzone. Humphriesi- und Murchisonazone.	Ludwigia sp. ?		Erhärtungsfläche. Mergelkalke und -schiefer. Zone des Lyt. tripartitum Bifurkatenhorizont Blagdeni-Humphriesi? Sowerbyi-Zone.

Über die *Mächtigkeitsverhältnisse des Doggers* am Stanserhorn können aus tektonischen und stratigraphischen Gründen keine genauen Masse angegeben werden. Auf der Ost- und Westflanke, wo die Doggerschichten am normalsten anstehen (Saigerstellung der Schichten), mag der Zoophycusdogger 200—300 m, der Spat- und Sandkalk zirka 150 m messen, woraus eine *durchschnittliche Doggermächtigkeit von zirka 400 m* folgt. Am Nordfuss des Stanserhorns dagegen ist die ganze Serie auf $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{8}$ ausgewalzt, während in der Südflanke, vornehmlich am Kleinhorn, die Doggerschichten zu anormal grosser Mächtigkeit zusammengestaut sind.

B. Arvirat.

Auch am *Arvirat* kann im Dogger nur eine Trennung in die untere Hauptmasse des Zoophycusdoggers und der oberen, kleineren der Spatkalke durchgeführt werden. Während aber am Stanserhorn einige mehr oder weniger gut erhaltene Fossilfunde auf verschiedene Horizonte schliessen liessen, bietet der Arvirat gar keine Anhaltspunkte. Einzig an der Ostspitze fanden sich in den Zoophycusmergelkalcken ein zweifelhaftes Exemplar eines

Stephanoceras Humphriesianum, Sow., und eine
Pecten sp. ind.,

ferner in den Spatkalcken ein unbestimmbarer Belemnit.

Das Gestein der unteren Hälfte ist gleich beschaffen wie am Stanserhorn; gegen die Basis werden die Kalke etwas härter und die Mergelschiefer weniger mächtig; wie am Stanserhorn, verbirgt sich wohl auch hier noch der obere Lias unter der Doggerfacies. Die Spatkalke sind oft sehr Echinodermenbreccienartig und ziehen sich ohne jede Gesteinsveränderung bis in den Malm. Auch am Arvigrat ist weder eine genaue untere, noch obere Grenze für den Dogger zu ziehen. Die Doggermächtigkeit scheint hier wie die des Lias stark reduziert zu sein.

3. Kurzer Vergleich mit anderen Gebieten der Klippendecke.

Nach den Angaben von A. Tobler findet sich der ganze Dogger am benachbarten *Buochserhorn* ähnlich ausgebildet wie am Stanserhorn; bemerkenswert ist, dass auf dessen Ostseite der obere Teil des Zoophycusdoggers in sandig-glimmeriger Facies ausgebildet ist und ohne scharfe Trennung in die Spatkalke des oberen Doggers übergeht. Eine andere, wahrscheinlich nur lokale Abänderung des oberen Doggers bilden *oolithische Kalke bei der Ahornalp* (Südfuss der Musenalp).

Mergelkalke des Zoophycusdoggers finden sich wieder im *Jänzimatberg* westlich Giswil. Leider fehlt dort eine vollständige Schichtserie bis zum Malm.

Ganz verändert tritt der Dogger in den Klippen der nördlichsten zentralschweizerischen Zone, in den *Mithen* und am *Rotspitz* auf. Direkt über der Trias liegen Spatkalke mit Belemniten, die wahrscheinlich dem mittleren Lias zuzuzählen sind, darüber, besonders an den Mithen typisch entwickelt, eine Breccie, die sogenannte *Rämsibreccie*, die neben einigen Belemniten Bryozoen (*Diastopora*) und Korallen (*Cladophyllia tenuis* K.) geliefert hat.

In den *Préalpes médianes* der Westschweiz ist die Facies des Zoophycusdoggers über die ganze *nördliche Zone* verbreitet. Auch Spat- und Sandkalke sind aus dem Oberbathonien bekannt (Klausschichten), wenn schon oft mit schieferigen Zwischenlagen. Es ist von Interesse, dass auch in diesem Gebiete im Ober-Dogger lokale Konglomerateinlagerungen vorkommen, die dem Steinbergkonglomerat verglichen werden können. Hieher möchte ich ein Stück Dogger-Spatkalk aus der hinteren *Klusalp bei Boltigen* stellen, das mir durch die Freundlichkeit der Herren Dr. A. Tobler und H. Kugler übermittelt wurde. Dieser Kalk ist mit vornehmlich aus Quarzit bestehenden Geröllen durchsetzt. In der *südlichen Zone* dagegen herrscht der in der Zentralschweiz unbekannt *Mytilusdogger*, der nach F. Rabowski¹⁾ bis in den unteren Malm reichen kann.

4. Zusammenfassung.

Der Dogger der Klippen am Vierwaldstättersee schliesst sich in seiner Ausbildung dem der Zoophycus-Doggerzone der *Préalpes médianes* an. Er zerfällt lithologisch in zwei ungleiche Teile, einen mächtigeren unteren, gebildet durch Cephalopoden- und Zoophycus-führende Mergelkalko und -schiefer, und einen oberen, gebildet aus fossilarmen, spätigen und sandigen Kalken (Stanserhorn) oder Echinodermenkalken (Arvigrat). Die Mächtigkeit der ganzen Doggerserie nimmt gegen Süden ab.

VI. Malm.

1. Historisches.

Im Jahre 1868 erklärt E. Renevier⁽⁴⁾ mit aller Bestimmtheit, dass die hellen Kalke der Mithen, Fallenfluh²⁾ und Rote Fluh nicht, wie bisher angenommen, zur Kreide gehören, sondern den „Châtelkalken“ gleichzustellen sind, die in den *Préalpes romandes* den oberen Malm repräsentieren.

Es scheint jedoch, dass diese Auffassung nicht allgemein anerkannt wurde. Denn in den Jahren 1874/75 kam J. Kaufmann⁽⁵⁾, in Verbindung mit C. Moesch, erst nach langem Suchen zu demselben Resultat, nämlich, dass gewisse helle Kalke am Stanserhorn und Buochserhorn, an der Musenalp und am Klewen sowie an den Mithen dem Malm angehören.

¹⁾ F. Rabowski. Sur l'âge des couches à Mytilus. (Extr. des procès-verbaux de la Soc. vaudoise des sc. nat., séance du 18 décembre 1918.)

²⁾ Die Kalke der Fallenfluh sind heute als Urgon erkannt.

1886 erwähnt *J. Kaufmann* (11) vom Arvigrat (Eggi-Scharti) troskalkähnliches Tithon.

U. Stutz (13) kennt eine ziemlich umfangreiche Fauna von den Mithen und aus der Buochserhorn-Musenalpgruppe, in der vor allem eine grosse Zahl von Korallen (*Koby*) vertreten sind. Vom Stanserhorn erwähnt er nur:

Ammonites Biplex.
Ammonites polygratus,
Belemnites hastatus, Rinderälpeli,
Pecten textorius albus¹⁾,
eine Bryozoe.

Zu einer ausführlichen Gliederung kann er nicht gelangen, er unterscheidet daher nur:

Obere Abteilung (Corallien und Kimmeridgien *e*) oben rot 100 m
unten weiss 230 „
Untere Abteilung (mit Oxfordcharakter *α—δ*) zirka 20 „

C. Mäsch (17) kommt 1894 zum Schlusse, dass die von tonigen Schiefern durchsetzten splitterigen Kalkschichten, wie sie unter und über der Blumattalp anstehen, wohl dem Oxfordien angehören dürften²⁾, eine sichere Beweisführung aber verbietet ihm der grosse Mangel an Fossilien. In den Wänden oberhalb Blumatt erkennt er weisse, korallenreiche „Inwalderkalke“ wie am Buochserhorn und Musenalp.

A. Tobler (30) macht zuerst (1899) auf die sicher argovischen Bildungen des „*Calcaire concrétionné*“ aufmerksam; zum Oxford zählt er einen Komplex von kieselreichen Spatkalken, die über den Pflanzensandkalken liegen. Im oberen Malm unterscheidet er zwei fazielle Abänderungen;

1. hellgrauen und wohlgeschichteten, dichten Kalk und
2. weissen, spätigen, koralligen massigen Kalk.,

Einige Jahre später (41 und 72) vertritt *A. Tobler* insofern eine etwas andere Auffassung, als er auch die Spatkalke des oberen Doggers (*Giebel-Schichten*) noch zum unteren Malm zählt und zwischen diesen und den argovischen Calcaires concrétionnés brecciöse, spätige, dunkelgraue Kalke (*Studflussschichten*) erwähnt.

J. Oppenheimer (50) folgt dieser späteren Malmgliederung von *A. Tobler*; aus dem oberen Malm gibt er die Bestimmungen verschiedener Fossilsuiten von den Mithen, von Buochserhorn und Musenalp, unter denen wieder die von *Koby* bestimmten Korallen eine hervorragende Stellung einnehmen. Von Stanserhorn und Arvigrat dagegen erwähnt er keinen einzigen Fossilfund.

2. Verbreitung, Stratigraphie und Abgrenzung.

a. Stanserhorn.

Die hellen Malmkalkwände umgrenzen die ganze *Nordflanke des Stanserhorns* und bedingen recht eigentlich deren orographische Gliederung. Über dem sanft geneigten, moränenbedeckten Flyschgelände südwestlich und südlich Stans erhebt sich ein durchgehendes Felsband, das zwar an seinem Fusse teilweise aus oberem Dogger, in der Hauptsache aber aus Malmkalk besteht. Verfolgen wir dieses Band nach Westen und Osten, so sehen wir, wie es plötzlich aufbiegt, sich einerseits zur *Bründliegg*, andererseits zum *Känzeli* emporschwingt und in schroffen Wänden wenig nördlich unter dem Stanserhorngrat durchstreicht. Die Muldenstruktur des Berges kann daher nirgends besser beobachtet werden als gerade im Malm.

Den besten und einzig vollständigen Aufschluss zum Studium der Malmschichten bietet der *Bahneinschnitt zwischen Blumatt und Stanserhornhotel*. Zirka 50 m oberhalb der Mitte der Ausweichstelle (*Wechsel*) beginnend, habe ich in diesem das folgende verkehrt gelagerte Profil aufgemessen³⁾:

¹⁾ Scheint eher aus den sehr malmähnlichen Hettangienkalken zu stammen, ebenso wie die von *U. Stutz* in Blöcken bei St. Jakob gefundenen Pecten.

²⁾ Durch *A. Tobler* dem Neocom zugewiesen, siehe weiter unten.

³⁾ Für die ausgemauerte Tunnelstrecke wurde das Profil durch Messungen etwas westlich der Bahn ergänzt.

1. (unten) Übergang der Fleckenkalke (Unterkreide) mit bröckelig-schieferigen Zwischenlagen, in bröckelige, glatt-muschelig brechende, dichte Kalke, die hell anwittern, im Bruch bräunlichgrau sind und noch vereinzelt dunklere Flecken tragen; zerstreute Silexkonkretionen	zirka	43.0 m
2. Wechsel von 40—50 cm mächtigen harten Bänken aus glattem, splitterigem, hellgrauem, dichtem Kalk, mit ebenso mächtigen, bröckeligen Kalkschichten aus demselben Material. Die Kalke zeigen keine Flecken mehr. Es fand sich in ihnen ein Fragment eines <i>Aptychus</i> sp., daneben einige Silexkonkretionen		11.0 "
3. massige, schlecht geschichtete Bank von breccienartigen Kalken, bestehend aus einer unregelmässig gefärbten Kalkfüllmasse und vielen kleinen Bruchstücken von Korallen, Trochiten und wahrscheinlich auch Zweischalern oder Brachiopoden. Ohne Silex		3.0 "
4. gut gebankte, graue, dichte, glatte Kalke, mit dünnen, bröckeligen Zwischenlagen und Silexknollen		8.6 "
5. grauer Spatkalk, bräunlichgrau anwitternd, mit kleinen Echinodermenbruchstücken, ohne Silexkonkretionen		0.8 "
6. gut gebankte, harte, im Bruch glatte, dichte, graue Kalke, mit wenigen dünnen, bröckeligen Zwischenlagen. Zerstreute Silexknollen		5.1 "
7. feinspätiger bis spätiger, grauer Kalk		0.1 "
8. etwas rauh anwitternder, z. T. feinspätiger, im ganzen dichter, grauer Kalk, der jedoch keine glatten Bruchflächen zeigt wie z. B. Nr. 4. Einzelne Silexknollen		15.2 "
9. Pseudobreccie aus im ganzen dichten, grauen Kalken mit hellgrauen, bräunlichen oder rötlichen Flecken, ausserdem viele Echinodermenbruchstücke und einzelne Schalenschnitte, keine oder ganz wenig Silexausscheidungen		3.0 "
10. grobbankiger, grauer Kalk, ähnlich Nr. 8		3.8 "
11. z. T. Pseudokalkbreccie wie Nr. 9, z. T. durch Anreicherung der Echinodermenfragmente zur eigentlichen Echinodermenbreccie umgebildet, ohne Silex		1.0 "
12. grobbankiger, grauer Kalk mit Silexkonkretionen		5.6 "
13. grobbankiger, grauer Kalk, z. T. etwas spätig, mit zerstreuten Echinodermen- und Korallenbruchstücken. Wenige Silexausscheidungen		6.0 "
14. massige, hell anwitternde Bank von breccienartigen Kalken, erfüllt mit Korallen- und Echinodermenbruchstücken, ohne Silex		1.0 "
15. grobgebankte, dichte bis vereinzelt feinspätige, graue, hell anwitternde Riffkalke mit zerstreuten Korallen und Trochiten, ohne Silex		8.0 "
16. bröckeliger, dichter bis feinspätiger Kalk, im Aussehen ähnlich Nr. 15, doch ohne grössere Fossilbruchstücke, ohne Silex		3.1 "
17. z. T. pseudobrecciöse, z. T. dichte bis feinspätige, massige, graue, hell anwitternde Riffkalke mit reicher Korallenfauna, daneben Echinodermenbruchstücke und einzelne Zweischaler und Brachiopoden, ohne Silex		3.0 "
18. graue, massige bis grobgebankte, dichte bis feinspätige Riffkalke mit einzelnen spätigen Bänken, pseudobrecciösen Partien wie Nr. 9 und stellenweiser Anreicherung von Korallen und Trochiten, ohne Silex		45.0 "
19. unscharfer Übergang in dichte, z. T. etwas feinspätige, graue, massige Kalke mit ziemlich starker Silexausscheidung		11.0 "
20. Wechsel von unregelmässig mächtigen Schichten einer grauen Kalkbreccie mit schwach gerundeten, knollig anwitternden Elementen („Calcaire concrétionné“) und dichten bis feinspätigen, grauen Kalken. Es konnten im ganzen drei Zonen des Calcaire concrétionné festgestellt werden; in der untersten fand sich ein schlecht erhaltener <i>Ammonit</i> aus der Gruppe des		
<i>Perisphinctes Martelli</i> (?)		
keine oder nur wenig Silexausscheidungen		26.0 "

21. harter, im Bruch muschelrig-splitteriger, dunkelgrauer, feinspätig-kieseliger Kalk, hellbräunlichgrau bis graubraun, sandig anwitternd. In den oberen Partien gebankt, in den mittleren und unteren ist die Schichtung undeutlich, gegen die Basis wieder gut geschichtet.

