

Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft in Bern
Band: 22 (1964)

Artikel: Geologische Untersuchungen in der miozänen Molasse des Blasenfluhgebietes (Emmental, Kt. Bern)
Autor: Della Valle, Gianni
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-319525>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 22.01.2026

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

Geologische Untersuchungen in der miozänen Molasse des Blasenfluhgebietes (Emmental, Kt. Bern)

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	89
1 Einleitung	91
11 Geographische Umgrenzung	91
12 Problemstellung	92
2 Molasse	92
21 Bisherige Untersuchungen	92
22 Stratigraphie	96
221 Einleitung	96
222 Niedermattschichten	98
2221 Lithostratigraphie	98
a) Typokalität und Typusprofil	98
Makroskopische Beschreibung	98
Schwermineralien	100
Granulometrische Verteilung	103
Leichtmineralien und Karbonatgehalt	104
b) Riedbergprofil	106
Makroskopische Beschreibung	108
Schwermineralien	110
Granulometrische Verteilung	110
Leichtmineralien und Karbonatgehalt	110
c) Blindenbachprofil	112
Makroskopische Beschreibung	113
Schwermineralien	113
Granulometrische Verteilung	113
Leichtmineralien und Karbonatgehalt	113
2222 Fossilinhalt der Niedermattschichten im Untersuchungsgebiet	114
a) Fossilfundstellen aus der Literatur	114
b) Neuentdeckte Fossilfundstellen	116

2223	Fossilfundstellen im Helvétien s.l.	
	(inklusive Niedermattschichten) in den Nachbargebieten	117
223	Hundschüpfenschichten	122
2231	Lithostratigraphie	122
	a) Typokalität und Typusprofil	122
	Makroskopische Beschreibung	122
	Schwermineralien	126
	Granulometrische Verteilung	126
	Leichtmineralien und Karbonatgehalt	126
	b) Riedbergprofil	127
	Makroskopische Beschreibung	127
	Schwermineralien	127
	Granulometrische Verteilung	127
	Leichtmineralien und Karbonatgehalt	127
	c) Blindenbachprofil	127
	Makroskopische Beschreibung	127
	Schwermineralien	128
	Granulometrische Verteilung	128
	Leichtmineralien und Karbonatgehalt	128
2232	Fossilinhalt der Hundschüpfenschichten im Untersuchungsgebiet	129
	a) Fossilfundstellen aus der Literatur	129
	b) Neuentdeckte Fossilfundstellen	129
2233	Fossilfundstellen im ? Tortonien (inklusive Hundschüpfenschichten) und in tiefer liegenden Teilen der Oberen Süßwassermolasse in den Nachbargebieten	131
224	Ergebnisse der lithologischen und sedimentpetrographischen Untersuchungen	134
225	Chronostratigraphie	135
2251	Niedermattschichten	135
2252	Hundschüpfenschichten	138
23	Tektonik	140
24	Stratigraphische Beziehungen zu den Nachbargebieten	141
241	Napfgebiet	141
242	Anschluß nach Norden	144
25	Sedimentpetrographische Beziehungen zum Belpberg-, Längenberg- und Guggisberggebiet	144
251	Chronostratigraphische Gliederung	144
252	Makroskopischer Vergleich	146
253	Sedimentpetrographischer Vergleich	148
2531	Schwermineralien	148
2532	Granulometrische Verteilung	154
2533	Leichtmineralien und Karbonatgehalt	156

3 Quartär	158
31 Bisherige Untersuchungen	158
32 Pleistozän	166
321 ? Präriß	166
322 ? Riß-Eiszeit	169
323 ? Riß-Würm-Interglazial	170
324 Würm-Eiszeit	170
325 Spätwürm und Postglazial	170
4 Zusammenfassung	172
Verzeichnis der Figuren, Tabellen und der Tafel	176
Literaturverzeichnis	178

Vorwort

Die vorliegende Arbeit wurde im Herbst 1960 auf Anregung von Herrn Prof. Dr. R. F. RUTSCH in Angriff genommen. Ende Sommer 1962 war die Kartierung meines Arbeitsgebietes abgeschlossen, so daß mit den Laboratoriumsuntersuchungen begonnen werden konnte. Diese führten mich vom Mai bis Juli 1963 auch nach Wietze in das Laboratorium der DEA (Deutsche Erdöl AG).

Es ist mir ein aufrichtiges Bedürfnis, an dieser Stelle allen meinen verehrten Lehrern und lieben Kollegen zu danken, die mir bei der Entstehung dieser Dissertation behilflich waren.

Herr Prof. Dr. R. F. RUTSCH hat mir nicht nur das Thema der Dissertation gegeben, sondern war mir während der ganzen Durchführung ein stets anregender und hilfsbereiter Leiter und Förderer. Seine dauernde aktive Anteilnahme und seine nie erlahmende Begeisterung für alle auftauchenden Probleme bildeten den Grundstein meiner Arbeit.

Dem freundlichen Entgegenkommen von Herrn Prof. Dr. F. E. HECHT, dem Chefgeologen der DEA, verdanke ich das Praktikum in Wietze, wo mich Herr Dr. W. ZIMMERLE in uneigennütziger Weise mit den sedimentpetrographischen Arbeitsmethoden vertraut machte und mir auch später bei vielen Gelegenheiten beratend zur Seite stand. Dieser für meine Arbeit so wichtige Aufenthalt wurde mir durch ein Stipendium des Rotary Clubs Bern ermöglicht.

Die Direktoren des geologischen Instituts, zuerst Herr Prof. Dr. J. CADISCH, nachher Herr Prof. Dr. W. K. NABHOLZ, haben mir in großzügiger Weise die Mittel ihres Institutes zur Verfügung gestellt und mir die Benützung aller Laboratoriumseinrichtungen gestattet.

Für die Bestimmungen von erratischen Blöcken und für manchen wertvollen Ratschlag durfte ich Herrn Prof. Dr. TH. HÜGI bemühen, während mir Herr PD Dr. R. HANTKE (Zürich) die Pflanzenfunde und Herr Dr. H. OERTLI (Paux, Frankreich) die Mikrofossilien bestimmte.

Meinem Kollegen Dr. A. MATTER verdanke ich die erste Einführung in die sedimentpetrographischen Arbeitsmethoden und Herrn Dr. O. HERING (DEA, Wietze) in die Grundlagen der Röntgenographie.

Herr Dr. H. RIEDWIL vom Institut für mathematische Statistik der Universität Bern half mir bei der statistischen Auswertung meiner Resultate, und Herr Konservator Dr. H. A. STALDER erlaubte mir die Benützung der Sammlungen des Naturhistorischen Museums in Bern.

Im Rahmen seiner paläontologischen Untersuchungen über die Land- und Süßwasser-Gastropoden aus der Molasse zwischen Napf und Gurnigel bearbeitete mein Studienkamerad Dr. R. BLAU die Gastropoden, die ich in meinem Arbeitsgebiet fand.

Zahlreichen Diskussionen mit meinen Kollegen Dr. R. BLAU und H. THALMANN, die mich auch im Felde unterstützten, verdanke ich manche Anregung. Auch meinen Kollegen vom mineralogischen Institut, Dr. T. J. PETERS, Dr. S. GRAESER, A. ARNOLD, A. STECK und H. WÜTHRICH, und vom geologischen Institut, Dr. CH. HÄFELI, U. GASSER, H. LÜTHI, K. MEYER und F. SCHERER, sowie R. GIOVANOLI vom chemischen Institut der Universität Bern, bin ich für ihre stete kameradschaftliche Hilfe dankbar.

Bei den verschiedensten Laboratoriumsarbeiten waren mir die Herren E. LACK und A. SOMMER vom geologischen Institut, H. HUBER und K. KÜPFER vom mineralogischen Institut eine unentbehrliche Hilfe.

Mein größter Dank gebührt meiner Frau, die mir aufopfernd und nie verzagend zur Seite stand und mir im Felde als auch im Laboratorium assistierte: ich möchte ihr diese Arbeit widmen.

1 Einleitung

11 Geographische Umgrenzung

Das Untersuchungsgebiet liegt im mittleren Emmental (siehe Textfigur 1). Es ist umgrenzt im Westen durch den westlichen Kartenrand der Landeskarte 1 : 25 000, Blatt 1168 Langnau i.E., im Norden und im Osten durch die Emme, im Süden durch die Straße Zäziwil—Signau—Schüpbach.