Vereinzelte Belemniten.

zerstreute Silexknollen	zirka	174.0 m
22. feinspätige bis schwach sandige, dunkelbräunlichgraue Kalke mit schieferigem Zwischenlager aus dem gleichen Material		8.5 "
23. etwas sandige, tonige, dunkelbraungraue Kalkschiefer, ohne Silex		2.0 "
24. Wechsel von dicht-sandig-feinspätigen Kalkbänkchen mit sandig-tonigen Kalkschiefern, ohne Silex.		5.8 "
25. dicht-feinsandige, braungraue Kalke, braun anwitternd, mit wenig mächtigen schieferigen Zwischenlagern, ohne Silex		13.2 "
26. Wechsel von feinsandigen bis kieselig-dichten, 30—50 cm mächtigen Kalkbänken, ähnlich Nr. 25, mit 20—40 cm mächtigen Schieferlagern aus demselben Material. Keine Silexausscheidungen	zirka	34.0 "
27. Sandkalke und Sandkalkschiefer wie Nr. 26, in Bänken von 10—20 cm wechselnd, stellenweise massigeres Auftreten der Kalke. Vereinzelt kohlige Pflanzenreste. Bis zum Hotelniveau (Terrasse)	zirka	33.0 "

Die lithologische Beschaffenheit, unterstützt von spärlichen Fossilfunden, lässt es in diesem Profile zu, den Malm in folgende 4 Abteilungen zu gliedern:

1. hellgraue, dichte, im Bruch glatte, wohlgeschichtete Kalke mit seltenen organogenen Bänken, = Schicht 1—6. Mächtigkeit	zirka	70.0 m
2. dichte, im Bruch rauhe, mit häufigen organogenen Bänken (Korallen, Trochiten), oft pseudobrecciös = Schicht 7—18. Mächtigkeit	zirka	95.0 "
3. dichte, nicht organogene Kalke mit 3 Horizonten von „Calcaire concrétionné“ = Schicht 19 und 20. Mächtigkeit	zirka	35.0 "
4. feinspätig-kieselige Kalke, im Bruch dunkelgrau = Schicht 21 und 22 p. p. Mächtigkeit	zirka	180.0 "

Im Liegenden dieser Kalke vollzieht sich der Übergang (Schicht 22—25) zu den Sandkalken des obersten Dogger (Schicht 26 und 27).

Was die *Fossilführung* anbetrifft, so fanden sich in den *dunkeln Kalken des unteren Malm (Abteilung 4)* nur einige unbestimmbare Belemnitenreste; eine Altersbestimmung dieser Schichten auf paläontologischem Wege ist daher ausgeschlossen.

In der *Abteilung 3* habe ich einen Ammoniten aus der Gruppe der *Perispinctes Martelli*, der auf Argovien weist, finden können. Aus den *Korallenkalken der Abteilung 2* stammen neben vielen schlecht erhaltenen Korallen folgende von mir bestimmte Arten:

- Calamophyllia flabellum Mich.
- Calamophyllia sp.
- Cladophyllia tenuis K.
- Dermosmilia sp.
- Pleurosmilia sp.
- Montlivaultia sp.
- Ein Bruchstück und ein Durchschnitt von unbestimmbaren Ammoniten
- Pecten cf., ROCHATI DE LOR.
- Corbis sp. ?
- Brachiopodenreste.
- Stengelglieder von Millericrinus sp. ?
- Stachel von Pseudocidaris Thurmanni (?)

Diese Fauna weist auf oberes *Sequanien* und unteres *Kimmeridgien*. In den obersten Kalken der Abteilung 1 fand ich einen

Aptychus sp.

Es ist wohl anzunehmen, dass diese Schichten den *Portlandien*, vielleicht noch z. T. dem oberen *Kimmeridgien* angehören.

Wenn es mir in diesem Aufschluss möglich war, einiges Beweismaterial für eine Malmgliederung aufzufinden, so musste ich mich für deren Durchführung im weiteren Stanserhorngebiet lediglich auf lithologische Merkmale stützen. Dies konnte um so leichter geschehen, als sich die einzelnen Stufen ohne merkliche Faciesverschiedenheit im ganzen untersuchten Gebiet verfolgen lassen; höchstens wäre zu bemerken, dass die Kieselkalke der Abteilung 4 (Oxfordien) stellenweise sandig-mergeligen Charakter annehmen können, wie dies z. B. auf der *Rinderalp* beobachtet werden kann (*Rinderalpschichten* von A. Tobler), oder grobspätig bis feinbrecciös werden, wie an der *Studfluh* (*Studflussschichten* von A. Tobler). Ausserdem fehlen im Ausstreichen des liegenden Muldenschenkels die Calcaire concrétionné-Bildungen; als Grund hierfür muss wohl tektonische Ausquetschung angenommen werden.

Die Abgrenzung des Malm gegen den Dogger kann, wie oben erwähnt, aus Mangel an Fossilien nicht scharf gezogen werden, wir haben sie vermutlich im Übergang der Sandkalke zu den dem Oxfordien zugewiesenen Kieselkalken zu suchen (siehe Tabelle auf Seite 41).

Etwas leichter gestaltet sich das Abtrennen der unteren Kreide vom Malm. Es treten hier über den dichten wohlgeschichteten Malmkalken zwischen den Kalken und Schieferlagen dünne, schwarze Tonhäutchen auf, die Kalke selbst zeigen im Bruch dunkelgraue Flecken auf hellgrauem Grunde. Dass diese „Fleckenkalke“ schon dem Neocom angehören, hat A. Tobler 1899 (30) erwiesen. Dagegen war in diesen Grenzschichten zwischen Malm und Kreide paläontologisches Beweismaterial nicht aufzufinden.

Die durchschnittliche normale Mächtigkeit des ganzen Malms kann am Stanserhorn auf 350—400 m geschätzt werden.

B. Arvigrat.

Auf die z. T. dem oberen Dogger zugeteilten Echinodermenkalke der nördlichen *Arvigratgipfelchen* folgen ohne Übergang weisse, oft sehr koralligene, dichte Kalke, die am meisten Ähnlichkeit mit den Schichten der Abteilung 3 vom Stanserhorn haben. Wie weit der untere Malm aber in die Echinodermenkalke hinabgreift, in welcher Weise das *Argovien* repräsentiert ist und wie sich der Übergang zur Kreide vollzieht, darüber fehlt jeglicher Anhaltspunkt. Es bleibt daher nur übrig, die koralligenen Kalke von den Echinodermenkalken abzutrennen, diese in ihren oberen Partien dem unteren, jene dem oberen Malm zuzuzählen. Da überdies in der ganzen Nordflanke des Arvigrates, wo der Malm dieser Klippe sein hauptsächlichstes Verbreitungsgebiet hatte, der Schichtzusammenhang durch Abgleiten ganzer Massen und durch Sackungen vielfach aufgelöst ist, kann weder über die genaue Schichtfolge noch über die Mächtigkeiten ein bestimmtes Urteil gefällt werden.

3. Kurzer Vergleich mit anderen Gebieten der Klippendecke.

In den ganzen *zentralschweizerischen Klippen* ist der Malm nach A. Tobler und J. Oppenheimer gleich oder ähnlich ausgebildet wie am *Stanserhorn* (äussere Zone) und am *Arvigrat* (innere Zone). Es folgen überall auf die dunkeln Kalke des unteren Malm helle Riffkalke, die meist reich an Korallen etc. sind. Auch in den westschweizerischen *Préalpes médianes* können wir nach Renevier, Favre, Schardt, Gilliéron, Jeannot und anderen dieselbe Schichtfolge wie im *Stanserhorn-Arvigratgebiet* feststellen.

4. Zusammenfassung.

Der Malm gliedert sich am Stanserhorn in 4 Stufen: dunkle, kieselige Untermalmkalke, argovische „Calcaires concrétionnés“, koralligene Riffkalke des mittleren und oberen Malm und dichte, glatte Portlandkalke; am Arvigrat kann nur eine untere Abteilung, bestehend aus Echinodermenkalken, und eine obere aus koralligenen Riffkalken unterschieden werden.

VII. Kreide.

1. Historisches.

Bis zur Zeit der Untersuchungen von *U. Stutz*, *J. Kaufmann* und *C. Mäesch* war das ganze Gebiet der *zentralschweizerischen Klippen* zu den helvetischen Kreide- und Flyschbildungen gerechnet worden. Diese Forscher haben erkannt, dass sich die einzelnen Berge, wie *Mithen* und *Stanserhorn-Buochserhorn-Gruppe* und *Giswilerstöcke*, vornehmlich aus jurassischen Sedimenten aufbauen; doch auch die früher mit Recht der Kreide zugeteilten Sedimente dieser Klippen, wie die „*Couches rouges*“ des Grossen Mithengipfels, wurden nun dem Jura eingereiht. Erst *A. Tobler* hat 1899 (30) erwiesen, dass die von Mäesch unter Vorbehalt als Oxfordien aufgefassten „Fleckenkalke“ am Stanserhorn etc. dem Neocom, die „Rote Malmvarietät“ dagegen der oberen Kreide (*Couches rouges*) zuzuweisen sind. Diese Auffassung, bewiesen durch einige typische Fossilien, ist auch auf der *geologischen Vierwaldstätterseekarte* zum Ausdruck gekommen.

2. Verbreitung, Stratigraphie und Abgrenzung.

In dem von mir untersuchten Gebiete findet sich anstehend nur *untere Kreide*; das Vorkommen von *oberer Kreide* ist auf einige Blöcke beschränkt, die sich an verschiedenen unten erwähnten Stellen fanden.

Die *untere Kreide* füllt die ganze *Stanserhorn-Mulde* aus; da sie leichter verwittert als die Riffkalke des Malms, bildet sie weniger geneigte Hänge, auf denen sich die *Alpen Blumatt* und *Kalcherli* ausdehnen. Am *Nordfuss des Arvirgates* finden wir Kreidekalke, meist nur in ausgedehnten Blockfeldern, nördlich und südlich *Aecherli* zwischen *Scharti* und *Schwendifluh*. Im oberen *Weisstossenwald*, etwas nördlich dieser Alpen, stehen Fleckenkalke in einigen Rippen an.

Stratigraphisch lässt sich die untere Kreide nicht gliedern; der Gesteinscharakter bleibt immer derselbe, höchstens dass er lokal mehr schieferige oder mehr kalkige Ausbildung zeigt. Bestimmbare Fossilien gehören zu den Seltenheiten; einzig Aptychen finden sich hin und wieder etwas häufiger. Dass aber die Serie der Fleckenkalke zur unteren Kreide, und zwar mindestens von Berriasien bis Hauterivien, gestellt werden muss, beweisen folgende von *A. Tobler* und mir auf der *Blumattalp* und beim „*Schiltfluhgaden*“ gesammelte Stücke.

Einige Belemnitenstücke.
Lytoceras sp. ? (2 Expl.).
Astieria aff. Sayni, KIL. sp. (1 Expl.).
Astieria Astieri d'ORB. (1 Expl.).
Unbestimmbarer, aufgerollter Ammonit (1 Expl.).
Bruchstücke von weiteren unbestimmbaren Ammoniten.
Aptychus Seranonis, Coq.
Pygope diphyoides d'ORB.
Terebratula sp. ?

Ausserdem fand ich in einem schieferigen Fleckenkalkstück aus dem *Lauigraben* (nördlich unterhalb der Blumatt)

Fucoiden.

Das Gestein besteht aus dichten, im Bruch glatten Kalken, die auf hellgrauer Grundfarbe dunkle Flecken und Schlieren zeigen. Die Kalkbänke, durchschnittlich 10—30 cm mächtig, werden meist durch dünne, etwas tonige, dunkelgraue Schieferzwischenlagen voneinander getrennt. In den Kalken finden sich häufig Silexkonkretionen. In Dünnschliffen sind von *A. Tobler* schlechterhaltene *Lagenen* erkannt worden. Die ganze Unterkreide-Mulde am Stanserhorn ist in zahlreiche *sekundäre Stauchungs-Fältelungen* gelegt, so dass es ausgeschlossen ist, stratigraphische Detailprofile aufzumessen.

Weder von einem *Übergang zur oberen Kreide* noch von den Couches rouges selbst, wie sie *A. Tobler* in analoger tektonischer Stellung im *Herdmatligraben am Buochserhorn* nachgewiesen hat (30, 72), ist Anstehendes in dem von mir untersuchten Gebiete festzustellen. *A. Tobler* (loc. cit.) erwähnt Vorkommen von *oberer Kreide in Blöcken* am Arvigrat und Stanserhorn (hier z. B. im Bahneinschnitt unterhalb Station Blumatt). Mir gelang es, 2 Blöcke von Couches rouges in dem von Klippenschutt z. T. verdeckten, verschwemmten Moränengebiet 1 Kilometer west-südwestlich Stans bei *Langmatli* nachzuweisen, und ferner fand ich bei Grossächerli, im S des Stanserhorns, ein kleines Stück von grünlichem Schieferkalk mit scharfumrissenen, dunkeln Flecken, wie es für die Übergangsschichten von unterer zu oberer Kreide bezeichnend ist. Aus Dünnschliffen der von *A. Tobler* am Buochserhorn aufgefundenen Oberkreide sind guterhaltene Oligosteginen und Globigerinen bekannt.

Über die *Abgrenzung der Kreide nach oben* fehlen uns somit alle Anhaltspunkte. Ihre *untere Grenze* dagegen liegt ziemlich gewiss da, wo die dunkeln Flecken und mit ihnen die Tonschieferzwischenlagen in den Kalken einsetzen.

Das Vorkommen von Couches rouges-Blöcken am Stanserhorn deuten wohl auf ehemals vorhandene Muldenkerne von oberer Kreide.

3. Kurzer Vergleich mit anderen Gebieten der Klippendecke.

Während nach *A. Tobler* in der *Buochserhorn*-Gruppe die Kreide vollständig identisch wie am Stanserhorn ausgebildet ist, zeigen die *zentralschweizerischen Klippen*, als Ganzes genommen, eine grosse Verschiedenheit im Auftreten der Kreide. Wir kennen nach *Kaufmann, Hugli, Niethammer, Tobler* u. a. *Neocom* von der *Rotenfluh* östlich Schwyz, vom *Buochserhorn, Stanserhorn, Musenalp, Arvigrat* und schliesslich vom *Jänzimattberg* und *Rotspitz* in den *Giswilerstöcken*, während obere Kreide in der Facies der *Couches rouges* von den *Mithen* auf Malm transgredierend, vom *Buochserhorn* und vom *Rotspitz* normal auf Unterkreide lagernd bekannt ist. In den *Ibergerklippen* kommen nach *Quereau* und *Jeannet* „Couches rouges“ und Fleckenkalke vor.