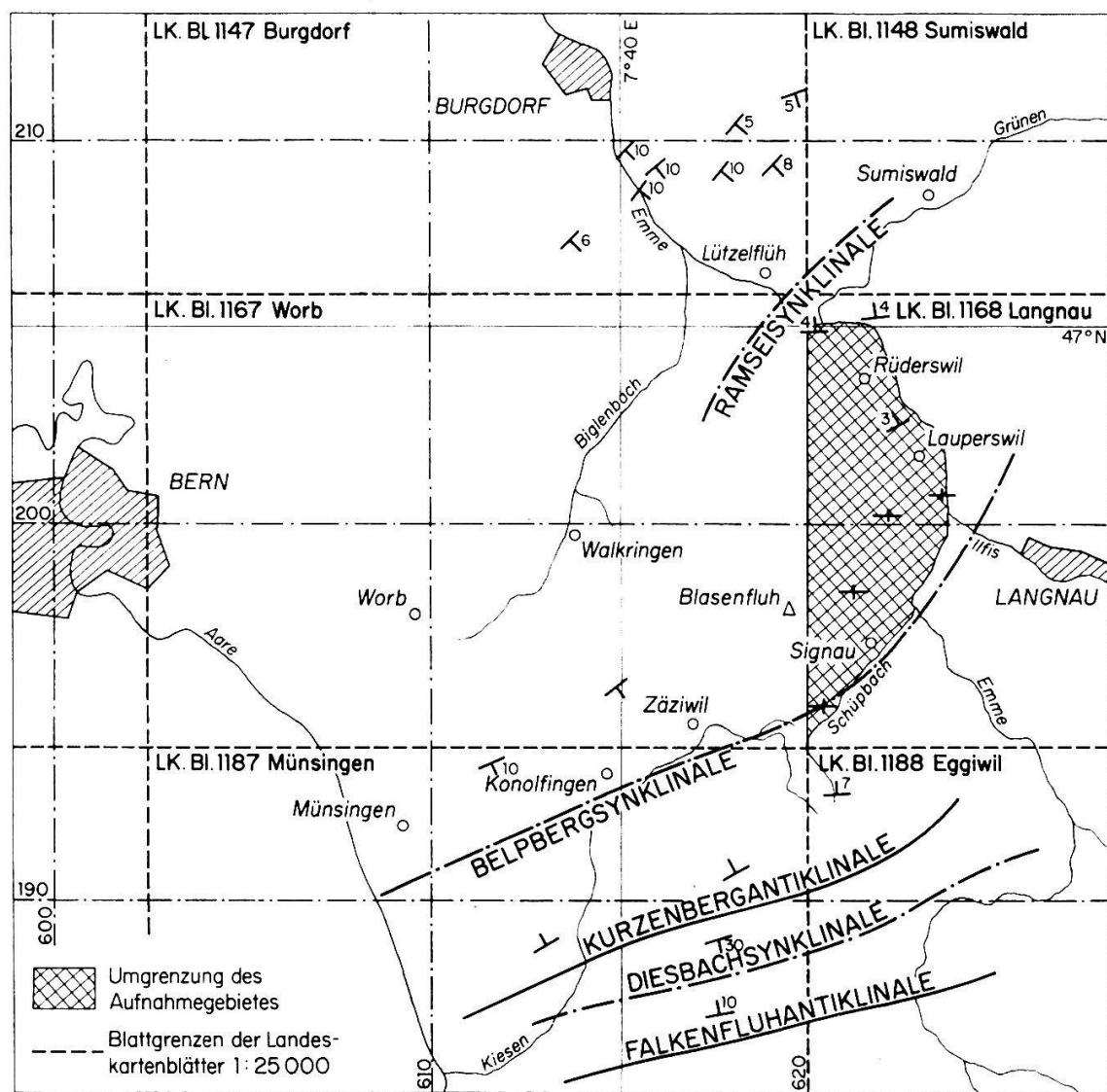


Fig. 1 Lage des Aufnahmegebietes, tektonische Übersicht

12 **Problemstellung**

Zweck der Arbeit war vorerst die detaillierte geologische Aufnahme des oben erwähnten Gebietes im Maßstab 1 : 10 000 (Fotomechanische Reproduktion der Korrektostatfolie 1 : 10 000 der Eidgenössischen Landestopographie), wobei sich als Problem vor allem die Abtrennung zwischen Oberer Meeresmolasse und Oberer Süßwassermolasse stellte. Dabei sollte namentlich die Frage abgeklärt werden, inwieweit ein Zusammenhang zwischen der biostratigraphischen und der sedimentpetrographischen Gliederung der Molasseschichten vorhanden ist. Zu diesem Zwecke wurden einerseits der Mega- und Mikrofossilieninhalt möglichst vollständig erfaßt, andererseits eine detaillierte sedimentpetrographische Erfassung der im Arbeitsgebiet aufgeschlossenen Sandsteine angestrebt. Vergleichsweise wurden auch Sedimente der Nachbargebiete einbezogen. Da im Osten des Napfes eine ähnliche Arbeit durch meinen Studienkameraden, Dr. A. MATTER, ausgeführt worden ist, Vergleichsmöglichkeiten also vorhanden waren, dehnte ich meine Untersuchungen nach Westen zum Belpberg-, Längenberg- und Guggisberggebiet aus. Im Vordergrund stand dabei ein Vergleich mit dem Guggisberger-Schuttfächer. Außerdem wurde versucht, die Tektonik der Molasse im Untersuchungsgebiet abzuklären und die Quartärablagerungen zu gliedern und zu datieren.

2 **Molasse**

21 **Bisherige Untersuchungen**

Die ersten Beobachtungen über die Molasse des Blasenfluhgebietes stammen von STUDER. Er beschreibt (1825: 136) Aufschlüsse von der Ostseite der Blasenfluh, wobei ihm auffällt, daß häufig zerstreute Gerölle oder dünne Geröllschnüre in den Sandsteinen auftreten, und die mächtigeren Konglomeratlagen allmählich in die Sandsteine im Liegenden und Hangenden übergehen. In der Nagelfluh findet er unter anderem «Alpenkalk», «Alpengrauwacke», weißen Quarz und bunte Granite. Angaben über Alter und Fazies dieser Molasseschichten fehlen.

In der «Carte Géologique de la Suisse» (1853) von STUDER und ESCHER VON DER LINTH ist die Molasse des Blasenfluhgebietes der Oberen Süßwassermolasse zugewiesen, wobei im Gebiet des Blasenfluhgipfels (Hundschüpfen) Kalknagelfluh ausgeschieden wird.

1872 entdeckt FANKHAUSER (1872: 163) am Riedberg nördlich Signau marine Fossilien. Er beschreibt ein Profil in der Nähe von Emmenmatt, dessen oberer Teil mit seinen grauen, grobkörnigen Sandsteinen auffallend an den marin Sandstein von Ostermundigen und der Stockeren erinnere und daher die Vermutung aufkommen lasse, es sei ebenfalls marin. Die Fossilfunde des obersten Profilgliedes bestätigen diese Annahme:

1. Zähne von *Lamna cuspidata*
2. Ein Wirbel von *Lamna*
3. Kleinere Fischwirbel
4. Fischschuppen
5. Ein Fragment einer Koralle

In einer tiefer liegenden Sandsteinschicht desselben Profils entdeckte er außerdem folgende Fossilien:

1. *Lamna cuspidata*
2. *Zygodates Studeri AG*
3. Kleinere Fischwirbel
4. Kopfknochen eines Fisches
5. Eine *Ostrea* (schlecht erhalten)
6. Pflanzliche Überreste, nicht bestimmbar.

Dagegen glaubt FANKHAUSER, auf Grund von Pflanzenfunden bei der Ilfisbrücke zwischen Langnau und Ilfis, bereits in diesem Gebiet Untere Süßwassermolasse annehmen zu dürfen, welche die Basis des Riedberges bilde.

Bei Lauperswil findet FANKHAUSER (1872: 168) unter dem Sockel der Wartburg denselben Sandstein wie in der oberen Region des Riedbergprofils.

Unterhalb der Burgruine entdeckte er einen *Lamnazzahn* und unmittelbar daneben eine mittelgroße *Helix*, und er vermutet deshalb, das Meeressufer sei nicht weit entfernt gewesen. Im Niedermattgraben, am Fuße des Hundschüpfen, fand FANKHAUSER (1872: 171) in einem graublauen Mergelsandstein ebenfalls einen Zahn von *Lamna cuspidata*.

Er nimmt an, das Ufer des miocaenen Meeres habe einen ähnlichen Bogen beschrieben wie heute das Tal der Emme zwischen Schüpbach und Lauperswil.

1872 bespricht KAUFMANN beiläufig die stratigraphische Stellung der Molasse unseres Gebietes. Er stellt (1872: 321) fest, daß bei Signau die hier horizontale «petrefaktenführende marine Bernermolasse» über den Luzernerschichten liege und daher jünger als diese sei.

Die nächsten Angaben über die Geologie des Blasenfluhgebietes stammen wiederum von KAUFMANN (1886: 472). Er zeichnet ein Profil durch die Anhöhe des Signauschlosses, wo er Muschelsandsteinfazies feststellt.

Die Nagelfluh konzentriere sich auf zwei je 20 m mächtige Bänder, das eine auf etwa 800, das andere auf etwa 900 m Höhe. Längs der Straße Signau—Sängeli—Reinsberg trete derselbe Sandstein auf wie bei der Ruine des Schlosses Signau. Hier gelang es ihm, einen *Lamna*-Zahn zu finden.

Die Meeresmolasse bei Signau wird dem Obermiocaen, speziell den Aargauerschichten zugewiesen und als marines Äquivalent der Oeningerschichten aufgefaßt; sie wäre also jünger als die marinen St. Galler-schichten und die limnischen Rotseeschichten.

In Blatt XIII der geologischen Karte der Schweiz 1 : 100 000 (1887) unterscheidet KAUFMANN im Blasenfluhgebiet Muschelsandstein und Obere Süßwassermolasse mit nach Süden an Zahl zunehmenden Nagelfluhbänken.

In seiner Übersicht über die Nagelfluh der Schweiz erwähnt FRÜH (1887: 104) die Nagelfluh der Ofenegg und des Hundschüpfen. Er teilt sie, wie KAUFMANN, den obermiocaenen Aargauerschichten zu, als Delta innerhalb derselben. Im übrigen zitiert er KAUFMANN.

KISSLING untersucht 1902 beide Ufer der Emme, stellt stratigraphische Profile in verschiedenen Seitengräben der Ilfis und der Emme auf und kommt zum Schluß (1902: 101), KAUFMANNs Auffassung eines seitlichen Überganges der Oberen Süßwassermolasse in die marine Molasse sei, wenigstens für den Westrand der Karte XIII Interlaken—Sarnen 1 : 100 000, nicht zutreffend. Er postuliert richtigerweise ein Unterteufen der Oberen Süßwassermolasse durch die Meeresmolasse. Dieselbe Auffassung vertritt er 1903: 62 in seiner Arbeit: «Die schweizerischen Molassekohlen westlich der Reuß».

ARBENZ untersucht 1925 die Grundwasserverhältnisse des mittleren Emmentals. Dabei stellt er (1925: 4) in der Molasse eine Wechsellage-rung von Nagelfluhbänken mit sandigen Mergeln, Mergeln und Sandstei-

nen fest, wobei die Nagelfluhbänke gegen Süden überhandnähmen. Sie erreichen südlich Schüpbach eine Mächtigkeit von je 20—40 m.

Die Molasse bilde im mittleren und oberen Emmental eine breite, flache Mulde. (Vermutlich nimmt ARBENZ eine west-östlich verlaufende Muldenachse an.) Südlich Schüpbach mißt ARBENZ ein Nordwest- bis Westnordwest-Fallen von 5—6°, im mittleren Emmental eine horizontale Lagerung, bei Burgdorf ein Südost-Fallen. Der Boden der Mulde werde durch das mittlere Emmental durchquert.

Das genauere Alter der Molasse im mittleren Emmental betrachtet ARBENZ (1925: 4) als noch nicht völlig zuverlässig bestimmt. Bei Signau und westlich Signau nimmt er, wie FANKHAUSER und KAUFMANN, marine Molasse an.