Im Gebiete der *Préalpes médianes* finden sich nach *Favre, Schardt, Gilliéron, Jeannet* und vielen anderen in der *nördlichen Zone* (zone du Dogger à Zoophycus) Fleckenkalke und -mergel mit Cephalopoden und Aptychen, überlagert von Couches rouges; in der *südlichen Zone* (zone du Dogger à Mytilus) fehlt die untere Kreide; Couches rouges transgredieren auf Malmkalke.

4. Zusammenfassung.

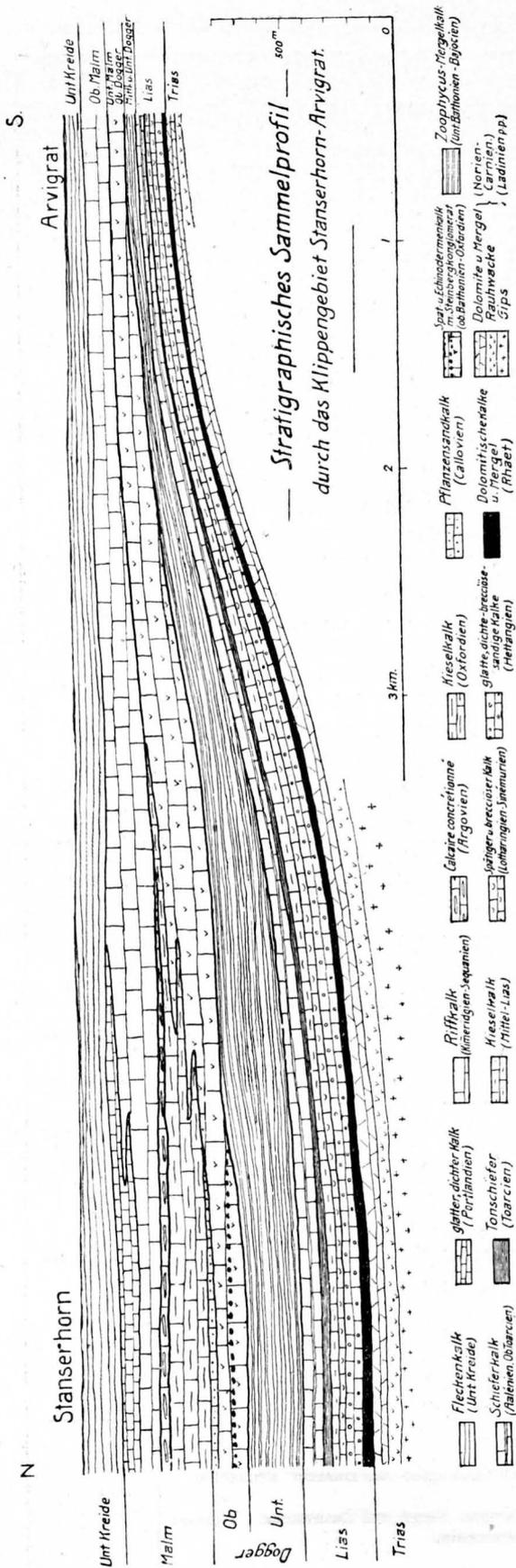
Von den Kreidebildungen treten am Stanserhorn und Arvigrat nur Fleckenkalke der Unterkreide anstehend auf; immerhin sind Zeugen vorhanden für die Ausbildung der oberen Kreide als „Couches rouges“. Die Kreidefacies dieser Klippen ist identisch mit derjenigen der Zoophycus-doggerzone in den *Préalpes médianes*. Mit der Unterkreide hört im Stanserhorn- und Arvigratgebiet die normale Klippenserie auf.

Zusammenfassender Überblick über die Stratigraphie und die Ablagerungsverhältnisse der Klippensedimente im Gebiete des Stanserhorns und des Arvigrates.

Die Zusammenstellung der Schichtfolge am *Stanserhorn* (S. 49) zeigt vor allem, dass wir es mit einer *vollständigen Sedimentationsreihe* zu tun haben, die in ihren einzelnen Abschnitten mehr oder weniger reich gegliedert von der mittleren Trias bis zur unteren Kreide erhalten ist. Die ganze Mächtigkeit der Serie kann im Durchschnitt auf zirka 1400 m geschätzt werden. Auf grosse Genauigkeit kann eine solche Angabe allerdings keinen Anspruch machen, da die einzelnen Schichtkomplexe durch ihre tektonische Lagerung zweifellos mehr oder weniger zusammengestaut, ausgezogen oder zerquescht sind. Am *Stanserhorn* erkennen wir in der Trias die gewöhnliche

Stratigraphische Übersicht der exotischen Schichtserie am Stanserhorn.

	Stufe	Abt.		Mächtigkeit
Kreide	Ob. Kreide		Rote Foraminiferenschiefer. Hellgrüne Foraminiferenschiefer mit dunkeln Flecken.	anstehend nicht bekannt
	Unt. Kreide		Fleckenkalke und -mergel mit Astierien, Aptychen, etc.	min. 150 m
Malm	Portlandien		Hellgraue, dichte, glatte Kalke mit seltenen Aptychen	70 m
	Kimmeridgien Séquanien		Helle Rifffalke mit Trochiten und Korallen Pseudobreccien.	95 m
	Argovien		„Calcaire concrétionné“ und dichter, heller Kalk.	35 m
	Oxfordien		Feinspätig-kieselige Kalke, im Bruch dunkelgrau.	180 m
Dogger	Callovien		Sandige Kalke und Schiefer, viel Glimmerschüppchen führend, mit Pflanzenresten	30—50 m
	Bathonien	ob.	Grobe rau anwitternde Spatkalke mit Konglomeratbank Erhärtungsfläche mit Bohrmuschellöchern.	zirka 120 m
		mitt. unt.	Mergelkalke und -schiefer mit <i>Lytoceras tripartitum</i> , <i>Posidonomya alpina</i> , etc.	Zoophycasdogger
	Bajocien	ob.	Mergelkalke und -schiefer: Bifurkatenhorizont mit <i>Patoceras</i> div. sp., <i>Cosmoceras Garantianum</i> etc.	
		mitt. u. unt.	Mergelkalke mit Schieferzwischenlagen. <i>Stephanoceras Blagdeni</i> , <i>Spaeroceras Sauzel</i> , <i>Steph. Humphriesianum</i> . Mergelkalke, Zone d. <i>Sonninia Sowerbyi</i>	zirka 250 m
Lias Ober-L.	Aalénien	ob.	Schwach sandige bis kieselige Kalke mit wenig Schieferzwischenlagen. <i>Ludwigia Murchisonae</i> . Glauconitische Bank. Kalkbreccie. Kieselkalke mit Mergelzwischenlagen	zirka 100 m
	Toarcien	ob.	Kieselkalke mit Mergelzwischenlagen	
		mitt. u. unt.	Schwarze, tonige Mergelschiefer mit <i>Posidonomya Bronni</i> und <i>Dactyloceras commune</i> mit Einlagerung von kalkigen Bänken	15—20 m
Mittel-L.	Domérian Pliensbachien		Kieselkalk, stellenweise mit Mergelzwischenlagen, beinahe fossilifer. . .	25—40 m
Unter-L.	Lotharingien	ob.	Etwas glauconitischer Kieselkalk mit Mergelzwischenlagen. Arietiten. Die Kalke führen stellenweise Phosphoritknöllchen.	4—6 m
		unt.	Kieselige bis grobspätige Kalke mit wenig Mergelzwischenlagen. Arietiten. Phosphoritknöllchen	1—2 m
	Sinemurien	ob.	Grobspätige Kalke bis Echinodermen- und Dolomitreccien mit einer Brachiopodenbank	10—12 m
		mitt.	Feinspätige Kalke	4—5 m
		unt.	Quarzitische Dolomit- und Echinodermenbreccien mit flach-schlierenartigen bis linsenförmigen Partien von Spatkalken und mit <i>Sillex</i> bändern. . .	15 m
	Hettangien	e.	Helle, glatte, dichte Kalke	zirka 20 m
		d.	Quarzitische Dolomit- und Echinodermenbreccien ohne <i>Sillex</i>	zirka 16 m
		c.	Grauer, dichter Kalk ohne Fossilien, zum Teil oolithisch	20 m
		b.	Kieselige bis leicht sandige Kalke mit <i>Pecten</i> fauna.	8 m
		a.	Sandige Kalke mit <i>Psiloceras planorbis</i> und vielen Bivalven. Sandige Mergel. Quarzitische Sandsteine	min. 7 m
	Rhétien	e.	Lumachellenkalke	4 m
		d.	Dolomitische bis feinspätige Kalke, in einigen Bänken Brachiopoden u. Korallen	
		c.	Dichte Kalke, untere Hälfte dolomitisch, mit einigen Mergelzwischenlagen	zirka 10 m
		b.	Vorwiegend Mergel mit wenigen Kalkbänken, wenig fossilreich.	zirka 15 m
a.		Kalke und Mergel. Lumachellen. Gegen die Basis Bonebeds, sehr fossilreich	5 m	
Trias	Norien		Dolomit, kompakt, gebankt oder mit Mergelzwischenlagen.	Mächtigkeit sehr un- regelmässig
	Carnien		Bunte Mergel Rauhwaacke } in Stellung und Mächtigkeit untereinander wechselnd.	
	Ladinien		Mergel Roter Gips mit graugrünen Mergeln. Mergel und Rauhwaacke. Weisser Gips mit grauen Mergeln verunreinigt. Tiefere Stufen unbekannt.	



Einteilung in Gips, Rauhwaacke und Mergel und Dolomite. Der *Lias* hingegen fällt durch reichere Gliederung auf; so bietet schon der *untere Lias* die mannigfachsten Bildungen, die bald auf etwas tiefere Meeresablagerung (Rhät), bald auf seichtes Meer oder Ufernähe (Hettangien- und Sinémurienbreccien) hindeuten. Im *mittleren* und *oberen Lias* nehmen immer mehr bathyale Ablagerungen überhand, die ohne die geringste Schwankung durch den ganzen *unteren und mittleren Dogger* anhalten; im *oberen Bathonien* aber muss sich das Sedimentationsgebiet plötzlich gehoben haben; es treten in groben Spatkalken Gerölle auf, die durch ihren fluviatilen Charakter auf die Nähe eines Festlandes deuten; an der Basis der Spatkalke ist sogar an einer Stelle eine deutliche *Erhärtungsfläche* mit Bohrmuschelöchern aufgeschlossen. Im *obersten Dogger* und *untersten Malm* weisen Sand und Kieselkalke wieder auf eine Entfernung vom Ufer. Nachdem im *Argovien* eine gewisse Tiefe erreicht worden ist, beginnen im *oberen Malm* koralligene Bildungen eine grosse Rolle zu spielen; im *Portlandien* dagegen sinkt unsere Zone wahrscheinlich wieder mehr und mehr und bleibt durch die ganze *untere Kreide* in ungefähr derselben Tiefe; die tiefsten Sedimente, die wir aus den Klippen kennen, wurden zur Zeit der *oberen Kreide* (Couches rouges) abgelagert. Versucht man am Arvigrat die am Stanserhorn aufgestellte stratigraphische Gliederung durchzuführen, so stösst man auf Schwierigkeiten: die ganze Schichtserie ist stark reduziert, die küstennahen Bildungen greifen auf ausgedehntere Ablagerungszeiten über, so dass ein Erkennen der einzelnen Stufen schwer oder unmöglich wird. Am Arvigrat ist *Trias* und *Rhät* ähnlich ausgebildet wie am Stanserhorn, wenn auch nicht mehr so vollständig erhalten. Im *unteren Lias* hingegen treffen wir nur noch ufernahe Bildungen, erst im kaum erkennbaren *mittleren und oberen Lias* treten langsam tiefere Sedimente auf, die im *Dogger* in die Zoophycus-Facies übergehen. Über dieser setzt ein Spatkalk ein, dessen Bildung während längerer Zeit anhält und wohl bis in den unteren Malm hinaufreicht. Ob die koralligenen *Malmkalke* am Arvigrat transgressiv über die Spatkalke gelagert wurden, d. h. ob während der Untermalmzeit ein vollständiges Auftauchen stattgefunden hat, oder ob die Spatkalke ohne Unterbrechung in den Malm hinein sich fortsetzten und dann eine plötzliche Sedimentationsänderung eintrat, lässt sich nicht entscheiden; der stratigraphische Zusammenhang ist nicht genügend aufgeschlossen. Die *Kreide* ist wie am Stanserhorn ausgebildet.

Die Reduktion der Stufenmächtigkeiten am Arvigrat gegenüber der Serie des Stanserhorns dürfte wohl in der Hauptsache und für die meisten Stufen durch primär geringere Sedimentation zu erklären sein, wie wir ähnliche Vorgänge auch in der helvetischen Kreide beobachten können; immerhin mögen auch tektonische Vorgänge zu einer Verminderung beigetragen haben.

Die ganze Schichtreihe der exotischen Sedimente in unserem Gebiet gleicht sehr genau denselben Gesteinen in der grossen Masse der „Préalpes médianes romandes“, speziell der Serie der „Zoophycusdogger-Zone“.

Für alle Einzelheiten sei auf das früher Gesagte und die stratigraphischen Tafeln II—V verwiesen.

B. Flyschbildungen der Klippenunterlage.

Überall da, wo die exotischen Sedimente bis zu ihrem Fusse entblösst sind, finden wir sie oft beinahe konkordant unterlagert von Flyschbildungen und den in diesen vorkommenden Einschlüssen. Die besten Aufschlüsse zur Beobachtung des Kontaktes von Klippensedimenten und Unterlage sowie zur Untersuchung der letzteren finden sich an folgenden Stellen.

a. Nordfuss des Stanserhorns.

1. *Das Tracé der Transportbahn zu der Gipsgrube Rohren.*

Unter dem Schutt der Grubenhalde treten dunkelgraue bis braune Schiefermergel mit zerrissenen Schichtflächen auf; sie führen eine wenige Dezimeter mächtige Bank von harten Sandsteinknuern, das Ganze zeigt *Wildflysch*charakter. Unter diesen folgen gutgebankte Schieferkalke der *Wangschichten*, die wiederum von braunen bis grauen Schiefermergeln unterlagert werden. Diese zeigen nicht mehr den Wildflyschcharakter der hangenden Mergel, sondern gleichen eher mergeligen Stadschiefern. Von der Höhe zirka 580 m an abwärts ist die ganze Serie stark verrutscht, so dass eine normale Schichtfolge nicht mehr angenommen werden darf.

2. *Gross Ebnet* (2 km südwestlich Stans).

Die hervorspringende Kanzel des *Gross Ebnet* ist überdeckt von wildflyschartigen Mergeln, aus denen hier und da Sandsteinknuern hervorstechen; nur zirka 2 m über den letzteren wird die wenig mächtige Flyschserie von Triasrauhwacke überlagert. Im Liegenden bilden Wangschichten den Steilabsturz des Vorsprunges von *Gross Ebnet*.

3. *Wasserplattengraben* (wenig südwestlich Station Kälti der Stanserhornbahn).

Ungefähr bei 760 m Höhe sieht man im *Wasserplattengraben*, wie die hangenden, gelblichen *Rauhwackemergel* in scharfer Grenzfläche leicht diskordant aufruhend auf dunkelgrauen, unregelmässig geschieferten Mergeln, in denen Ölquarzitknollen auftreten. Die dadurch als *Wildflysch* charakterisierte Serie ist zirka 10 m mächtig und wird von *Wangschichten* unterlagert, die an ihrer Basis sehr schieferige Ausbildung zeigen. Das Liegende ist vom Gehängeschutt überdeckt. Der Aufschluss im *Wasserplattengraben* zeigt am besten im ganzen untersuchten Gebiete die Auflagerung der Klippe auf ihrer Unterlage.

b. Ostabhang des Stanserhorns.

4. *Abhang zwischen Gütsch und Gisi* (1—2 km südöstlich Stans).

Im ganzen bewaldeten Abhang zwischen *Gütsch* und *Gisi* treten als herrschendes Gestein meist braune, mehr oder weniger unregelmässig schieferige oder mehr tonige Flyschmergel auf, die stellenweise stadschieferigen Charakter zeigen und aus denen sehr verschiedenartige Einschlüsse hervorstechen. Unmittelbar oberhalb des Hauses von *Gütsch* stehen Nummulitenkalken als grosser Felskopf an. Ein ähnliches isoliertes Vorkommen dieses Gesteins findet sich im Walde wenig ost-südöstlich *Gütsch*. Unter den Nummulitenkalken von *Gütsch* folgt zunächst eine schmale Flyschschieferlage und hierauf Wangschichten, die sich in einzelnen Fetzen gegen Südosten bis *Gisi* verfolgen lassen; dort bilden sie den oberen Teil der steilabstürzenden, vorspringenden Wand, während deren Fuss aus konkordant unter die Wangschichten einfallenden Nummulitenkalken besteht. Ausser diesen im Gelände hervortretenden Einschlüssen zeigen sich in der Flyschgrundmasse nicht selten

Sandsteinbänke. Wenig südöstlich des Hauses von *Gisi* streicht aus dem flachen Wiesengrunde eine Bank von hellgrauen, sehr harten Quarziten aus, die sich im oberen Teil des Abhanges nach Nordwesten bis wenig südöstlich *Gütsch* verfolgen lässt. Einen ganz ähnlichen Aufbau von Flysch mit Einschlüssen von Quarzsandsteinen, Wangschichten und Nummulitenkalk zeigt das *Steilbord westlich der Haltestelle Büren* der Engelberger-Bahn.

5. Das Steinibachtobel unterhalb Wiesenberg.

Der Flysch zeigt hier vorwiegend den Charakter schieferigen Wildflysches, doch kommen auch mergeligere Partien vor. Das Gestein weist häufig schwarze, glänzende Rutschflächen auf. Fetzen von Wangschichten finden sich auch in diesem Gebiet im Flysch eingeschlossen. Daneben konnte ich, ebenfalls als Einschülfungen im Flysch, an zwei Stellen Liasgesteine der Klippen feststellen (bei der Strassenkehre P. 806 und etwa 150 m ENE davon).

c. Arvigrat.

6. Das Gebiet von Dürrenboden und Eggalpen.

In sehr unregelmässiger Lagerung finden wir in diesem Gebiet Rauhwaacke und Mergel der Klippentrias unter- und überlagert von typischem Wildflysch. Dieser ist als dunkelgrauer bis brauner, oft sandiger Schiefermergel ausgebildet, zeigt nicht selten Sandsteinbänke und Quarzite, im *Dürrenbodenwald* sogar das einzige im untersuchten Gebiet konstatierte Vorkommen einer *Flyschbreccie*. Auch kleinere und grössere Massen von Wangschichten finden sich vielerorts im Flysch eingewickelt.

7. Südfuss des Arvigrates.

Unter den zackigen Liasfelsen des Arvigrates liegen wenig mächtige fossilreiche Rhätschichten und helle Triasdolomite; der sanft geschwungene *Arvisattel* selbst aber ist gebildet durch dunkelgraue bis braune, stellenweise etwas sandige Schiefermergel, die ausgesprochenen Wildflyschcharakter zeigen; im Liegenden derselben beginnt die normale Schichtserie der helvetischen Kreide mit Wangschichten, Seewermergeln, Seewerkalken etc. Auch dieser Aufschluss zeigt wie derjenige des *Wasserplattengrabens* die Auflagerung der Klippe auf ihrer Unterlage mit hervorragender Deutlichkeit.

Ausser den beschriebenen Aufschlüssen finden sich zum grössten Teil mit Sumpfwiesen bedeckte Flyschgebiete zwischen *Furmatt* und *Gross-Ächerli* und südlich *Ächerli*. In einem dunkelbraungrauen etwas sandigen Mergelschiefer südlich *Furmatt* konnte ich Fucoiden auffinden. Kleine Aufschlüsse beim Austritt des *Mehlbaches* unterhalb des Feltschilochs zeigen die Überlagerung von Gips auf Wildflysch, der hier und da Ölquarzite führt.

Aus dem Gesagten geht mit Deutlichkeit hervor, dass in unserem Untersuchungsgebiet die Klippen nicht unmittelbar auf helvetischen Sedimenten auflagern, sondern dass sich zwischen beide Wildflysch legt, der beim Klippenschub zum Teil die Rolle eines „Schmiermittels“ gespielt haben mag, und der im Nordwärtsgleiten Pakete von helvetischen Sedimenten (besonders Wangschichten) mitgerissen und in sich eingewickelt hat.

C. Quartärlagerungen und Oberflächengeologie.

1. Moränen der Talgletscher.

Zwei grosse und ein kleinerer Gletscher haben sich zur Zeit der vorletzten (grössten) und der letzten Vergletscherung wenig nördlich von Stans vereinigt. Von Südwesten trat ein Arm des *Aaregletschers* über die *Brünigsenke* ins *Tal der Surneraa* und reichte bis zur *Westgrenze des Reusstals*, vom *Beckenrieder Becken* des Vierwaldstättersee reichte ein Teil des *Reussgletschers* bis gegen *Stans*, und endlich strömte aus dem *Engelberger Tal* ein kleinerer Gletscher und verschmolz mit den beiden grossen Eisarmen an deren Treffpunkt.

In meinem speziellen Untersuchungsgebiete sind nur Ablagerungen des Aare- und Engelberger-Gletschers vorhanden. Ausserdem sind Lokalmoränen spurenweise angedeutet.

a. Die Moränen des Aaregletschers umgeben den ganzen *Westfuss des Arvigates und des Stanserhorns* und bilden den grössten Teil von dessen Nordfuss. Als Zeuge ihres einst hohen Eisstandes ist uns ein Moränenrelikt zwischen *Furmatt und Gross-Ächerli* erhalten geblieben, das bis auf 1400 m Höhe, also bis zur tiefsten Stelle der gletschertrennenden Kammlinie reicht; kleinere Moränenreste liegen unterhalb *Blumatt- und Kalcherlialp* noch bei 1100 und 1200 m. Die Hauptmasse der glazialen Ablagerungen bildet das schwach nordwärts geneigte *Hügelland südlich der Strasse Stans-Allweg* und ist durch vom Stanserhorn herabstürzende Bäche und Schuttrinnen an vielen Orten verschwemmt und mit Klippenschutt vermischt worden.

Als untrügliches Zeichen der Zugehörigkeit dieser Moränen finden sich zwischen oft geritzten, helvetischen Malm- und Kreidesteinen Blöcke von typischem „Grimselgranit“. Die Ostgrenze ihres Auftretens und damit die Grenze zwischen Aare- und Engelberger-Gletscher fällt ziemlich genau zusammen mit dem *Tälchen von Kählen* südlich des Kapuzinerklosters von Stans. Einen *Moränenwall* aus der Rückzugszeit des Aaregletschers bildet die *Schwelle von Allweg*.

b. Die Moränen des Engelbergergletschers füllen neben dem erwähnten östlichen Teil des *Stanserhorn-Nordfusses* die weite Mulde südlich und südwestlich *Wiesenberg*, die vom *Stanserhorn, Arvigrat, Miserengrat* und *Gummen* begrenzt ist. Aus dem Verhältnis von Moräne und Anstehendem in den *Tobeln westlich Dallenwil* ist klar ersichtlich, dass hier schon vor der letzten, eventuell schon vor der vorletzten Eiszeit die Erosion eine sehr tiefe, weite Hohlform geschaffen haben muss, die bei der Eisbedeckung eine enorm mächtige Auskleisterung mit Moräne erfahren hat. Die Erosion der postglazialen, epigenetischen Bachrinnen hat erst an wenigen Stellen den anstehenden Fels erreicht (Steinibach-Tobel, Lochgraben). Es ist nicht ausgeschlossen, dass die beiden bei Stans zusammenstossenden Hauptgletscher die Rolle eines Stauwehres vor der Ausmündung des Engelberger-Gletschers gespielt und so zur energischen Schuttablagerung im dahinterliegenden Kessel mitgeholfen haben.

c. Lokalmoränen, Kare etc. Nördlich des Alphauses von *Blumatt* schliesst ein halbkreisförmiger, wenig hoher Schuttwall die Mulde ab, die aus dem karähnlichen „*Katzenloch*“ südlich der *Blumattalp* herausstreicht. Die Oberflächenformen sprechen für ein ehemaliges Vorhandensein eines *Lokalgletschers*, doch ist zu bemerken, dass die Aufhäufung des Schuttes, zum Teil jedenfalls, auf die Wirkung von *Lawinen* zurückzuführen ist; jedenfalls habe ich beobachtet, dass mächtige Massen von schutterfülltem Lawinenschnee in der vom oben erwähnten Walle umschlossenen Mulde bis hoch in den Sommer hinein liegen blieben.

2. Sackungen.

Ausser den Sackungen grossen Stiles von der West- und Nordflanke des Arvigates, die unter dem Kapitel Tektonik besprochen werden sollen, finden sich am Süd-, West- und Ostfuss desselben Berges verschiedene kleine, im Schichtverband abgerutschte Massen, deren grösste und auffallendste am Fusse des vom Ostgipfel des Arvigates nach der *oberen Eggalp* hinabstreichenden Grates lagert. Eine weitere aus Lias bestehende Sackungsmasse bildet am Weg zwischen *Eggi- alp* und *Reissmattalp* ein felsiges Steinbord und ist talwärts von einem Blockfeld begleitet. Von Bedeutung ist ferner der abgerutschte Malmklotz der „*Südelbalm*“ südlich *Ober-Südel*, am Nordfuss des Arvigates. Vom Stanserhorn sind mir derartige Erscheinungen nicht bekannt.

3. Rutschungen.

Die Flyschbildungen am Fusse des Stanserhorns geben häufig Anlass zu kleineren und grösseren *Rutschungen*; solche Rutschgebiete finden sich vornehmlich bei *Gören* südöstlich *Stans* und am Abhang zwischen *Allweg* und *Rohren*. Eine Rutschung von grösserer Ausdehnung hat am Fusse der *Gipsbrüche von Rohren* im Flysch und den darin eingewalzten Wangschichten stattgefunden.

4. Bergstürze.

Ausgedehnte Schutthalden, die ihre Entstehung zum Teil gut individualisierten Bergstürzen verdanken, umsäumen den *Fuss der Stanserhorn- und Arvigrathklippe*. Bei diesen Bergstürzen handelt es sich einerseits um ein Nachbrechen der Felswände nach dem Abschmelzen der eiszeitlichen Gletscher, anderseits hat auch die raschere Abtragung und das Wegrutschen der Flyschunterlage das Nachstürzen von Teilen der steil aufsteigenden Klippenwände zur Folge. Zur ersten Gruppe dürfen wir die Bergstürze am Fusse der *Stadfluh* und am *Rohrnerberg* zählen, besonders aber den *Bergsturz des Kernwaldes*. Die Schuttmassen dieses grössten der in unserem Gebiet vorkommenden Bergstürze erstrecken sich über den ganzen *Kernwald* und umfassen die Häusergruppen *Ämlischwand*, *Wisserlen*, *Siebeneich*, *Sankt Jakob* und den südwestlichen Teil des *Drachenriedes* und reichen über die *Sarneraa* hinaus bis zum *Südausgang von Alpnach* (vgl. Geologische Vierwaldstätterseekarte). Die meist grossen Blöcke des Kernwaldes bestehen vorherrschend aus Riffkalken, Pflanzensandkalken und Spatkalken des Malm und des oberen Doggers. Das *Abrissgebiet* ist an der *Stanserhorn-Westflanke* zu suchen (*Bründli- und Kohlgraben*), der Sturz erfolgte zunächst auf den schon stark aufgeschütteten *Schuttkegel des Mehlbaches*; über diesen weiter rollend, hat sich dann die Schuttmasse nach allen Seiten ausgebreitet und das schon bezeichnete Gebiet in ein Blockfeld verwandelt. Ein zweites vom Kernwald durch den *Moränenbezirk von Ledi-Rütimatt* abgetrenntes Schuttfeld finden wir im Gebiet zwischen *Ledi* und *Ebnet*. Hier aber tritt zum Unterschied vom Kernwald nur Lias- und Zoophycusdoggergestein auf, so dass als *Abbruchgebiet der West- und Südwestfuss des Kleinhorns* (*Brandgraben, Rübigraben*) anzusehen ist. Dieser zweite, geringere Sturz erfolgte später als der erste, stand aber vermutlich in ursächlichem Zusammenhang mit diesem, und ist durch *Sackungerscheinungen* in den älteren Schichten am Südwestfuss des Kleinhorns eingeleitet worden. Für die letzte Annahme sprechen die im *Ebnetgraben* aufgeschlossenen Sackungspakete von Rhätschichten, Hettangien und anderen Gesteinen des Unterlias; diesen Sackungspaketen liegt der Schutt des zweiten Bergsturzes auf. Möglicherweise sind auch vom *Arvigrat* her mehr oder weniger grosse Massen von Malm- und Oberdoggergesteinen auf der glatten, durch Triasmergel, Gips und Flysch gegebenen Unterlage abgerutscht; darauf deutet die eigentümlich geformte Mulde von *Hermannsstalden*, die sehr wohl als Ausbruchsnische erklärt werden könnte. Die Zeit dieser Vorgänge fällt sicher in die Periode nach der Vergletscherung des Vorlandes, da wir stellenweise Moränenschutt unter den Bergsturstrümmern hervortreten sehen, während der umgekehrte Fall nicht zu beobachten war.

Ein weiterer grösserer Bergsturz, der jedoch eher den Charakter einer Sackung in grossem Stil trägt, ist aus der Mulde der *Arvi alp* hervorgebrochen und hat die Gegend von *Steini, Oberei* und *Oberwald* verschüttet.

Da über alle diese Bergstürze und Schlipfe keine historischen Daten existieren, sind sie als *prähistorischen, postglazialen Alters* zu betrachten.

5. Gehängeschutt.

Gehängeschutt findet sich überall am Fusse der steilen Lias-, Dogger-, Malm- und Kreidewände im ganzen Gebiet.