RUTSCH (1928: 59) stellt im Blasenfluhgebiet die Fortsetzung der von ihm am Belpberg untersuchten Belpbergschichten fest. Folgende von ihm besuchte Aufschlüsse geben über den Verlauf der Belpbergschichten Auskunft:

Bei Signauschloß findet er nordöstlich der Ruine in 830 m Höhe einen marinen Sandstein mit vielen Mergellinsen. Darin entdeckt er «mehrere Haifischwirbel und Fischschuppen. Höher über diesem Aufschluß findet man westlich P.860 in 855 m einen mittelkörnigen Sandstein und darin eine etwa 1 dm mächtige Linse dunkelgrünen, fetten Mergels mit Pflanzenhäcksel und ziemlich häufig Land- oder Süßwasserschnecken mit gut erhaltener Schale.

Den gleichen marinen Sandstein wie bei Signauschloß trifft man auch an der Straße, die vom Sängelihubel gegen Unter-Reinsberg führt, in 800 und 835 m».

An derselben Straße wurde in einem glimmerreichen Sandstein «*Phragmites spec. Rhizom*» gefunden.

In den südlichen Abhängen des Tales Konolfingen—Signau fallen die Schichten schwach nach Nordwesten. Dem zufolge könnten nördlich dieses Tales nur die Belpbergschichten oder jüngere Serien auftreten, daher faßt RUTSCH (1928: 60) die marinen Schichten von Signauschloß, Reinsberg und Riedberg als die nördliche Fortsetzung der Belpbergschichten auf. Dagegen scheint ihm die stratigraphische Stellung der Land- oder Süßwasserschnecken von Signauschloß und die Phragmitesreste von Reinsberg als unabgeklärt. Er (1928: 168) gibt ein Bild der Tektonik unseres Gebietes, indem er die Belpbergsynklinale nach Osten verfolgt. Der Südschenkel dieser Synklinale ziehe vom Kurzenberg gegen das Quertal des Emmentals. Im Südhang des Talzuges Zäziwil—Signau—Emmenmatt

verflache sich das Nordwest-Fallen dieses Südschenkels. Dort, wo wir den Nordschenkel der Belpbergsynklinale mit einem Südost-Fallen erwarten würden, d. h. im Nordhang des Talzuges Zäziwil—Signau—Emmenmatt, setze eine Zone horizontaler Schichtlagerung ein, und das Südost-Fallen des Nordschenkels finde sich erst in der Gegend von Affoltern, Eriswil, Willisau. RUTSCH bestätigt damit das von ARBENZ (1925) gezeichnete tektonische Bild.

Demnach würde unser Gebiet (Blasenfluh, Emmenquerprofil von Emmenmatt, Lauperswil bis Rüderswil) den Boden einer großen Mulde bilden, die ihre Fortsetzung in den Napf findet.

Die nächsten Aufzeichnungen über das Blasenfluhgebiet finden wir bei LIECHTI. Er schließt sich (1928: 21) der Meinung RUTSCHS an, wonach die marinen Lokalitäten von Schüpbach, Riedberg usw. der Meeresmolasse angehören und das Liegende der oberen Süßwassermolasse bilden.

SCHUPPLI begnügt sich, in seiner Arbeit «Erdölgeologische Untersuchungen in der Schweiz», IV. Teil (1952: 40) auf die Arbeiten KAUFMANNs (1886) und LIECHTIS (1928) zu verweisen.

22 *Stratigraphie*

221 *Einleitung*

Ausgangspunkt für die Gliederung der Molasse zwischen Aaretal und Emmental ist die Helvétien-Schichtfolge am Längenberg (Stratotyp des Helvétien: Imihubel) mit ihren stratigraphischen Leithorizonten, die vom Aaretal nach Osten bis ins Gebiet des Kurzenbergs nachweisbar sind (RUTSCH 1928, 1958; RUTSCH, DROGER, OERTLI 1958). Diese Schichtfolge fällt südlich des Kiesentals schwach nach Nordwesten.

Aus dem nördlich angrenzenden Blasenfluhgebiet waren bis heute keine Fossilfunde bekannt, außer den Fossilfunden FANKHAUSERs (1872: 163, 171) am Riedberg und am Fuße des Hundschüpfen bei Signau, KAUFMANNs (1886: 472), RUTSCHs (1928: 59), STEINER-BALTZERS *Mastodonfund* (GERBER 1930: 16) am Signauschloß, denjenigen GERBERS beim Metzgerhüsi bei Walkringen (613.470/198.080/710) und im Schwendeligraben bei Signau (620.560/198.325/860) (unveröffentlichte Karte im Naturhistorischen Museum Bern), sowie der von STUDER (1853: 282) entdeckten Fundstellen bei Walkringen.

Die Frage, wo im Blasenfluhgebiet die Grenze Obere Meeresmolasse—Obere Süßwassermolasse zu ziehen sei, war noch völlig offen. Es ist nun gelungen, im Gebiet zwischen Kiesen, Biglenbach und Emme eine ganze Reihe neuer Fossilfundstellen zu entdecken, die teils marine und brackische, teils limnische bis fluvioterristische Fazies verraten. Dies ermöglicht, die lithostratigraphischen Profile auch biostratigraphisch zu gliedern und teilweise auch zu korrelieren. Dabei hat sich gezeigt, daß zwei lithostratigraphische Einheiten ausgeschieden werden können: die Niedermattschichten im Liegenden und die Hundschüpfenschichten im Hangenden.

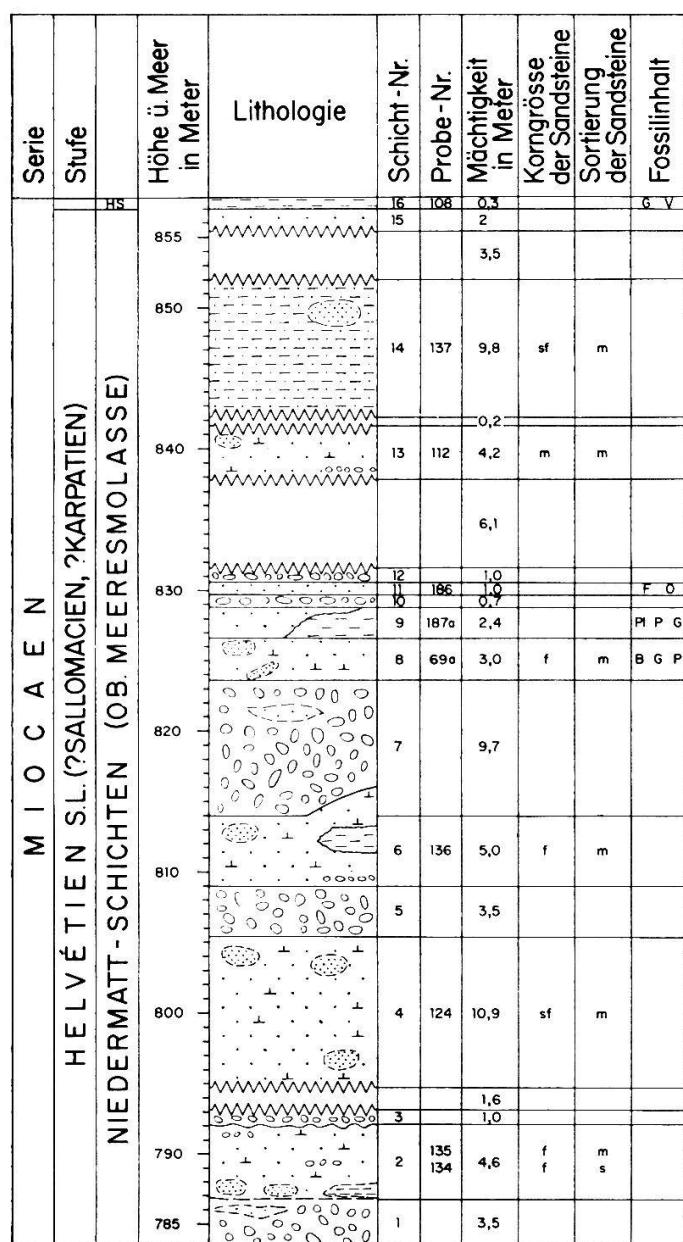
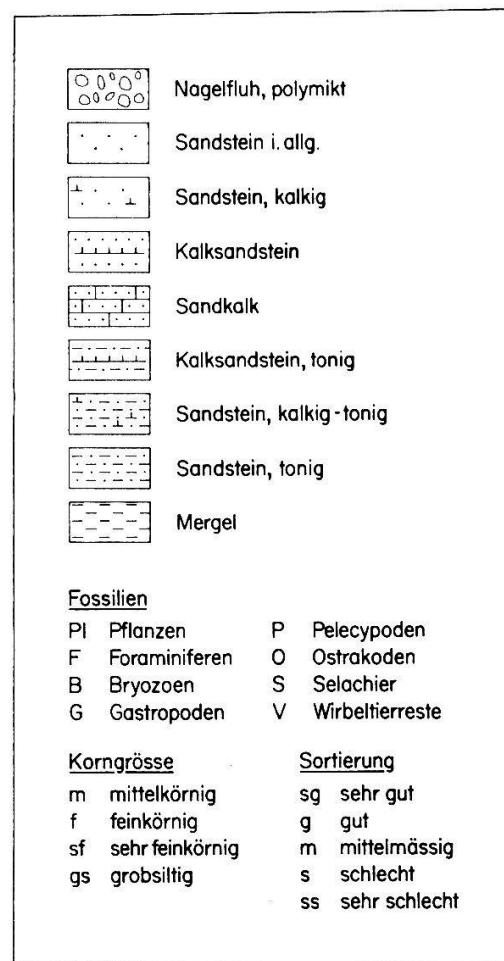


Fig. 2 Stratigraphisches Profil (Typusprofil) der Niedermattschichten



222 *Niedermattschichten*

2221 Lithostratigraphie

a) Typlokalität und Typusprofil

Typlokalität der Niedermattschichten ist der Niedermattgraben nördlich Signau (Koord. [620.880/198.490/785] bis [620.750/198.730/850]). Als Obergrenze der Niedermattschichten wird die Basis von Schicht 16, Figur 2, gewählt. Da die Untergrenze in meinem Untersuchungsgebiet nicht festgelegt werden kann, bleibt der Begriff Niedermattschichten vorläufig informell.

Das Typusprofil habe ich an der gegenwärtig im Bau befindlichen Straße, die vom Niedermattgraben über die Untere Hundsüpfen nach Waldhäusern führt und fast ununterbrochene Aufschlüsse bietet, gewählt.