6. Bachschutt-Kegel.

Den einzigen echten Bachschutt-Kegel im Gebiete des Stanserhorns bildet der *Steinibach bei Dallenwil*.

Im oberen Teil des Kernwalder-Bergsturstrümmerfeldes haben *Rübibach* und *Mehlbach* zusammen ihren Schutt in Kegelform zwischen Hügeln von Blockmaterial aufgeschüttet.

7. Quellen.

Das eigentliche von mir untersuchte Klippengebiet ist im ganzen sehr wasserarm. Da fast die ganze exotische Schichtserie aus durchlässigen Kalken besteht, so vermag eine grosse Menge Wassers zu versickern, ohne zum Wiederaustritte gezwungen zu werden, bis sie auf den undurch-

lässigen Flysch der Klippenunterlage trifft und, diesem folgend, am Klippenfuss hervorquillt. Eine Reihe der schönsten Quellen zeigt denn auch diesen tektonischen Kontakt leicht erkennbar an. So bezieht *Stans* sein Trinkwasser aus starken Quellen, die im *Walde südwestlich Oberes Staldifeld* und in der *Kählenweid* austreten; eine Reihe von ungefassten Wasseräderchen speist neben dem *Mehlbach* das lange *Drachenried* am Fusse der Nordwestflanke des Stanserhorns.

Über die schon anlässlich der Besprechung der Trias (vgl. Seite 6) erwähnte *Schwarzeggquelle*, die vor ihrer Fassung dem *Feltschiloch* und damit dem *Mehlbach* zuströmte, mögen hier noch einige Daten beigelegt werden, die einem Gutachten entnommen sind, das die HH. Prof. *H. Schardt* und Ingenieur *W. Winkler* unterm 29. August 1904 dem Kantonsgericht Obwalden erstattet haben. Herr Reg.-Rat *O. Hess* war so freundlich, dieses Gutachten Herrn Prof. *Buxtorf* zur Entnahme der geologisch wichtigen Daten zur Verfügung zu stellen. In Übereinstimmung mit unserer Auffassung betrachten die genannten Experten die Nordabdachung des *Arvi-grates* (*Arvi-alp*, *Heitlisboden* und *Heitliswald*) als Einzugsgebiet der Schwarzeggquelle; dasselbe würde zirka 3,5 Quadratkilometer umfassen. Aus den damaligen Messungen des Quellertrages (Mittel 67 Sek.-Liter) ergibt sich, dass 60—70% der auf diesem Gebiet fallenden Niederschläge (Jahresmittel schätzungsweise 1400 mm) der Quelle zufließen.

Die genannten Experten machen ferner auf einen trocken liegenden Graben aufmerksam, der von der Schwarzeggquelle her zuerst ganz hart westlich vom Rande des Feltschiloches, dann sich zirka 200 m von diesem entfernend, verfolgt werden kann und der zirka 100 m unterhalb der Mehlbachquelle in die Mehlbachrinne einmündet. Sie fassen diesen Graben als einen früheren, oberflächlichen Lauf der Schwarzeggquelle auf, ehe dieselbe durch Öffnung von Durchgängen im Gips und nachfolgende Einstürze in die jetzige Richtung, d. h. ins Feltschiloch, abgelenkt wurde.

Ein am 28. Juli 1904 mit 1500 gr Fluoreszein ausgeführter *Färbungsversuch* zeigte, dass das Wasser nur 27 Minuten benötigt, um vom Feltschiloch zur Mehlbachquelle zu gelangen; da die Färbung fast sofort maximale Intensität zeigte, fliesst das Wasser wohl als unterirdischer Bach durch die Triasgesteine, ohne sich stark zu verästeln.

Über die *Erträge der Schwarzeggquelle* und des *Mehlbaches* ergaben Messungen folgendes Resultat:

1. Mittel der Schwarzeggquelle am 28. Juli 1904 67 Sek.-Liter;
2. Wassermenge an der Versickerungsstelle im Feltschiloch 86.6 Sek.-Liter;
3. Ertrag des Mehlbaches, zirka 150 m unterhalb seines Austrittes: 129 Sek.-Liter;
4. Messung des Mehlbaches bei Rohren 124.7 Sek.-Liter;
5. Messung des Sagebaches bei Rohren (rechtsufriger Nebenbach): 123.6 Sek.-Liter. 4 + 5 = 248.6 Sek.-Liter;
6. Messung des Mehlbaches im Drachenried nach Vereinigung mit dem Sagebach 222.66 Sek.-Liter;
7. Messung im Fabrikkanal beim Rotzloch 289.66 Sek.-Liter.

Aus den ersten dieser Zahlen geht hervor, dass der Schwarzeggquelle schon während des oberflächlichen Durchfliessens im Feltschiloch zirka 20 Sek.-Liter Wasser zuströmen. Auf der anschliessenden, unterirdischen Strecke münden weitere Adern ein, so dass der Mehlbach bei seinem Austritt fast doppelt soviel Wasser aufweisen würde als die Schwarzeggquelle.

Es ist wichtig, diese Zahlen festzuhalten, da die kurz darauf erfolgte Fassung der Schwarzeggquelle eine Wiederholung der Messungen ausschliesst.

Die genannten Experten haben auch die *chemischen Eigenschaften der Schwarzeggquelle und des Mehlbaches* untersucht, namentlich um Anhaltspunkte über die unterirdische Erosion im Gipsfels zu gewinnen. Wir entnehmen dem Gutachten folgende Daten:

a. Schwarzeggquelle:

Gesamthärtegrad	19°		
Permanenthärte	12° (nach 1/2 stündigem Sieden)		
Mineralsubstanz bei 150° getrocknet	0.200 g pro l		
„	geglüht	0.242	„ „ „
Gipsgehalt		0.136	„ „ „

b. Beim Eintritt in den Trichter im Feltschiloch:

Gesamthärtegrad	24°		
Permanentshärte	17°		
Mineralsubstanz bei 150° getrocknet	0.380 g	pro l	
" " " "	geglüht	0.322 " "	" "
Gipsgehalt	0.310 "	" "	" "

c. Mehlbachquelle:

Gesamthärtegrad	125°		
Permanentshärte	117°		
Mineralsubstanz bei 150° getrocknet	2.080 g	pro l	
" " " "	geglüht	1.698 " "	" "
Gipsgehalt	1.596 "	" "	" "

d. Mehlbach am Rotzloch:

Gesamthärtegrad	66.5°		
Permanentshärte	53°		
Mineralsubstanz bei 150° getrocknet	0.866 g	pro l	
" " " "	geglüht	0.750 " "	" "
Gipsgehalt	0.700 "	" "	" "

c und d enthalten ausser Gips noch andere Sulfate (Na_2SO_4). „Diese Befunde zeigen, dass sich das Wasser der Schwarzeggquelle auf der kurzen Strecke vom Feltschiloch bis zur Mehlbachquelle absolut verändert, indem sich der Gipsgehalt um beinahe 1.5 Gramm per Liter vermehrt. Ist es die Schwarzeggquelle selber, welche auf diesem unterirdischen Lauf Gips auflöst, oder vermischt sich deren Wasser nur mit sehr gipshaltigen Zuflüssen? Wahrscheinlich ist, dass sowohl das Schwarzeggwasser eine gewisse Menge schwefelsauren Kalk (Gips) auflöst und mit schon gipshaltigen Wassern zusammenfliesst und den Mehlbach bildet. Wie schnell die Auflösung des Schwefelsauren-Kalkes vonstatten geht, zeigt die Zunahme des Härtegrades (um 5 Grade) und des Gipsgehaltes des Wassers im Feltschiloch beim Eintritt in den Trichter. Der Bach hat doch nur wenige hundert Meter über abgeschwemmtes Gipsmaterial geflossen. Es leuchtet ein, dass diese Erscheinung eine wirkliche Auswaschung oder Auslaugung des Gipsfelsens darstellt. Damit ist auch die trübe Beschaffenheit des Mehlbachwassers verbunden. Es ist zum Teil äusserst feiner Schlamm, zum Teil Sand, herrührend vom unlöslichen Rückstand des aufgelösten Gipses. Er beträgt nicht weniger als 0.7 Gramm per Liter.“

„Berechnen wir die Menge Gips, welche die Mehlbachquelle jährlich dem Gebirge entnimmt, so kommen wir zu ganz überraschenden Zahlen. Mit ihrem Ertrag von 129 Sek.-Liter und einem Gipsgehalt von 1.596 g per Liter, entführt diese Quelle per Jahr nicht weniger als 6365 Tonnen Gips dem Gebirge oder, auf Volumen berechnet, 2741 Kubikmeter wasserhaltigen Gips ($\text{CaSO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$).“

„Zählen wir noch dazu den Schlamm, der ja auch zum Gestein gehört, so erhalten wir ein Gewicht von weiteren 2792 Tonnen oder ein Volumen von rund 1000 Kubikmeter. Die Mehlbachquelle entführt also dem Gebirge jährlich nahezu 4000 Kubikmeter Fels und schafft infolgedessen ebenso grosse Hohlräume. Der Schwarzeggquelle kommt, soweit es deren Lauf durch den Gipsfels anbetrifft, etwa die Hälfte dieser Wirkung zu. Der schnelle Durchlauf hat es zur Folge, dass der unlösliche Rückstand nicht in unterirdischen Räumen, wo das Wasser gestaut wird, sich absetzt, sondern sofort als suspendierter Schlamm mitgerissen wird.“

Diese intensive Auslaugung und Fortführung der Triasgesteine erklärt ohne weiteres die im Umkreise des Feltschilochs und besonders unterhalb desselben häufig auftretenden Einsturztrichter; auch das Nachbrechen der Seitenwände des Feltschiloches, besonders am nordöstlichen Rande, wird ohne weiteres erklärlich.

Der Trias entstammen endlich auch einige gute Quellen in den *Eggalpen* östlich Arvigrat. Weitere, jedoch auf die Südwest- und Südflanke des Stanserhorns beschränkte und nur schwache Wasseradern liefernde Quellhorizonte werden von schieferigen Lagen im Zoophycusdogger (*Quellfassung des Hotel Stanserhorn mit elektrischem Pumpwerk im Brandgraben*) und den Tonschiefern des Toarcien gebildet.

Tektonik.

I. Die Klippen Stanserhorn und Arvigrat.

1. Allgemeine tektonische Lage, Auflagerung.

Die zentralschweizerischen Klippen hat *A. Tobler* nach ihren *stratigraphischen* Eigentümlichkeiten in *zwei Zonen* geteilt, eine *innere* mit transgredierendem Mytilusdogger und überschobener Hornfluhbreccie (Mythengruppe, Ibergerklippen, Giswilerstöcke) und eine *äussere* mit Zoophycusdogger und vollständiger Schichtreihe (Buochserhorn-Stanserhorn-Rotspitz, Klewenalp-Musenalp-Arvigrat-Alpboglerberg). Diese Gliederung ist im allgemeinen bis heute beibehalten worden; erst vor kurzem hat *R. Staub* eine andere Deutung, auf die später noch eingehend zurück zu kommen sein wird, in Vorschlag gebracht.

Auch im Gebirgsbau kommt die von *Tobler* aufgestellte Gliederung der Klippen in zwei Zonen zum Ausdruck. Das uns beschäftigende *Stanserhorn* zeigt zusammen mit seiner östlichen Fortsetzung, dem *Buochserhorn*, *einfachen Faltenbau*; der *Arvigrat* dagegen ist, wie *Musenalp* und *Klewenstock*, aus unregelmässig an- und übereinandergeschobenen *Schuppen* und *Tafeln* aufgebaut.

Die Wurzellosigkeit der Stanserhorn-Arvigratgruppe wird zur Genüge bewiesen durch die im stratigraphischen Teil (Flysch) ausführlich beschriebenen Aufschlüsse des Kontaktes von Klippensedimenten (Trias und Dogger) mit Flysch. Tektonisch am instruktivsten wirkt wohl die Beobachtung der Kontakterscheinungen im Wasserplattengraben am Nordfuss des Stanserhorns einerseits und im Arvisattel am Südfuss des Arvigrates andererseits; an beiden Orten kann das flache Einfallen des Flysches unter die Klippentrias gemessen und überdies seitlich auf mehr oder weniger grosse Strecken verfolgt werden.

2. Spezielle Beschreibung.

(Vgl. Profilsrie, Tafel 1.)

A. Stanserhorn. Durch die Entdeckung der unteren Kreide auf der Nordflanke des Stanserhorns hat *A. Tobler* die verhältnismässig einfache Muldenstruktur des Berges aufgedeckt. Der Muldenbau prägt sich am schönsten im Verlauf der hellen Malmfelsen aus. Verfolgen wir diese, so finden wir einen flach südwärts einfallenden Nordschenkel, eine in zwei stumpfen Winkeln sich vollziehende Umbiegung und einen seigern oder überkippten Südschenkel. Das allgemeine Streichen der Mulde ist zirka N 77° E.

Der *Muldenkern* wird von dünngebankten Fleckenkalken und Schiefen der unteren Kreide gebildet; diese sind in sich intensiv gefaltet, ohne Zusammenhang mit den liegenden oder den verkehrt hangenden Malmkalken. Solche *Lokalfaltungen* können in sämtlichen Schuttrinnen und Lawinenzügen der Stanserhorn-Nordflanke, am besten aber im *Tracé der Stanserhornbahn* unter- und oberhalb der Station *Blumatt* beobachtet werden.

Der *Nordschenkel* zeigt meist eine stark reduzierte Schichtserie, in der verschiedene stratigraphische Elemente nicht mehr auftreten; so fehlt z. B. der ganze Lias und zum grössten Teil das Argovien; das unterste Glied bilden gewöhnlich Gips oder Rauhwacke der Trias; doch kann auch diese fehlen, so dass Dogger auf Flysch aufliegt. Alle diese Erscheinungen zeigen, dass der liegende

Schenkel starken Quetschungen, vielleicht auch Zerrungen ausgesetzt war und dadurch ein stratigraphisch lückenhaftes Aussehen erhalten hat. Den besten Aufschluss für das Studium der reduzierten Schichtserie des Nordschenkels bildet der *Wasserplattengraben* (1.7 km südwestlich Stans). Es liegen dort auf dunkeln Wildflysch:

- zirka 60 m Rauhwaacke und Mergel (Trias),
- „ 30 „ Zoophycusdogger,
- „ 70 „ Spat- und Sandkalke (Oberdogger),
- „ 120 „ Malmkalke und darauffolgend die Fleckenkalke der Unterkreide.

Eine ähnliche reduzierte Schichtfolge zeigen einige zusammenstellbare Aufschlüsse bei *Gross-Ebnet*.