Makroskopische Beschreibung (vgl. Fig. 2)

Die Niedermattschichten sind gekennzeichnet durch einen häufigen Wechsel zwischen Sandstein- und Nagelfluhschichten. Nirgends tritt ein Gesteinstypus in größerer Mächtigkeit auf; eine einzige Sandsteinbank des Profils erreicht 11 m Mächtigkeit. Die meisten Schichtwechsel spielen sich im Mächtigkeitsbereich von 1—5 m ab. Unregelmäßige Schichtbegrenzungen und horizontal stark variierende Mächtigkeiten sind häufig. Ein Beispiel bietet im Niedermattgraben die unterste Region des Länggrates, wo eine 5 m mächtige Nagelfluhschicht innerhalb einiger Dutzend Meter auf 3 m reduziert ist.

Sandsteine: Ich habe die untersuchten Sandsteine nach dem Schema von FÜCHTBAUER und MÜLLER (FÜCHTBAUER 1959: 608) zu charakterisieren versucht, um einheitliche Bezeichnungen zu Vergleichszwecken zur Verfügung zu haben (siehe Fig. 3). Die Sandsteine des Typusprofils der Niedermattschichten liegen alle im Sektor «Sandstein» des Diagramms, d. h. daß die Karbonat- und Tongehalte sehr niedrig, die Sandgehalte (darunter versteht FÜCHTBAUER die Quarzkörner und die silikatdetritischen Körner) überwiegen.

Der Versuch einer Bestimmung der Sandsteinfarbe anhand der Rock Color Chart (1951, 2. Auflage) des ROCK COLOR CHART COMMITTEE mißlang, weil keine einzige Farbe für diese Sandsteine genau paßte. Die unabhängig davon gewählten eigenen Farbbezeichnungen wurden alle bei gleichem trockenem Zustand des Gesteins und bei gleicher Beleuchtung im Laboratorium vorgenommen.

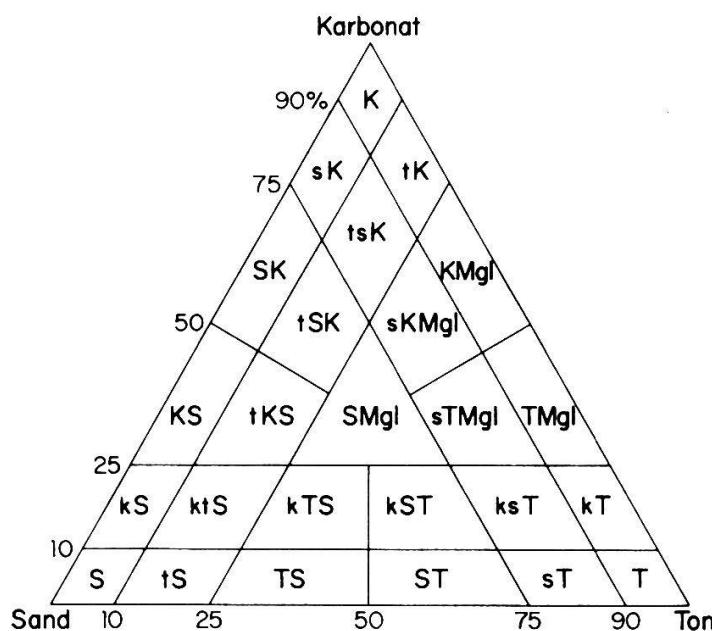


Fig. 3 KTS-Diagramm nach FÜCHTBAUER (1959: 608)

Für Einzelheiten der makroskopischen Beschreibung der Sandsteine verweise ich auf Figur 2.

Nagelfluh: Die Nagelfluh ist durchwegs polymikt. Der größte Geröldurchmesser überschreitet selten 30 cm, variiert aber gewöhnlich zwischen 3 und 10 cm. Die Nagelfluh ist oft durchsetzt von Sandsteinlinsen und -bänken verschiedener Ausdehnung.

Mergel: Die Mergel stellen einen geringen Teil der Profilmächtigkeit dar. Sie sind selten tonig, häufig siltig oder sandig. Ich beobachtete keine roten Mergel, wie sie zum Beispiel im Helvétien, südlich der Kiesen, anzutreffen sind. Die Mergel kommen einerseits als Schichten vor, andererseits sind sie Teile von sedimentogenen Strukturen (Kreuzschichtung, Schrägschichtung, Girlanden usw.). Im übrigen sei auf das Säulenprofil Figur 2 verwiesen.

Einzelbeschreibung

Schicht 1: Polymikte Nagelfluh. In der oberen Partie mit Sandsteinnestern wechselnd.

Schicht 2: Abwechselnd graugrüner und gelbgrüner, feiner, kalkiger Sandstein. Geröllschnüre und Zonen grobkörnigeren Sandsteins, letztere unregelmäßig in Ausdehnung und Mächtigkeit. Im untern Teil mergelige Partien und Knauer. Fließender Übergang zur nächst tieferen Schicht.

- Schicht 3:** Feingeröllige, polymikte Nagelfluh mit sehr veränderlicher, unebener Unterfläche; Sandsteinlinsen.
- Schicht 4:** Abwechslungsweise graugrüner und gelbgrüner, sehr feiner, kalkiger Sandstein mit Knauern und Knauerbänken; sehr grobe und undeutliche Schichtung.
- Schicht 5:** Polymikte Nagelfluh.
- Schicht 6:** Graugrüner, feiner, kalkiger Sandstein mit großen, unregelmäßigen, banigen Knauern; ab und zu mergelige Linsen, vereinzelte Geröllschnüre. Mächtigkeit stark schwankend.
- Schicht 7:** Polymikte Nagelfluh mit wenigen Sandsteinlinsen.
- Schicht 8:** Graugrüner, gebankter, feiner, kalkiger Sandstein mit mergeligen Zwischenlagen, zum Teil schief zur Schichtung verlaufend; vereinzelte Knauer (\varnothing 0,65 cm), Tongerölle; Kreuzschichtung.
- Schicht 9:** Braungelber, ziemlich grober Sandstein mit rotbraunen und grauen, sandig-mergeligen Zwischenlagen und Kohleschmitzen.
- Schicht 10:** Polymikte Nagelfluh.
- Schicht 11:** Dünnbankiger, grünlichbrauner Sandstein mit Kohlenestern und Pflanzenresten; Mächtigkeit unregelmäßig.
- Schicht 12:** Polymikte Nagelfluh.
- Schicht 13:** Graugrüner, mittelkörniger, kalkiger Sandstein mit großen Knauern und Geröllschnüren.
- Schicht 14:** Graugrüner, sehr feiner, toniger Sandstein mit Bänken von 0,01 bis 0,8 m Mächtigkeit und Knauern.
- Schicht 15:** Graugrüner Sandstein.

Schwerminerale

Die Literatur über Schwerminerale aus der schweizerischen Molasse hat mein Studienkamerad Dr. A. MATTER in seiner Dissertation (1964: 397) erschöpfend besprochen. Die Präparationsmethodik habe ich von ihm übernommen und verweise daher auf seine Arbeit (1964: 399). Mit wenigen Ausnahmen wurden sämtliche Proben in Aroclor ($n = 1,66$) eingebettet. Einen wichtigen Vorteil bietet Aroclor wegen seiner Lichtbrechung: sie ist mit 1,66 sehr günstig; Baryt und Apatit liegen mit ihrem n darunter und können deshalb sicher und schnell erkannt werden.

Meine Auszählmethodik weicht von derjenigen MATTERS darin ab, daß ich, in Anlehnung an die Methode von Dr. W. ZIMMERLE (DEA, Wietze, Deutschland), den Granat nicht gesondert zähle (vgl. MATTER 1964: 399). Die Gehalte an Granat sind in meinen Proben nicht sehr hoch (zwischen 10 und 30, selten 40 %). Zudem ist die Korngrößenabhängigkeit von

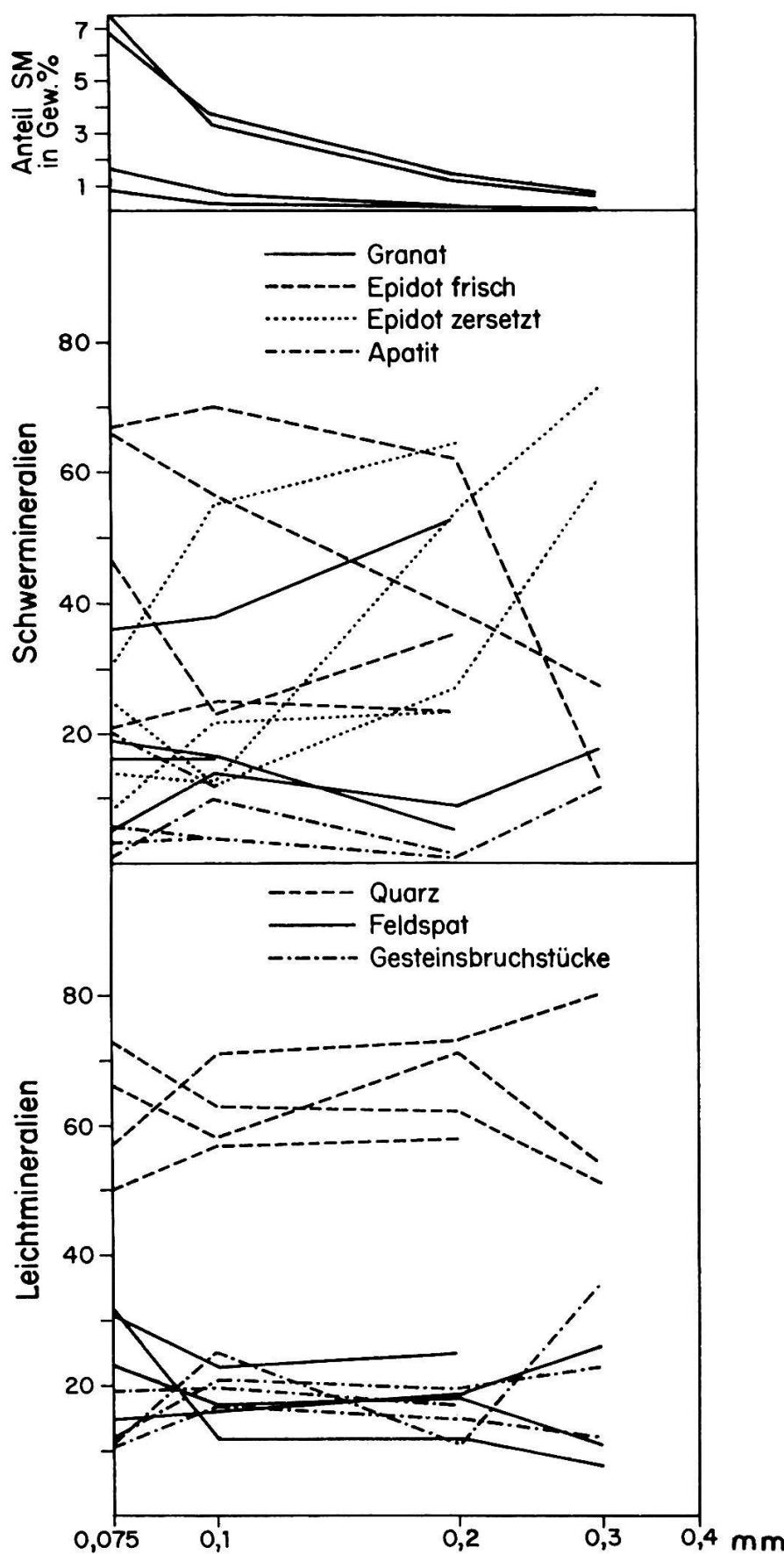


Fig. 4 Verteilung der Schwer- und Leichtminerale auf einzelne Korngrößen. Anteil an Schwermineralien jeder Korngröße. Untersuchung an vier Proben der Niedermatt- und Hundschüpfenschichten des Blasenfluhgebietes und des Helvétien und ? Tortonien der Guggisberg-Gegend.

Granat keineswegs so regelmäßig, wie es von Moos (1935: 129) und Hofmann (1957: 290) vermuten. Dies ersieht man sowohl aus der Figur Nr. 4, als auch aus der Figur Nr. 9 von MATTER (1964: 403). Das Verfahren von Hofmann und MATTER ist ohne weiteres gerechtfertigt, wenn der Granat in solchen Mengen auftritt, daß er bei einer vernünftigen Anzahl gezählter Körner über alle übrigen Mineralien dominiert.

Die Glimmer (Biotit, Muskowit, Chlorit) und Glaukonit wurden in den Schwermineralpräparaten nicht gezählt. Das spezifische Gewicht der Glimmer überschneidet mit 2,6—3 dasjenige der Trennflüssigkeit (Bromoform, spez. Gew. 2,88); Glaukonit (2,2—2,8) berührt das spezifische Gewicht von Bromoform, so daß die Körner, je nach ihrer Lage, in der Flüssigkeit absinken oder bei den Leichtmineralien bleiben. Ihre Zuweisung unter die Schwermineralien ist daher problematisch, und sie wurden, mit Vorbehalt, unter den Leichtmineralien angeführt.

Bei der Zählung faßte ich die Mineralien der Epidotgruppe und die Zoisite zusammen. Ferner wurde versucht, frische von zersetzen Körnern zu unterscheiden, was in den Tabellen, nicht aber in den graphischen Darstellungen zum Ausdruck kommt.

Unter den Amphibolen wurden Glaukophan, grüne, braune und farblose Hornblenden unterschieden, die in den graphischen Darstellungen zusammengefaßt, in den Tabellen getrennt sind.

Da opake Mineralien im Durchlichtmikroskop nicht bestimmt werden können, begnügte ich mich damit, die Anzahl opaker Mineralien mit metallisch glänzenden Begrenzungsflächen pro 100 durchsichtige Schwermineralien anzuführen.

Für jede Probe wurde ebenfalls die Ausbeute an Schwermineralien unter der Rubrik SM-Anteil in % vermerkt. Bei der Bestimmung der zu zählenden Körnermenge wählte ich eine Anzahl, die gestattete, auch die wenig stark vertretenen Mineralien hervortreten zu lassen.

Figur Nr. 4 zeigt, daß sich die Häufigkeit der einzelnen Mineralien in verschiedenen Korngrößen von Probe zu Probe ändert. Es gibt keine, allen Proben gemeinsame Tendenz, außer daß vielleicht zersetzte Epidote in den größeren, frische Epidote in den feineren Fraktionen häufiger vorkommen. Außerdem scheint der Gesamtgehalt der Proben an Schwermineralien mit der Korngröße abzunehmen, was mit den Beobachtungen von Hofmann (1957: 290) und MATTER (1964: 403 und Fig. 9) im Einklang steht. In Anbetracht dieser Tatsache schien es mir angebracht, zu jeder Schwermineraldarstellung den Medianwert der Probe

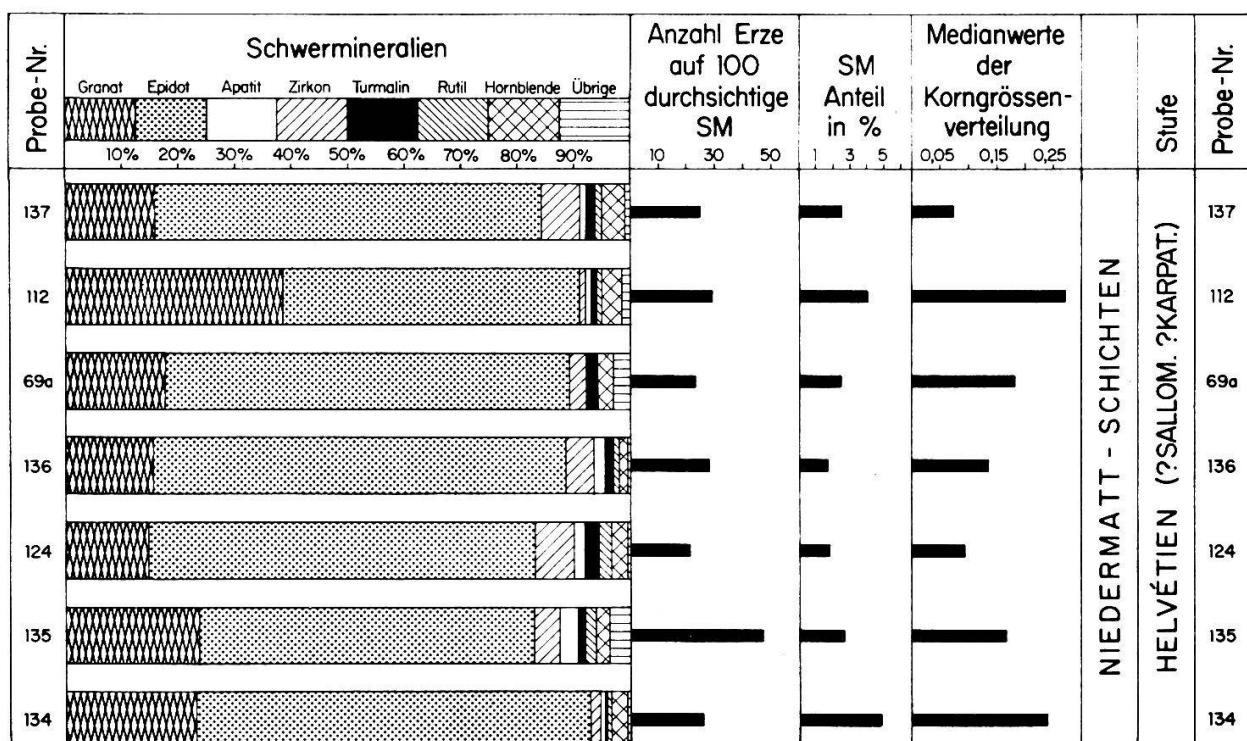


Fig. 5 Die Schwermineral-Verteilung im Typusprofil der Niedermattschichten

anzuführen, damit sofort ersichtlich ist, ob zwischen dem Medianwert und der Häufigkeit eines Minerals ein Zusammenhang besteht.

Ergebnisse (siehe Fig. 5): Die Sandsteine der Niedermattschichten des Typusprofils zeigen ausnahmslos eine starke Epidotvormacht, variierend zwischen 55 und 75 %. Granat ist überall das zweithäufigste Mineral. Apatit, Zirkon, Turmalin, Rutil und Hornblende spielen die Rolle von Nebengemengteilen. Alle übrigen Mineralien haben akzessorischen Charakter. Die Schwermineralassoziation der Niedermattschichten ist somit mit ihrem Epidot-Granat-Reichtum ähnlich derjenigen, die von Moos (1935: 205), Hofmann (Rutsch, DROGER, OERTLI 1958: 25), FÜCHTBAUER (1964: 227), MATTER (1964: 406) als typisch für die Napfschüttung bezeichneten. In der vertikalen Abfolge der Sandsteine im Typusprofil ist keinerlei Tendenz erkennbar.

Granulometrische Verteilung

Die Siebanalysen wurden nach der gleichen Methode durchgeführt, wie sie MATTER (1964: 411) beschrieben hat. Ich benützte jedoch die Rotap-Maschine, und nur für wenige Proben des Typusprofils dieselbe Siebmaschine wie MATTER.

Die Körnigkeit der untersuchten Sandsteine charakterisierte ich mittelst der erhaltenen Medianwerte. Dabei wandte ich die abgeänderte Wentworth Skala nach DUNBAR und RODGERS (DUNBAR und RODGERS 1961: 161) an, da ihre Verwendung sehr weit verbreitet ist, und vor allem, weil darin keine sich überlappenden Begriffe vorkommen, was meiner Ansicht nach ein großer Vorteil ist. Den Begriff «medium» übersetzte ich zweckmäßig mit «mittelkörnig». Aus Figur 2 ist ersichtlich, daß meist feine bis sehr feine, ausnahmsweise mittelkörnige Sandsteine vorliegen.

Der Grad der Sortierung ist gegeben durch den Sortierungskoeffizient von Trask $s_0 = \sqrt{Q_3/Q_1}$; Q_3 = Quartilmaß bei 25 %, Q_1 = Quartilmaß bei 75 %. Die Sortierungsintervalle, wie sie FÜCHTBAUER (1959: 607) benutzte, wurden auch hier verwendet. Aus Figur 2 erkennt man, daß alle Proben vor allem mittelmäßig, zuweilen auch schlecht sortierte Sandsteine enthalten. Ich versuchte, eine Abhängigkeit zwischen Sortierungskoeffizienten und Medianwerten zu finden, wie sie MATTER (1964: 414) feststellte. Im Typusprofil der Niedermattschichten ist keine solche Abhängigkeit feststellbar. Wie später noch gezeigt werden soll, findet man in den Proben meiner marinen und fluvioterrestrischen Profile ebenfalls keine Abhängigkeit zwischen Sortierungskoeffizient und Ablagerungsmilieu, entgegen den Feststellungen von FÜCHTBAUER (1959: 607) oder von HOUGH und STETSON (PETTILJOHN 1957: 37). Nach diesen Autoren würden die in Küstennähe abgelagerten marinen bis brackischen Sedimente einen höheren Sortierungsgrad aufweisen als fluviatile Sedimente. Eine solche Abhängigkeit besteht leider in meinen Profilen nicht; genau so wenig hat sie übrigens MATTER (1964: 414) feststellen können.