Die Auflagerungsebene der Klippe auf dem Flysch bildet keine einfache Fläche, sondern erscheint in Wellen gelegt, deren Achsen quer zum Gesamtstreichen verlaufen; so liegt die Kontaktlinie im Westen in den *Rohrener Gipsbrüchen* bei zirka 740 m, steigt dann nach Osten rasch an und erreicht auf *Gross-Ebnet* 880 m, im *Wasserplattengraben* ist sie wieder auf 760 m abgesunken, bei *Gisi* am Ostende des Stanserhorns auf 630 m. Es erscheint bemerkenswert, dass da, wo die Wellung der Kontaktfläche stärker ist als die der harten Malm- und Oberdoggerschichten im Nordschenkel, die daraus entstehenden Transversalmulden vornehmlich mit Rauhwaacke und Gips erfüllt sind (Gipsgruben, Wasserplattengraben); auf einer querstreichenden Erhebung ist die Mächtigkeit dieser Schichten nur eine geringe (*Gross-Ebnet*, *Gisi*). Die weichen Triasschichten an der Basis der Klippensedimente wirken neben dem Flysch der Unterlage als Gleitschicht, die Stauungs- und Ausquetschungserscheinungen zeigt.

Den eigentlichen *Südschenkel* sieht man in den Oberdogger- und Malmkalken des Stanserhorngrates von der *Adlerfluh* (P. 1863) im Westen bis zum *Känzeli* im Osten erhalten. Die Schichtneigung schwankt im allgemeinen um die senkrechte, nur in der Gipfelmasse ist ein deutliches Überliegen des Südschenkels mit einem Fallen von zirka 30° S. zu beobachten. Das Streichen folgt mit kleinen Schwankungen der durchschnittlichen Muldenrichtung.

In der *Zone der Muldenbiegung* fällt bei einem Blick auf die Profile eine Erscheinung auf, die den ganzen Bau charakterisiert und die einiges Interesse beansprucht, nämlich die *unharmonische Faltung zwischen Malm-Oberdoggerkalcken und Lias*. Während die Malm-Oberdoggerkalke in der Muldenbiegung nur in zwei bis drei stumpfen, gerundeten Winkeln zum Seigerstehen und steilen Südfallen sich aufrichten, beschreibt das Liasband mehrere Ausbiegungen und Ausbuchtungen.

Beginnen wir unsere Betrachtung am Südwestfuss des Stanserhorns (Profil 11), so sehen wir bei *Brandsite* den Lias und zugehörigen Dogger mit mittlerem Nordfallen aus dem Schutt aufsteigen und sich nördlich Mettenberg steil aufrichten (Profil 10); nördlich Furmatt (Profil 9) legen die Schichten sich wieder flacher, queren den Rübigraben schwach nordfallend und steigen hierauf wieder an. Im Südgrat des *Kleinhorns* bei *Oberholzweg* (Profil 8) biegen sie rasch um und liegen bis 50° südfallend auf dem Dogger. In dieser am weitesten nach Süden ausgreifenden Muldenumbiegung sind wieder kleine Stauchungswellungen an der unteren Grenze des Hettangien bemerkbar (Profil 8, unter „Holzwang“). Diese Umbiegung, die ich auf den Profilen mit I bezeichnet habe, lässt sich weiter ostwärts nicht mehr beobachten, da sie in die Luft ausstreicht und, nach dem Verlauf der Oberliasschichten zu schliessen, an Ausmass und Bedeutung verliert. In ihrem liegenden Schenkel hingegen entwickelt sich nach Süden eine neue, tektonisch tieferliegende Mulde II, die nach Osten immer grösseres Ausmass erreicht und die Rolle übernimmt, welche im Profil der Holzwanng (8) der Mulde I zufällt. Zu dieser Interpretation führen mich die zwar spärlichen Aufschlüsse, die sich im *Lückengraben* unterhalb der Strasse Wiesenberg-Treichialpen und nördlich der Stephanskapelle (östlich Wiesenberg) finden. In der Gegend von Wiesenberg lässt sich nun aber weiter erkennen, dass die Mulde II nicht voll erhalten ist, sondern nur den verkehrten Schenkel und die Muldenbiegung aufweist (Profil 3 und 4). Westlich *Ober-Walli* (östlich Wiesenberg) wird die ganze Liasserie von einer schwach nordfallenden *Triasschuppe* abgeschnitten. Erst im Dogger dürfte die Umbiegung wieder vollständig erhalten sein. Im Liegenden der eben erwähnten Trias treten unterhalb der *Stephanskapelle* noch einmal normallagernde

Schichten von mittlerem Lias bis Trias zutage, die in Schuppenform unter der ersten Triasschuppe und der Hauptklippenmasse liegen. Es scheint mir wahrscheinlich, dass wir es hier mit dem im Flysch stockengebliebenen, unteren, normalen Schenkel der abgeschnittenen Mulde II zu tun haben, der bei einem letzten Vorgleiten von der Hauptmasse abgerissen, überschoben und zurückgelassen worden ist. Als nach der aktiven „Mise en place“ der Klippen in ihrem Liegenden die helvetischen Decken vordrängten, zogen sie die Klippenbasis in Mitleidenschaft. Dadurch können wir uns die Unterschiebung der zurückgebliebenen *Liasschuppe* und einer neuentstehenden Triasscholle unter die Klippenhauptmasse erklären.

Am Verlaufe der beiden harten Kalkzonen, Malm-Oberdogger einerseits und Lias andererseits, erkennen wir das Gerippe des ganzen Aufbaues. Der dazwischenliegende, verhältnismässig weiche Unter- und Mitteldogger, die Zoophycusschichten, füllen den Raum zwischen beiden, so dass diese Schichten in der grössten Liasausbiegung durch Zusammenstauung unverhältnismässig mächtig erscheinen und die Faltung besonders deutlich zum Ausdruck bringen; am schönsten lässt sich das von *Krinnenalp* oder *Oberkneu* aus an der *Ostseite des Kleinhorns* beobachten. Im unteren Teil der Umbiegungszone dagegen und im liegenden Schenkel haben die Zoophycusschichten durch Ausquetschung an normaler Mächtigkeit verloren. Dasselbe Bild bieten die plastischen Triasschichten; grosse Anhäufung derselben bildet sich bei *Mettenberg* in der *Liascellung von Brandgraben*, nur schwach oder gar nicht vorhanden sind sie auf der Ostflanke des Berges.

B. Arvigrat. Ganz verschieden von dem verhältnismässig einfachen *Muldenbau des Stanscherhorns* zeigt sich die Klippe des *Arvigrates*. *J. Kaufmann* hat als erster ein Profil durch diesen Berg zu legen gewagt und ihn im südlichen Teil wenigstens (der nördliche ist nicht ausgezeichnet) als *Trias-Jura-Platte* dargestellt, die auf einer helvetischen Kreidestirn aufliegt; auf eine Diskussion dieser auffallenden Lagerungsverhältnisse ist er aber nicht eingetreten. *A. Tobler* nimmt im Sinne der neuen Klippentheorien eine *schwimmende Platte* an, die im nördlichen Teil von *senkrechten Verwerfungen* durchsetzt ist (Profile zum Exkursionsprogramm 1905 und zur geologischen Vierwaldstättersee Karte 1917). Jedenfalls geht schon aus dieser Darstellung hervor, dass sich die Arvigratklippe in zwei äusserlich verschiedene Gebiete teilen lässt, erstens den *eigentlichen Berggrat* südöstlich der Linie *Dürrenboden-Heitlisboden-Eggialp-Reissmattalp* und zweitens seine *nördlichen Ausläufer*, das Gebiet nordwestlich der angegebenen Linie.

Der erste Teil, *der eigentliche Arvigrat* (vgl. Profile 10 und 11), zeigt einen sehr einfachen Aufbau: eine Sedimentplatte mit 20—40° Neigung nach Norden, die über der Gummenfalte (Drusberg-Decke) auf Flysch gebettet liegt. Im südlichsten Teil besteht sie aus der vollständigen, wenn schon teilweise an Mächtigkeit reduzierten Schichtserie von Trias bis Untermalm. Von Süd nach Nord verschwinden zuerst die Trias, hierauf der Lias unter Schutt und werden, wie dies die Profile andeuten, sehr wahrscheinlich von der Klippenunterlage abgeschnitten. Nördlich *Arvialp* biegen die Echinodermenkalke (Oberdogger-Untermalm) aus der schwach nordfallenden Lage rasch zur Tiefe (Profil 11). Diese *flexurartige Erscheinung* entwickelt sich weiter nordöstlich am *Heitlisboden* zu einer *Schichtknickung* (Profil 10), die schliesslich wahrscheinlich zu einer kleinen Überschiebung wird, da im *Tälchen zwischen P. 1681 und P. 1540* Obermalnkalke unter Echinodermenkalke (Oberdogger-Untermalm) zu fallen scheinen. Nördlich *P. 1540* ist weder von Überschiebung noch von Flexur etwas wahrzunehmen, so dass dieser Störung wohl nur ganz lokale und nebensächliche Bedeutung zuzumessen ist. Als nördliche Fortsetzung der Arvigratplatte darf wohl die in ein Blockfeld aufgelöste *Obermalm- und Kreidemasse zwischen P. 1536 und Kleinächerliboden* angesehen werden.

Das dem eigentlichen Arvigrat nördlich vorgelagerte, fast durchwegs bewaldete *Gebiet des Heitliswaldes* zwischen *Eggialp, Schwendistuh, Schwand* und *Scharti* bietet der Beobachtung erhebliche Schwierigkeiten sowohl durch seine starke Vegetationsbedeckung als durch die zusammenhangslose, zerrissene Beschaffenheit seiner Aufschlüsse, die wohl zum Teil durch *Sackungen* bedingt ist. Immerhin kann mit Sicherheit festgestellt werden, dass bei *Eggialp* süd- oder südwestfallender Unterdogger auf oberem Malm liegt (Profil 12), und dass auch *zwischen Scharti und Eggialp*, etwas *südwestlich P. 1407* die Masse des *Heitlisboden* mit Unterdogger als Basis über Malmkalken

liegt; ferner scheint nordöstlich *Scharti* die Unterkreide von W nach O unter den Dogger hinauszustreichen. Es dürfte also hier eine Überschiebung der eigentlichen Arvigratplatte auf ihre nördliche Fortsetzung stattgefunden zu haben. Diese letztere bildet wieder eine im allgemeinen nordostfallende Scholle, die bei *Schwendiflüh* eine lokale Aufstauchung (Südfallen) zeigt; sie setzt sich aus Dogger-, Malm- und Kreidesteinen zusammen. Ihr nördlicher Fuss ruht auf der flach-nordfallenden

Triasmasse des Feltschlochgebietes. Diese besteht aus einer normalen Serie von Mergeln, Rauhwacke und Gips und erstreckt sich anscheinend ununterbrochen vom Nordfuss des Arvigrates bis zum Westfuss des Stanserhorns. Etwas südlich *Schwand* ist eine wahrscheinlich der Heitlibodenmasse angehörende, aus bunten Mergeln und Gips bestehende Triasscholle auf die liegende Trias überschoben, was auf Profil 10 angedeutet ist.

Das Liasband zwischen *Eggiulp* und *Reissmattalp* ist schon früher als Sackung erklärt worden.

Die kleine *Klippe des Miserengrates* (Profil 7) ist als eine den Arvigrat nach Osten fortsetzende Platte aufzufassen. Auf einer breiten Triasbasis, die aus Dolomit, Mergeln und Rauhwacke besteht, ruht ein schmaler Kamm von 30–40° nord-nordwestfallenden Liasschichten. Die Auflagerung der Trias auf dem Flysch der Unterlage ist bei *Oberalp* im S und im *Dürrenbodenwald* im N sichtbar aufgeschlossen.

Den Sattel der *Eggalpen* zwischen *Arvigrat* und *Miserengrat* bilden wechsellagernd mit Flysch drei übereinanderliegende Triasschuppen, die nach Westen auszuweichen und nach Osten sich mit der Haupttriasmasse des *Miserengrates* zu verschmelzen scheinen. Im *Hinteren Gummen* (Profil 6) streicht die helvetische Unterlage zutage.

II. Gliederung und allgemeine tektonische Lage der zentralschweizerischen Klippen.

Im Gegensatz zur oben erwähnten (S. 57) Zoneneinteilung von *A. Tobler* hat *R. Staub* vor kurzem (79) darauf aufmerksam gemacht, dass das Auftreten der sogenannten *Rämsibreccie* (Lias-Dogger) an den *Mithen* und am *Rotspitz*, d. h. in den nördlichsten Klippen, die Anschauung nahelege, diese Berge in eine der *Zoophycusdoggerzone* nördlich vorgelagerte Zone zu stellen.

Diese neue Auffassung, die einer Bestätigung durch Beobachtungen im Felde harrete, gab mir die Veranlassung, einige Orientierungstouren in den wichtigsten zentralschweizerischen Klippen vorzunehmen. Naturgemäss musste dabei vor allem auf stratigraphischem Wege vorgegangen werden, und erst dann konnte versucht werden, die wenigen tektonischen Zusammenhänge auf Grund zuverlässiger Beobachtung neu zu konstruieren. Abgesehen von der *Gruppe Stanserhorn-Buochserhorn-Arvigrat-Musenalp*, die mir schon genau bekannt war, abgesehen von den *Mithen*, die in vielen Veröffentlichungen Gegenstand eingehender Diskussion waren, boten vor allem die *Giswilerklippen* insofern ein dankbares Feld für derartige Untersuchungen, als sich in ihnen nach den Untersuchungen von *Hugi* und *Niethammer* und nach eigenen Beobachtungen drei stratigraphisch mehr oder weniger scharf getrennte Zonen klar unterscheiden lassen¹⁾:

1. die ostalpine Triasmasse der eigentlichen *Giswilerstücke*. Sie wird von *Jeannet* und *Rabowski* der inneren Randzone der *Préalpes médianes* gleichgestellt und wäre daher als südlichste Ablagerungszone in den Klippen anzusehen;
2. die *Zoophycusdoggerzone* des *Jänzimattberges*. In bezug auf die *Stratigraphie* dieser Zone ist zunächst nachzutragen, dass es mir gelang, am Nordhang des *Jänzimattberges*, im Liegenden

¹⁾ Ich möchte hier nicht verfehlen, darauf aufmerksam zu machen, dass seither das Gebiet der *Giswilerklippen* Gegenstand einer Neuuntersuchung durch Herrn *L. Vonderschmitt*, Basel, geworden ist, deren sehr interessante Ergebnisse in Bälde veröffentlicht werden sollen.

des Zoophycusdoggers, *Lias* und *Trias* zu finden, und zwar besteht der *Lias* nur aus Ober- und Mittellias; der untere *Lias* fehlt anscheinend ganz, denn es ruhen die belemnitenreichen Mittelliaskalke direkt rötiartigen Dolomiten auf. Dies bestimmt mich, das ursprüngliche Ablagerungsgebiet des Jänzimattberges *nördlich desjenigen des Stanserhorns* anzunehmen. Für die *Tektonik* des Jänzimattberges resultiert aus meinen Beobachtungen ferner, dass derselbe nicht, wie bisher allgemein angenommen, als mächtige, nach Süden einstechende Doggermulde aufzufassen ist, sondern dass er aus mindestens *einer nordwärts gerichteten Antiklinale mit südlich anschliessender Mulde* besteht;

3. *die Zone des Rotspitz*; es fehlen hier Rhät und Unterlias; ein dunkelgrauer, kieseliger Spatkalk, den ich am Weg zwischen *Rübihütten* und *Schwander-Unterwengen* fand, dürfte dem Mittellias entsprechen; der Oberlias und Dogger ist zum Teil als wenig mächtiger, harter Mergelkalk, zum Teil als Kalk- und Dolomitbreccie, die der *Rämsibreccie* am *Klein-Mithen* gleicht, ausgebildet. Über dem Malm folgen wenig mächtige Fleckenkalke der Unterkreide und hierauf Couches rouges. Die geringe Mächtigkeit und neritische Facies des Doggers in dieser Zone weisen darauf hin, dass man sich *im Fortschreiten nach Norden immer mehr vom Tiefsten der Sedimentationsmulde der Klippen entfernt*.