Leichtmineralien und Karbonatgehalt

Die Leichtmineralzählungen erfolgten, wo immer es der Verfestigungsgrad des Gesteins erlaubte, im Dünnschliff, sonst im Körnerpräparat. Bei der Dünnschliffzählung wurde ein «Point-Counter» verwendet; bei jedem Schliff wurden etwa 500 Körner, selten 600, gezählt. Um Calcit von Dolomit unterscheiden zu können, wurden die Schliffe in eine Lösung mit alizarinsulfosaurem Natron getaucht, wobei die Calcitkörner sich rot färbten, die Dolomite dagegen ihre natürliche Farbe behielten. Dadurch wurde eine zuverlässige optische Unterscheidung dieser zwei Karbonate möglich.

Die Dünnschliffmethode ist der Körnerpräparatmethode in verschiedenen Punkten überlegen: alle Körner liegen in ihrem natürlichen Verband vor; das Verhältnis Matrix — detritische Komponenten kann richtig erfaßt werden, und der Charakter der Matrix tritt klar zutage. Ferner ist das Vorhandensein von Glaukonit leichter festzustellen als beim Körnerpräparat, da Glaukonit nicht widerstandsfähig ist und bei den verschiedenen, der Zählung des Kornpräparates vorausgehenden Manipulationen leicht zerstört wird. Weiterhin erübrigt sich eine besondere Karbonatanalyse.

Dagegen weist die Kornpräparat-Methode den großen Vorteil auf, daß Körner von unverzwillingtem Feldspat, dank der Beck'schen Linie, mit großer Leichtigkeit von Quarzkörnern unterschieden werden können. Im Dünnschliff müssen zum selben Zweck andere Mittel zugezogen werden: perthitische Entmischung, Spaltbarkeit bei Feldspäten, Kataklase bei Quarzen oder Achsenbildern. In den seltensten Fällen ist ein Korn so günstig vom Einbettungsmittel umgeben, daß die Anwendung der Beck'schen Linie möglich ist. Bei sämtlichen Proben, auch bei denen, die im Dünnschliff vorlagen, wurde zusätzlich eine Karbonatanalyse durch komplexometrische Titration vorgenommen, wie sie bei MATTER (1964: 392) beschrieben wird. Leider stimmten die Resultate der chemischen Analyse nicht sehr gut mit denjenigen der Dünnschliffzählung überein. Diese Discrepanzen beruhen weniger auf einer ungenauen Arbeitsweise, als vielmehr auf prinzipiellen Fehlern, denn die Karbonatgehalte der chemischen Analyse sind regelmäßig zu niedrig. Es liegt die Vermutung nahe, daß beim Analysevorgang ein Teil des Calciums im Niederschlag festgehalten wird.

Wie eingangs vermerkt wurde, erlaubten die zur Verfügung stehenden Möglichkeiten der Gesteinshärtung, nur aus gut verfestigten Gesteinen Dünnschliffe herzustellen.

Bei der Zählung der Feldspäte unterschied ich zwischen verzwillingten und unverzwillingten. In der ersten Gruppe wurden ausschließlich Feldspäte mit polysynthetischer (Albit-) Verzwillingung gezählt, in der zweiten Gruppe dagegen alle unverzwillingten, zuzüglich derjenigen mit vergitterter Albit- (Mikrokline) und mit Baveno-, Karlsbad-, usw. -Verzwillingung. In keinem der untersuchten Sandsteine fanden sich Plagioklase, die basischer als saurer Andesin waren. Die meisten Plagioklase befanden sich aber in der Oligoklas-Zone.

Unter den Gesteinsbruchstücken gibt es zahlreiche Sandsteinkörner sowie Hornstein- und Chalcedonkörner. Seltener sind die Quarzfeldspat-

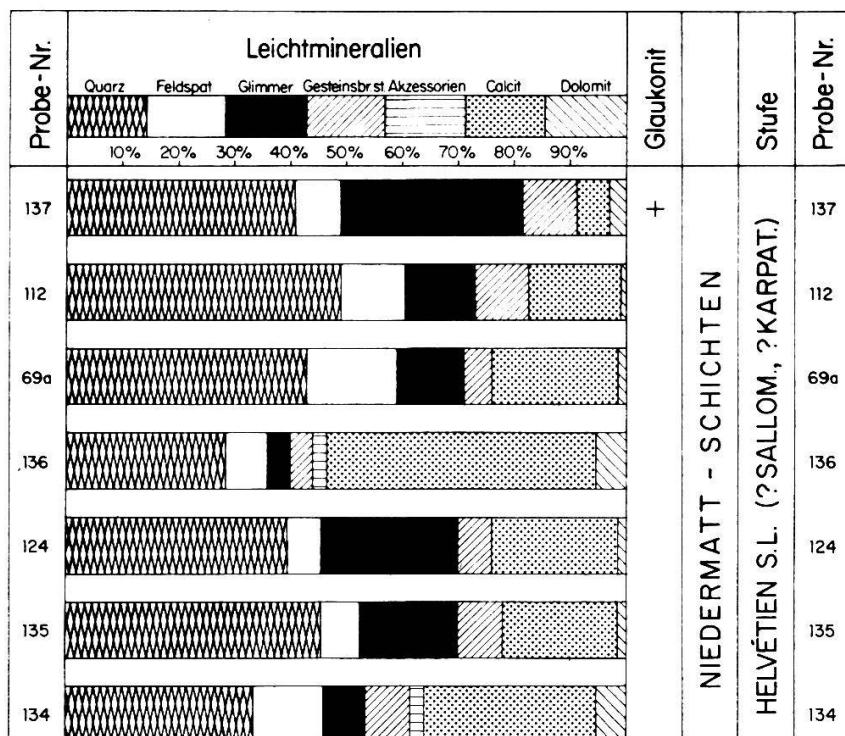


Fig. 6 Die Leichtmineral-Verteilung im Typusprofil der Niedermattschichten

körner («Schriftgranit»). In der Folge der im Typusprofil untersuchten Proben sieht man (Fig. 6), daß die prozentuale Verteilung der verschiedenen Leichtmineralien nur unerheblich schwankt. Der Quarzanteil macht fast 50 % aus. Der Calcitgehalt schwankt zwischen 6 und 47 %. In Proben mit wenig Calcit wird dieser ersetzt durch einen recht hohen Glimmergehalt (32 %). Der Dolomitgehalt ist immer gering; der Feldspatgehalt schwankt nur sehr leicht. Glimmer ist in unregelmäßigen Mengen vertreten. Glaukonit tritt so selten auf, daß er graphisch nicht dargestellt werden konnte.

Die Matrix ist meist karbonatisch, stellenweise tonig, vereinzelt auch rein calcitisch. Ausnahmsweise herrscht detritisches Material derart vor, daß die Matrix stark zurücktritt.

b) Riedbergprofil

Dieses Profil mußte aus Aufschlüssen verschiedener Bäche kombiniert werden, daß die Teilstücke ein geschlossenes Profil ergeben. Nachfolgend sind die Koordinaten der höchsten Probeentnahmestelle eines jeden Profilabschnittes angegeben:

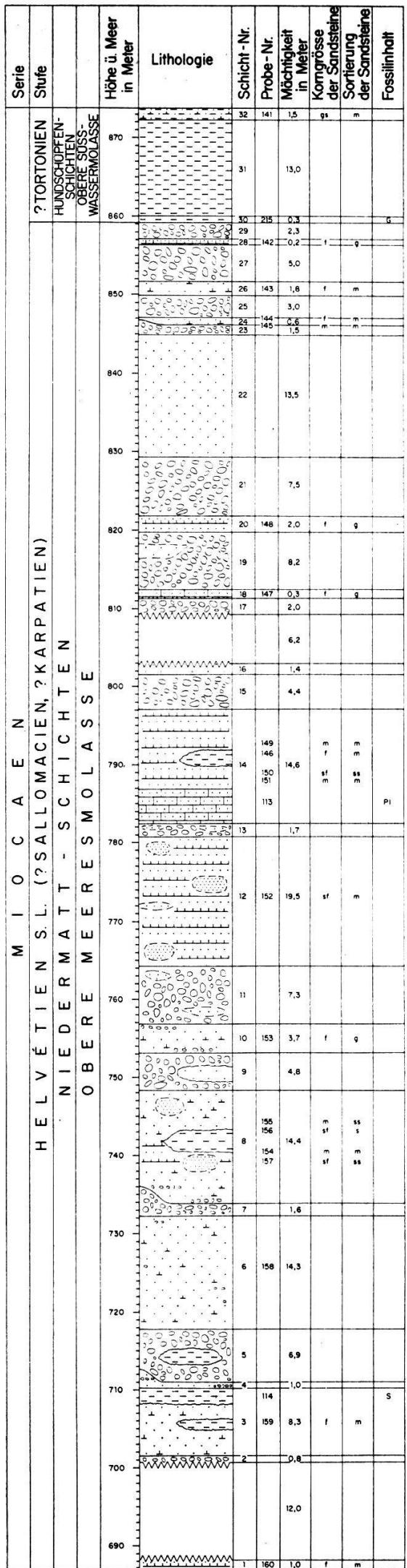
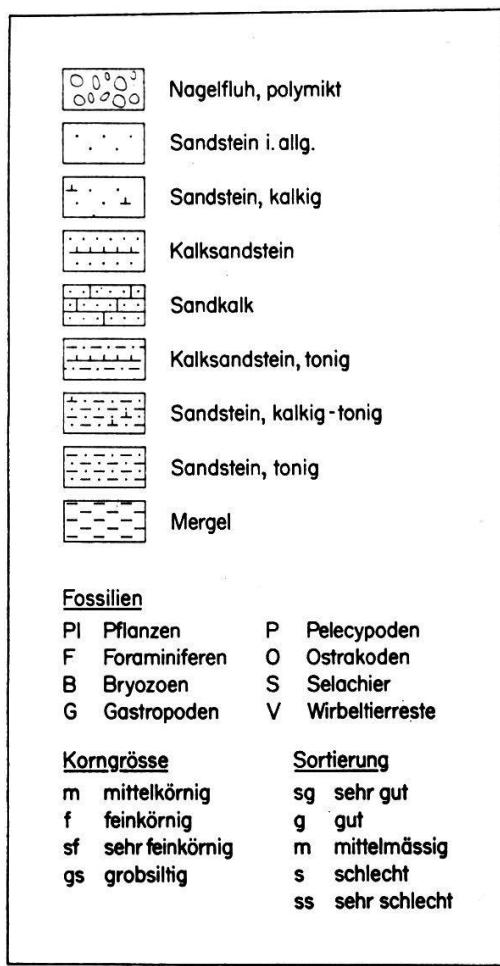


Fig. 7 Stratigraphisches Profil der Niedermatt- und Hundschüpfenschichten des Riedbergs bei Signau



- (622.095/198.580/885)
- (622.140/198.560/845)
- (622.510/198.690/785)
- (622.625/198.700/740)
- (622.725/198.720/720)

Makroskopische Beschreibung

Die Gesteine dieses Profils sind ähnlich denen des Typusprofils. Es kommen einzelne Schichtkörper mit einer Mächtigkeit bis zu 20 m vor. Es gelang, einzelne Nagelfluhbänke über eine Distanz von mehreren hundert Metern zu verfolgen. Trotz einer gewissen Horizontbeständigkeit kann sich beispielsweise eine 5 m mächtige Nagelfluhbank in der Aufschlußfläche fast bis zum Verschwinden verjüngen, um dann wieder anzuschwellen (Einzelheiten siehe Fig. 7).

Einzelbeschreibung:

- Schicht 1: Grüngrauer, feiner Kalksandstein.
- Schicht 2: Polymikte Nagelfluh.
- Schicht 3: Gelbgrauer, kalkiger Sandstein, schicht- oder girlandenförmig wechselseitig mit grünlichem Mergel.
- Schicht 4: Grober Sandstein mit vielen Geröllschnüren.
- Schicht 5: Polymikte Nagelfluh mit Mergellinse; Untergrenze unregelmäßig.
- Schicht 6: Gelblich-grüngrauer, feiner, kalkiger Sandstein mit vereinzelten kleinen Geröllen.
- Schicht 7: Polymikte Nagelfluh mit unregelmäßiger Obergrenze.
- Schicht 8: Grauer bis grünlichgrauer, bald sehr feiner, bald mittelkörniger, kalkiger Sandstein bis Kalksandstein, zum Teil massig, zum Teil bankig mit Knauern; in der Mitte mergelige Partien, zuunterst Geröllschnüre.
- Schicht 9: Polymikte Nagelfluh mit Sandsteinbänken.
- Schicht 10: Grünlichgrauer, feiner, kalkiger Sandstein mit Geröllschnüren.
- Schicht 11: Polymikte Nagelfluh mit Sandsteinlinsen.
- Schicht 12: Grüngrauer, sehr feiner Kalksandstein mit Knauern.
- Schicht 13: Polymikte Nagelfluh; zuoberst Sandsteinlinsen.
- Schicht 14: Grüngrauer, sehr feiner bis mittelkörniger Kalksandstein bis Sandkalk (Bänke zwischen 0,3 bis 0,5 m); Mergellinse.
- Schicht 15: Polymikte Nagelfluh.
- Schicht 16: Gelblicher Sandstein.
- Schicht 17: Polymikte Nagelfluh.
- Schicht 18: Grauer, feiner Sandkalk.
- Schicht 19: Polymikte Nagelfluh mit vereinzelten grauen Sandsteinbänken.
- Schicht 20: Grauer, gebankter, feiner Kalksandstein.
- Schicht 21: Polymikte Nagelfluh.

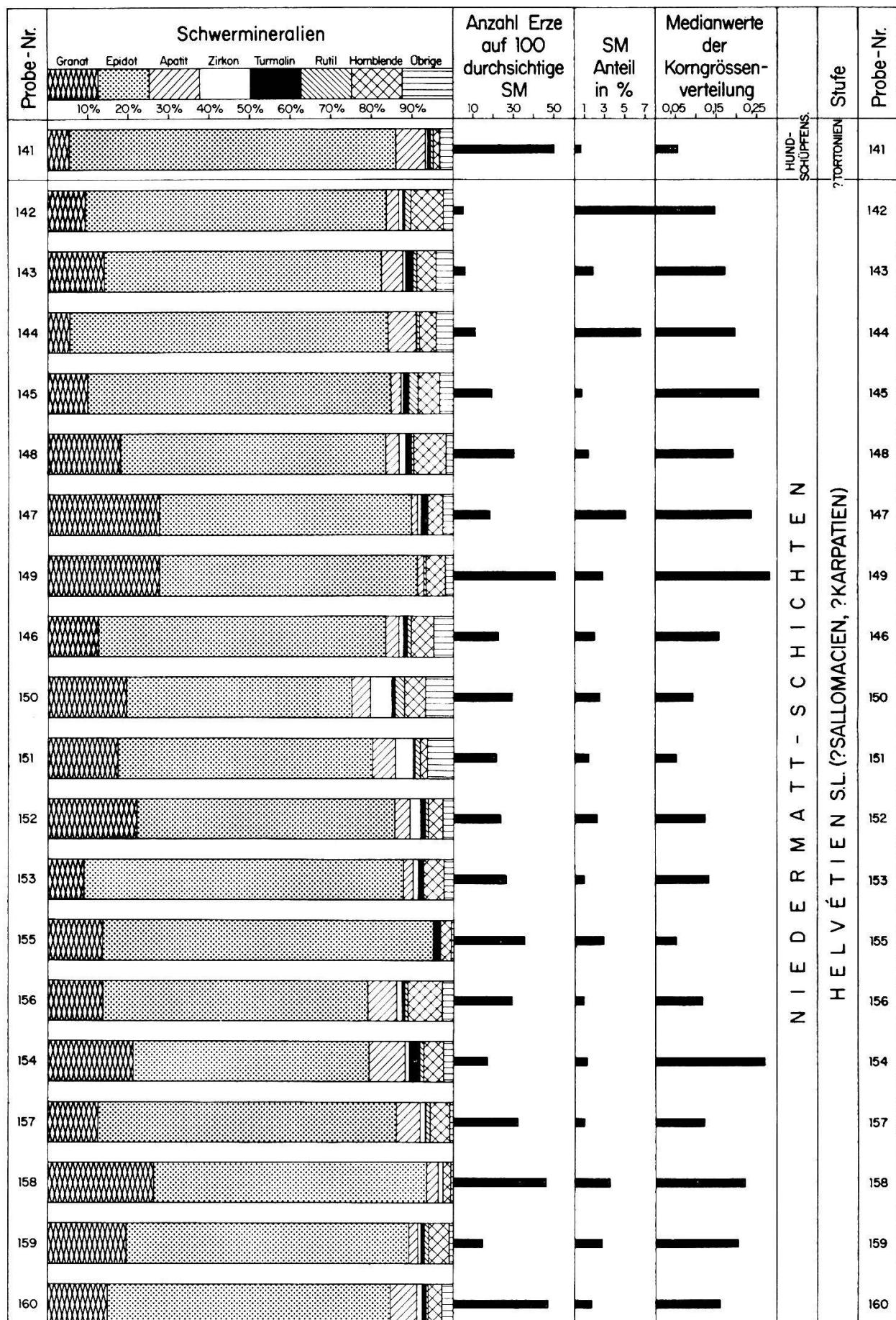


Fig. 8 Die Schwermineral-Verteilung in den Niedermatt- und Hundsäuenschichten des Riedbergs bei Signau

Schicht 22: Graugrüner Sandstein ohne sichtbare Schichtung.

Schicht 23: Polymikte Nagelfluh.

Schicht 24: Gelblichgrüner, fein- bis mittelkörniger, kalkiger bis kalkigtoniger Sandstein; Mächtigkeit unregelmäßig.

Schicht 25: Polymikte Nagelfluh.

Schicht 26: Gelblichgrüner, feiner, kalkiger Sandstein.

Schicht 27: Polymikte Nagelfluh.

Schicht 28: Gelblichgrüner, harter, feiner Kalksandstein.

Schicht 29: Polymikte Nagelfluh¹.

Schwermineralien

Die Schwermineral-Assoziation am Riedberg ist die gleiche wie im Niedermattgraben. Es herrscht wieder eine sehr starke Epidotvormacht mit Granat als wichtigstem Begleitmineral. Auch hier ist keine vertikale Tendenz erkennbar (siehe Fig. 8).

Granulometrische Verteilung

Die Korngröße der Sandsteine des Riedbergprofils lässt sich, wie aus Figur 7 ersichtlich ist, zwischen mittelkörnigem und grobsiltigem Sandstein einstufen, mit dem Hauptgewicht auf der Zone des feinen Sandsteins. Die meisten Sandsteine sind mittelmäßig, wenige gut und einige schlecht bis sehr schlecht sortiert. Wie im Typusprofil ließ sich hier kein Zusammenhang zwischen Medianwert und Sortierungsgrad feststellen.

Leichtmineralien und Karbonatgehalt (siehe Fig. 9)

Der Quarzgehalt schwankt zwischen 21 und 58 %, der Calcitgehalt zwischen 7 und 50 %, der Dolomitgehalt zwischen 4 und 15 %. Glaukonit kommt ganz selten vor. Bei keinem der ausgezählten Mineralien lässt sich in der vertikalen Abfolge irgendeine Tendenz erkennen.

Ausbildung der Matrix im Schliffbild:

Probe 160: Matrix teils tonig, teils karbonatisch

Probe 159: Matrix tonig; Anteil Matrix gegenüber Detritus gering

Probe 158: Matrix teils tonig, teils karbonatisch; die meisten detritischen Körner zerstellt

Probe 157: Matrix vorwiegend tonig-silikatisch

Probe 154: Matrix fast ausschließlich silikatisch

Probe 156: Matrix vorwiegend tonig

¹ Fortsetzung siehe Abschnitt 2231 b (Hundschnüpfenschichten).