Durch Vervollständigung dieser stratigraphischen Einteilung durch Beobachtungen in den *Mithen* bin ich zu folgender, die Anschauung *R. Staub* bestätigender Gliederung der zentralschweizerischen Klippen gekommen:

1. *Innere, südliche Zone: Iberger-Klippen* (p. p.), *Eigentliche Giswilerstöcke*;
= bord interne der Nappe des Préalpes médianes (Spillgarten-Zone);
Charakteristik: Ostalpine Trias; Lias und Dogger fehlen.
2. *Mittelzone:*
 - a. *Klewen, Musenalp, Arvigrat*;
= südlichster Teil der Zône du Dogger à Zoophycus, N. d. Pr. méd.;
Charakteristik: Trias helvetisch-penninisch; Contorta-Schichten wenig mächtig; Unterlias klastisch, Oberlias und Dogger als Zoophycus-Mergelkalke; Neocom-Fleckenkalke;
 - b. *Buochserhorn, Stanserhorn*;
= mittlerer Teil der Zône du Dogger à Zoophycus, N. d. Pr. méd.;
Charakteristik: Trias helv.-penn.; Rhät, Unter- und Mittellias stark entwickelt und fossilreich; Zoophycusdogger; mächtige Neocom-Fleckenkalke;
 - c. *Jänzimattberg*;
Charakteristik: Trias helv.-penn.; Rhät und Unterlias, wenn vorhanden, nur wenig mächtig; fossilreicher Mittellias; Zoophycusdogger.
3. *Äussere, nördliche Zone:*
 - a. *Rotenfluh, Rotspitz*;
Charakteristik: Trias helv.-penn.; Lias nur spurenweise; Dogger kieselig-spätig bis brecciös; Neocom-Fleckenkalke wenig mächtig; Couches rouges;
 - b. *Mithen*;
Charakteristik: Trias helv.-penn.; Lias wahrscheinlich als wenig mächtiger Kieselkalk; Dogger brecciös (Rämsibreccie); Malm klotzig, transgressiv überlagert von Couches rouges.

Zugunsten dieser obigen Zonengliederung möchte ich auch noch auf die spezielleren tektonischen Verhältnisse der Giswiler-Klippen hinweisen. Meiner Auffassung nach folgen sich vom *Jänzimattberg* bis zum *Rotspitz* Schuppe auf Schuppe, von denen die nördlichere immer unter die nächst südliche einsteicht. *Der Jänzimattberg muss als südlichste dieser Schuppen betrachtet werden*, er wird von der *Dogger-Triasschuppe der Möhrliegg* und diese wiederum von den *Kratzern-Schuppen* unterlagert, unter diesen erst liegt der *Rotspitz als nördlichste, in sich selbst wieder geschuppte Masse*. In ähnlicher Weise würde die Aufeinanderfolge der einzelnen Gipfel der Mithengruppe die ursprüngliche Zonenfolge wiedergeben.

Ein Festhalten an der schon längere Zeit behaupteten Annahme, die Schollen Mithen und Rospitz gehörten in die Gegend der Mytilusdoggerzone, führt tektonisch zum Schlusse, dass Rospitz und Mithen nach N über Jänzimattberg, respektiv Rotenfluh hingebeschoben worden seien: Eine Annahme, für die tektonische Beweise noch nicht erbracht worden sind.

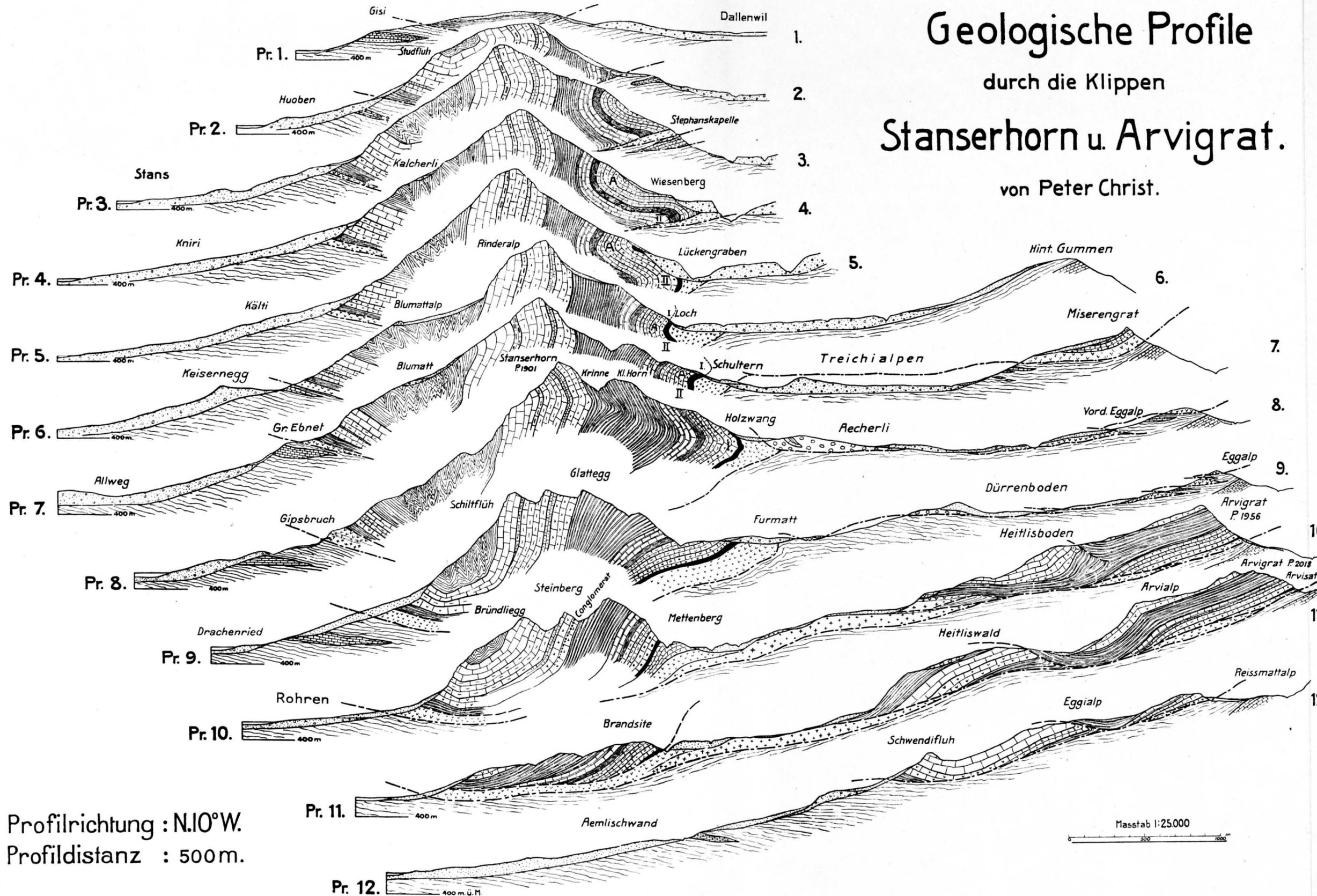
Ob diese ganze Reihe von Zonen, die alle zur Klippendecke zu zählen sind, mit ihrem nördlichen Rande an das Sedimentationsgebiet der Brecciendecke anstösst, wie das *R. Staub* annimmt, oder ob die Brecciendecke einst südlich und darüber gelegen hat, wie das neuerdings *J. Cadisch* (89) zu beweisen sucht, lässt sich im Gebiet der zentralschweizerischen Klippen nicht entscheiden; immerhin stimmt die zunehmende brecciöse Ausbildung des Doggers nach N eher mit der ersten Anschauung überein.

III. Zusammenfassung.

Ein Überblick über die Struktur und Lagerung sämtlicher zentralschweizerischer Klippen, aus denen wir im Stanserhorn und Arvigrat zwei charakteristische Beispiele herausgegriffen haben, zeigt überall eine mehr oder weniger zusammenhangslose Schollennatur; Stanserhorn-Buochserhorn bilden mit ihrem Muldenbau hiervon zwar eine scheinbare Ausnahme; allein schon mit den nächstliegenden Klippen Arvigrat-Musenalp besteht kein direkter Zusammenhang mehr. Dadurch wird die Annahme Argands, dass es sich in diesen Klippen nicht um Reste einer früher über die ganzen Alpen ausgedehnten Klippendecke, sondern um von der Wurzel abgerissene und passiv nordwärts verfrachtete Einzelschubmassen handelt, wahrscheinlich gemacht.



Geologische Profile durch die Klippen Stanserhorn u. Arvigrat. von Peter Christ.



Profilrichtung : N.10°W.
Profildistanz : 500m.

Masstab 1:25.000

Legende:

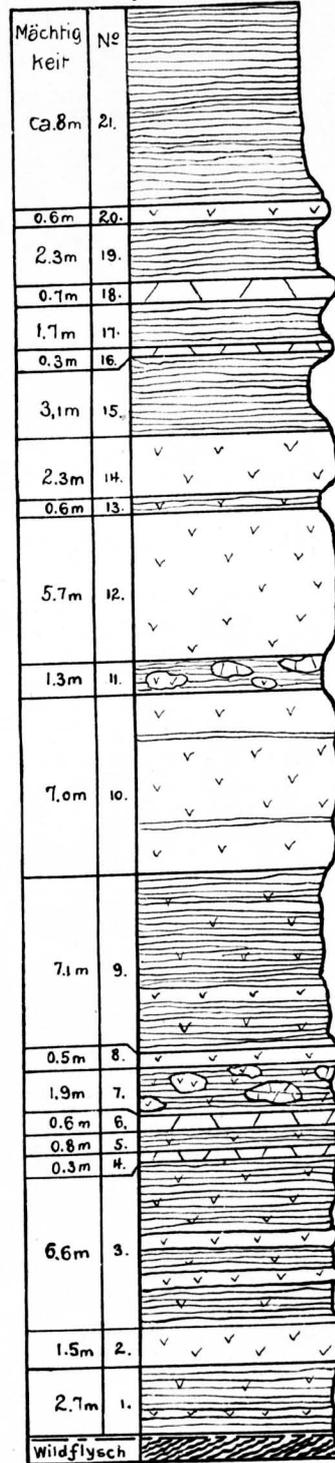
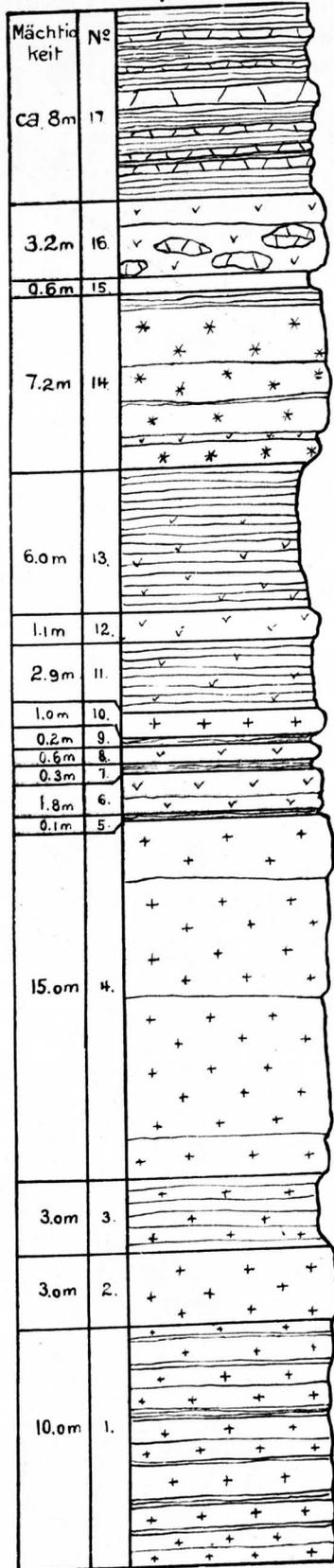
- Quartaer**
 - Alluvium
 - Schutt
 - Moraene
- Klippenunterlage**
 - Wildflysch mit verschürften Fetzen von Wang-Sch. & Nummulitenkalken
 - Wang-Sch. d. Drusberg-Decke
- Klippensedimente**
 - Unt. Kreide
 - Ob. Malm
 - Argovien
 - Unt. Malm
 - Callovien (Pflanzensandkalk)
 - Ob. Dogger (am Arvigrat)
 - Mittel u. unt. Dogger
 - Ob. Lias allg.
 - Toarcien-Schiefer
 - Mittl. Lias
 - Sinémurien
 - Hettangien
 - Rhaet
 - Trias
 - Dolomit
 - Rauhwacke
 - Gips
- Ueberschiebungsfläche der Klippen
- Lokale Ueberschiebungen in den Klippen
- Sackungspakete

Stratigraphische Profile der Trias

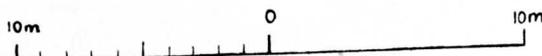
am Nordfuss des Stanserhorns

Profil im Gipsbruch Rohren

Profil im Wasserplattengraben



Masstab 1:300

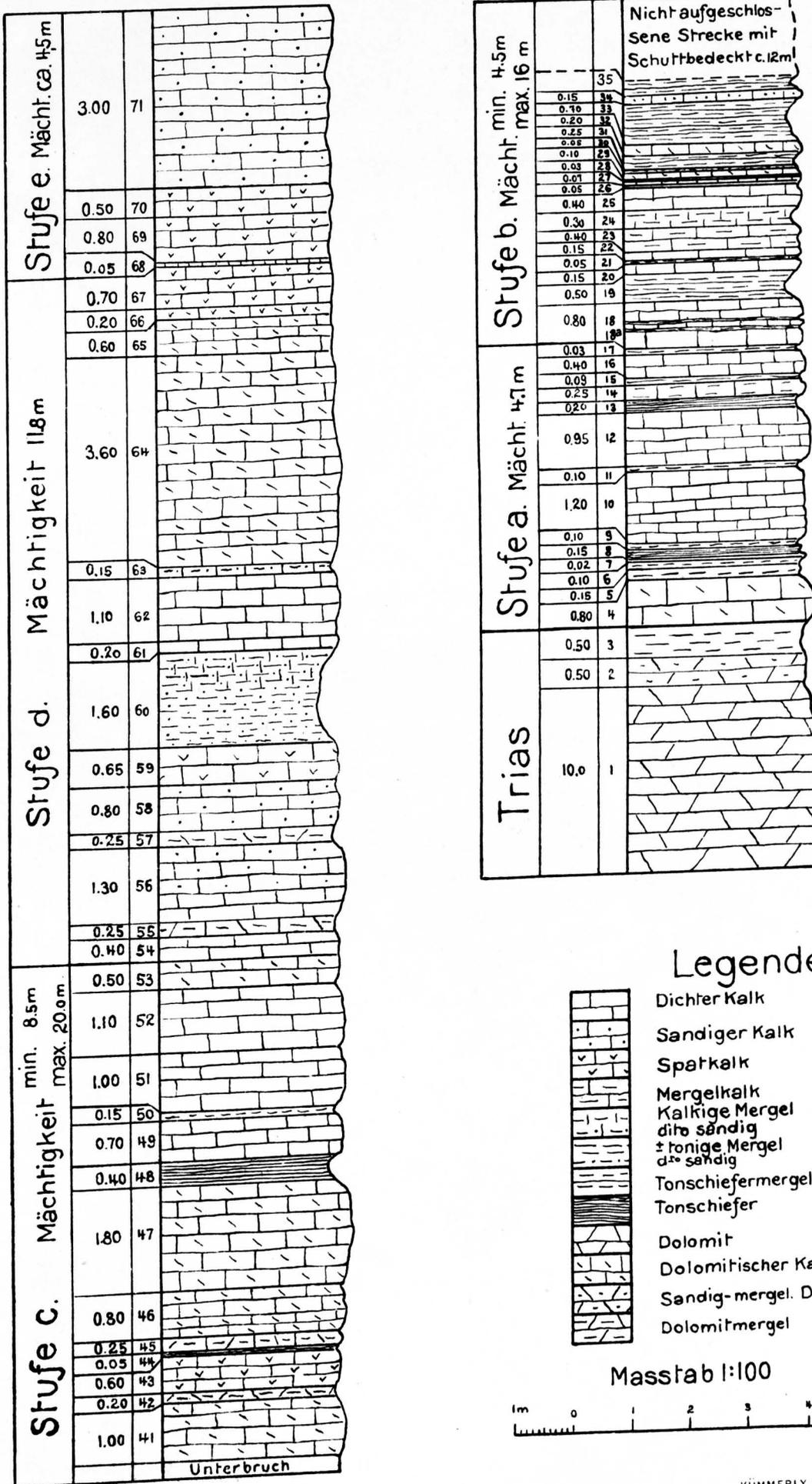


Legende

- Dolomit
- Rauhwanke
- Mergel
- Roter Gips
- Weisser Gips

Stratigraphisches Profil des Rhät

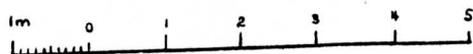
im Lückengraben westlich Wiesenberg



Legende

-  Dichter Kalk
-  Sandiger Kalk
-  Spatkalk
-  Mergelkalk
-  Kalkige Mergel
-  d. s. Mergel
-  t. Mergel
-  d. s. Mergel
-  Tonschiefermergel
-  Tonschiefer
-  Dolomit
-  Dolomitfischer Kalk
-  Sandig-mergel. Dolomit
-  Dolomitmergel

Masstab 1:100



Stratigraphische Profile des Lias am Stanserhorn

Fig. 1.

Profil im Brandgraben

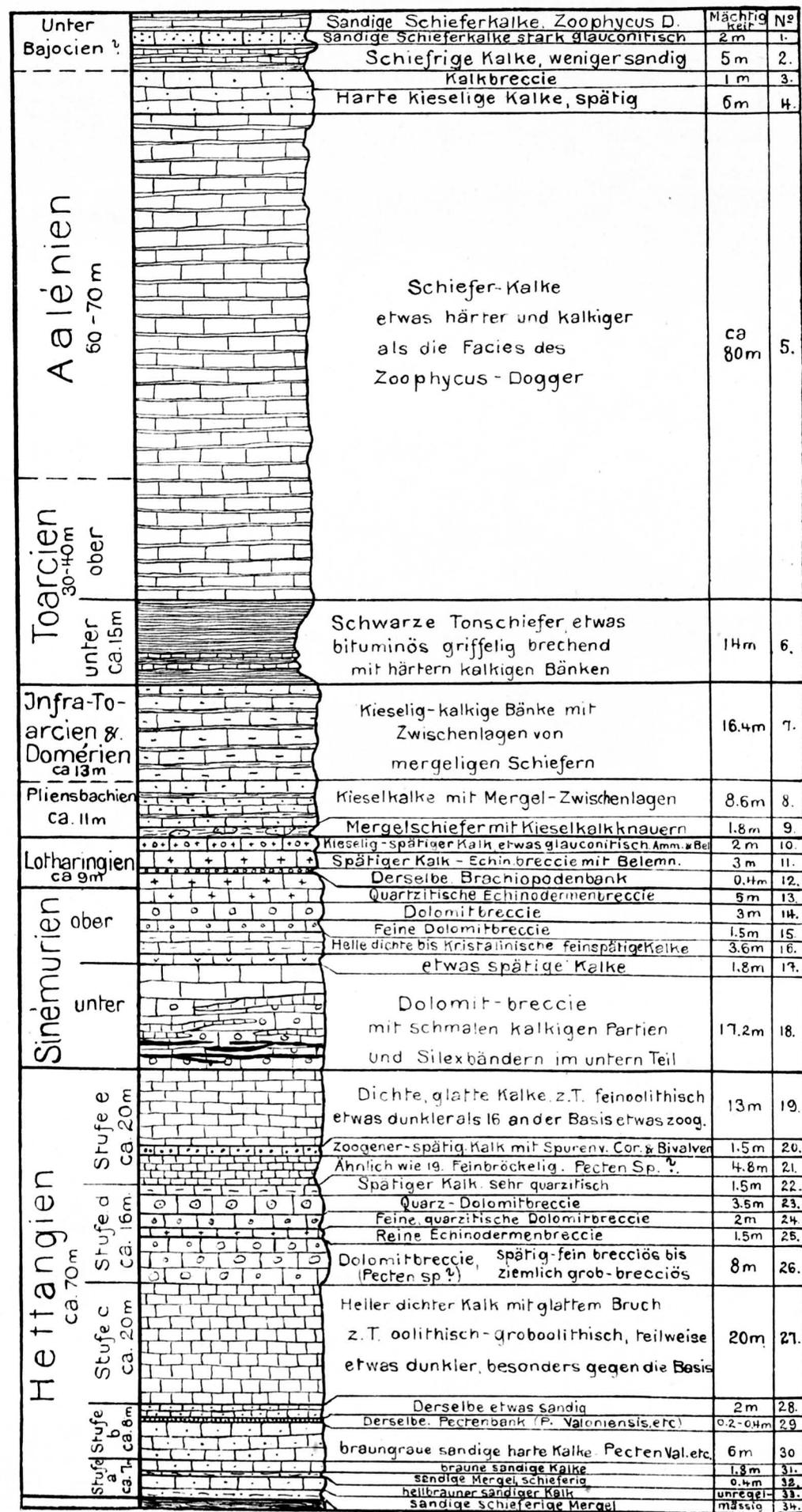
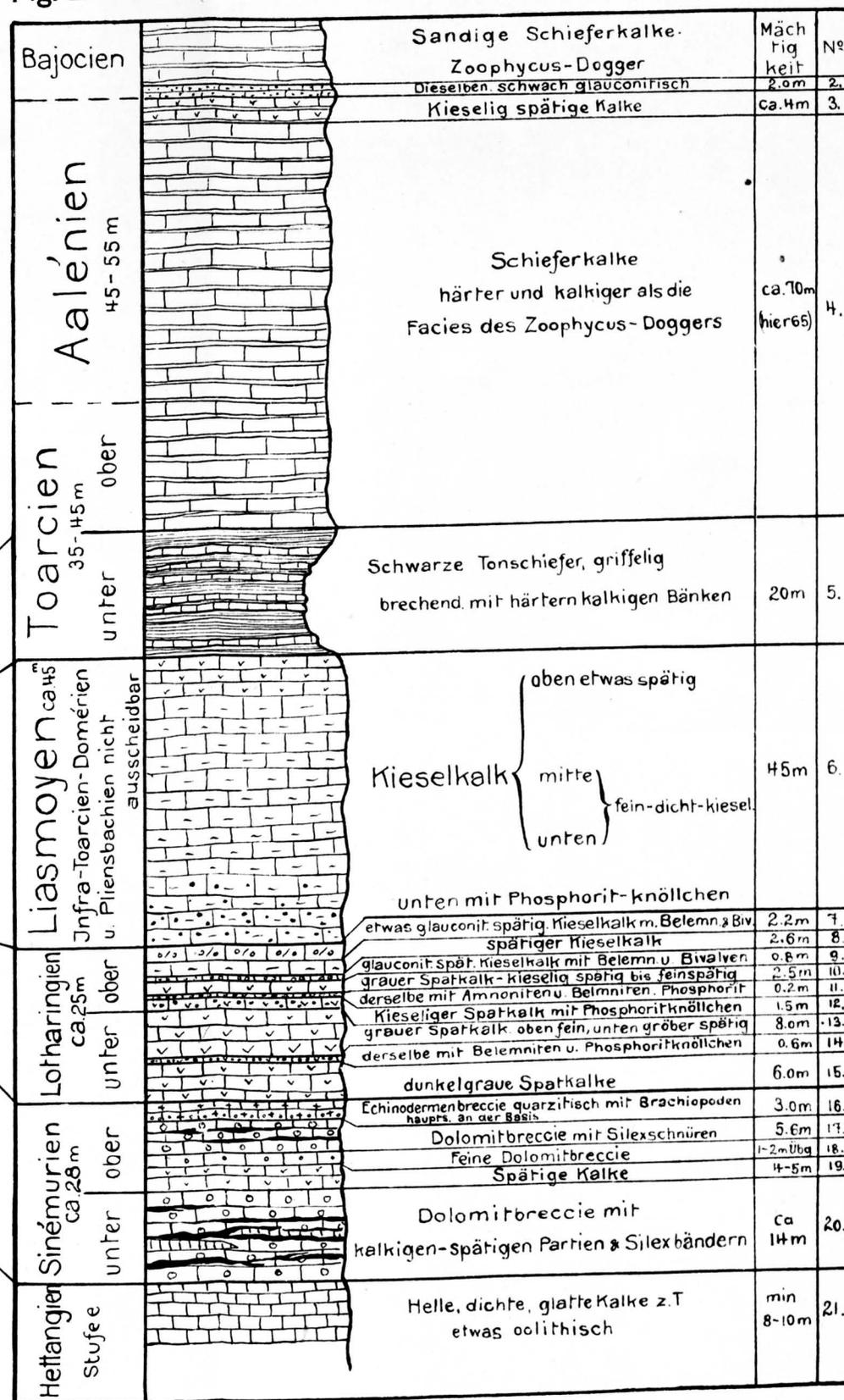
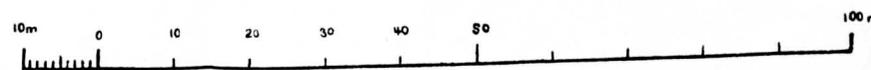


Fig. 2.

Profil im Loch- und Schwandgraben



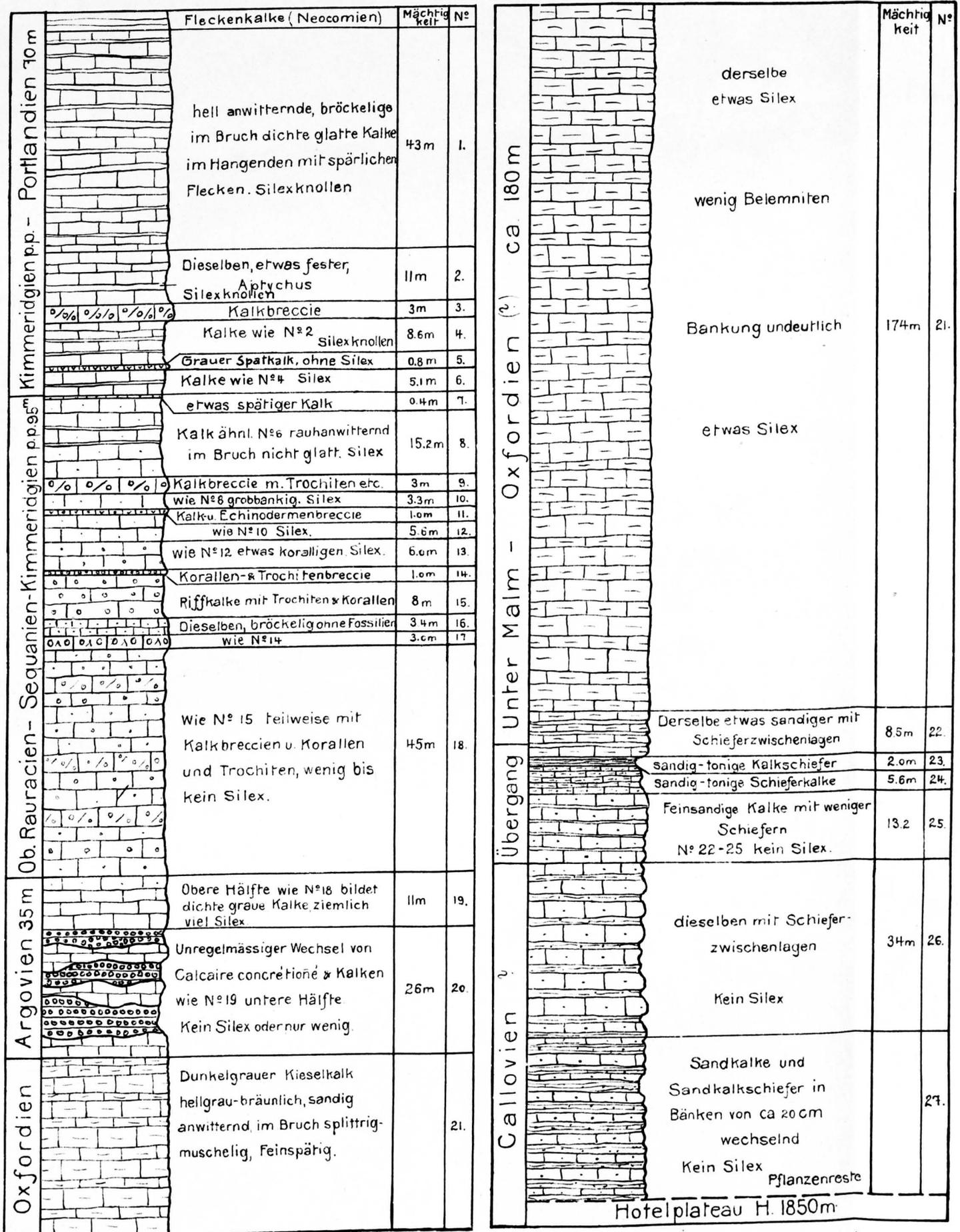
Masstab 1:1000



Stratigraphisches Profil des Malm

im Bahntracé unterhalb Hotel Stanserhorn

Masstab 1:1000



NB. Das Profil ist in verkehrt gelagerter Serie gemessen, sodass die tiefsten Horizonte topogr. zu oberst liegen.