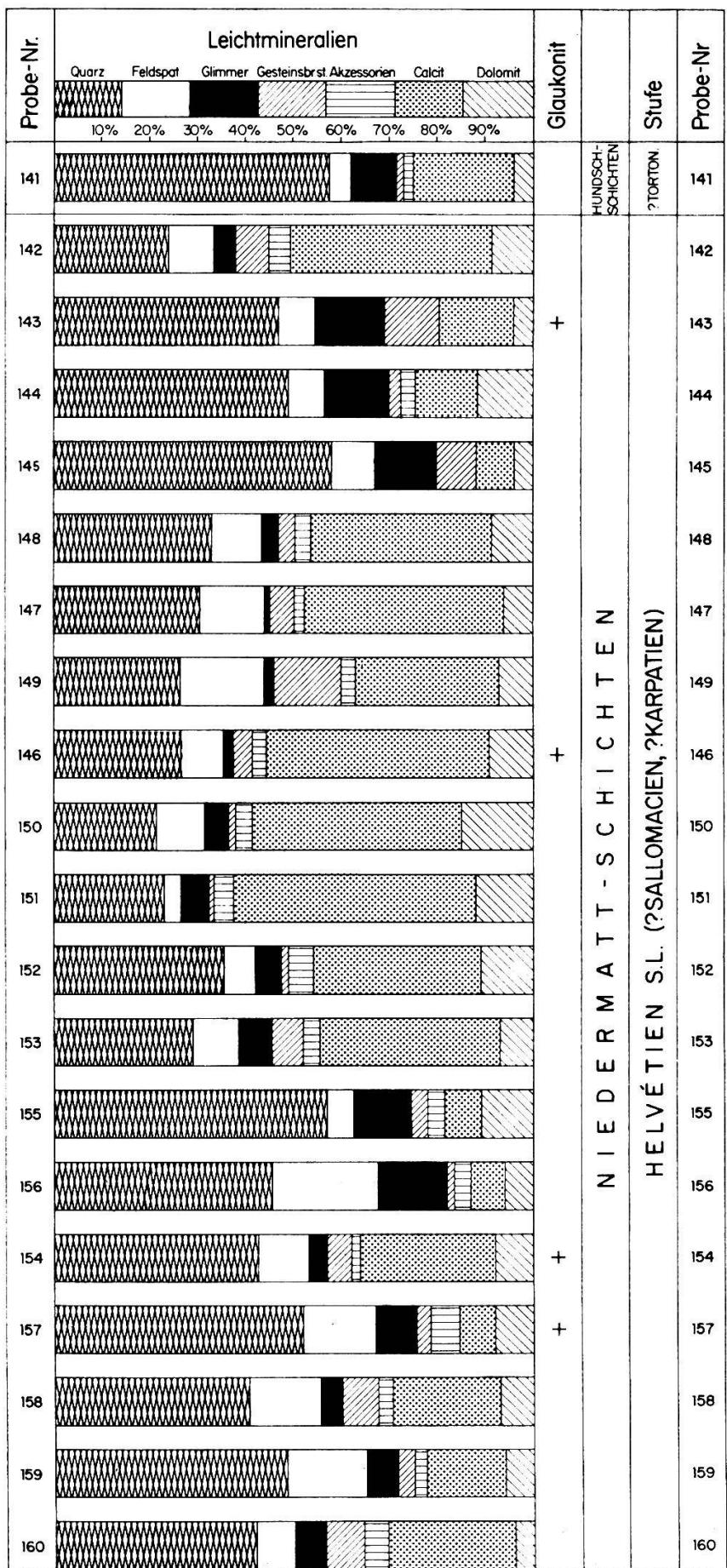


Fig. 9 Die Leichtmineral-Verteilung in den Niedermatt- und Hundschnüpfenschichten des Riedbergs bei Signau

- Probe 155: Matrix tonig; wenige große, viele kleine detritische Körner
 Probe 153: Matrix teils tonig, teils karbonatisch
 Probe 152: Matrix vorwiegend karbonatisch, stellenweise tonig
 Probe 151: Matrix fast ausschließlich calcitisch; sehr wenige große detritische Silikatkörner
 Probe 150: wie 151
 Probe 146: Matrix hauptsächlich calcitisch
 Probe 149: Matrix calcitisch; Matrixanteil gegenüber Detritus sehr gering
 Probe 147: Matrix vorwiegend calcitisch
 Probe 148: Matrix stellenweise calcitisch, stellenweise tonig; einige Silikatkörner mit Glimmersäumen
 Probe 144: Matrix tonig-silikatisch; detritische Silikatkörner teilweise mit Glimmersäumen
 Probe 142: Matrix meist calcitisch

c) Blindenbachprofil

Im Blindenbachgraben gestatten es die Aufschlußverhältnisse nicht, ein durchgehendes lithostratigraphisches Profil aufzustellen, so daß nur wenige Einzelproben entnommen wurden.

Koordinaten der Probeentnahmestellen:

182 (622.160/202.515/660)

183 (622.302/202.965/635)

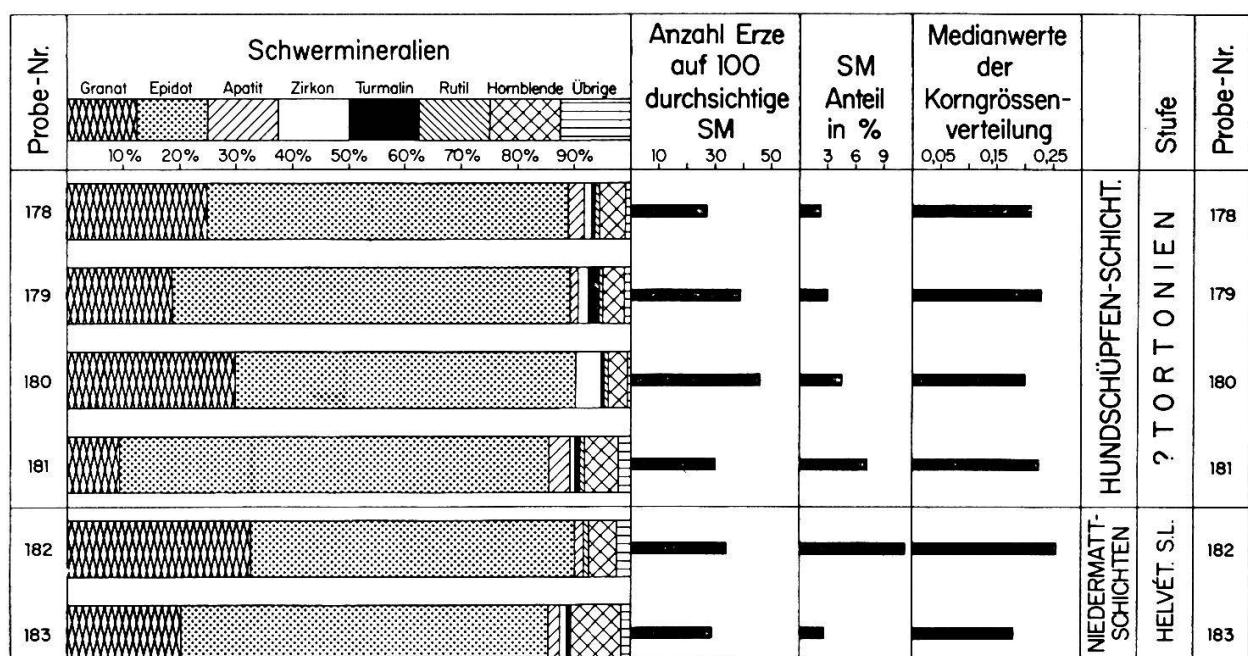


Fig. 10 Die Schwermineral-Verteilung in den Niedermatt- und Hundsäufenschichten des Blindenbachgrabens bei Lauperswil

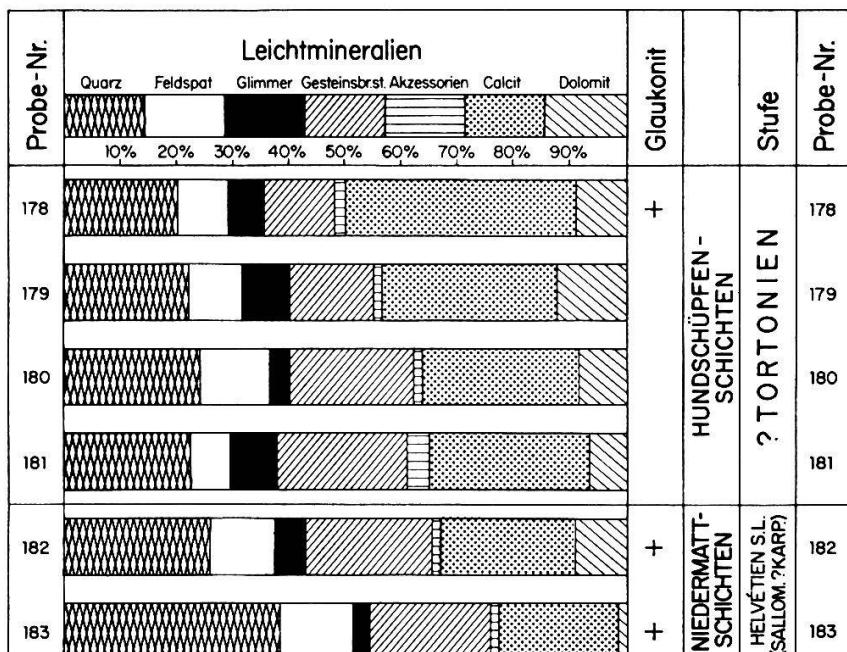


Fig. 11 Die Leichtmineral-Verteilung in den Niedermatt- und Hundsüpfenschichten des Blindenbachgrabens bei Lauperswil

Makroskopische Beschreibung

Probe 183: Massiger, graugrüner, feiner Kalksandstein

Probe 182: Graugrüner, gut geschichteter, mittelkörniger, kalkiger Sandstein mit Schrägschichtung und zahlreichen mergeligen Zwischenlagen.

Schwermineralien (siehe Fig. 10)

In den zwei Proben 182 und 183 findet sich dieselbe Schwermineral-Assoziation wie sie im Typusprofil und am Riedberg vorliegt.

Granulometrische Verteilung

Probe 182 ist sehr schlecht, Probe 183 gut sortiert. 183 ist ein feiner, 182 ein mittelgrober Sandstein.

Leichtmineralien und Karbonatgehalt (siehe Fig. 11)

Die Proben 182 und 183 unterscheiden sich nicht wesentlich von denen des Typusprofils. Probe 183 zeigt eine vorwiegend calcitische Matrix. Sehr viele silikatische Detrituskörper sind zerbrochen und mit Calcit verheilt.

Bei Probe 182 stellt die Matrix ein Gemisch von sehr kleinen Silikat- und Karbonatkörpern dar; stellenweise ist sie tonig. Unter den Gesteinsbruchstücken finden sich mehrere Schriftgranite und Hornsteine.

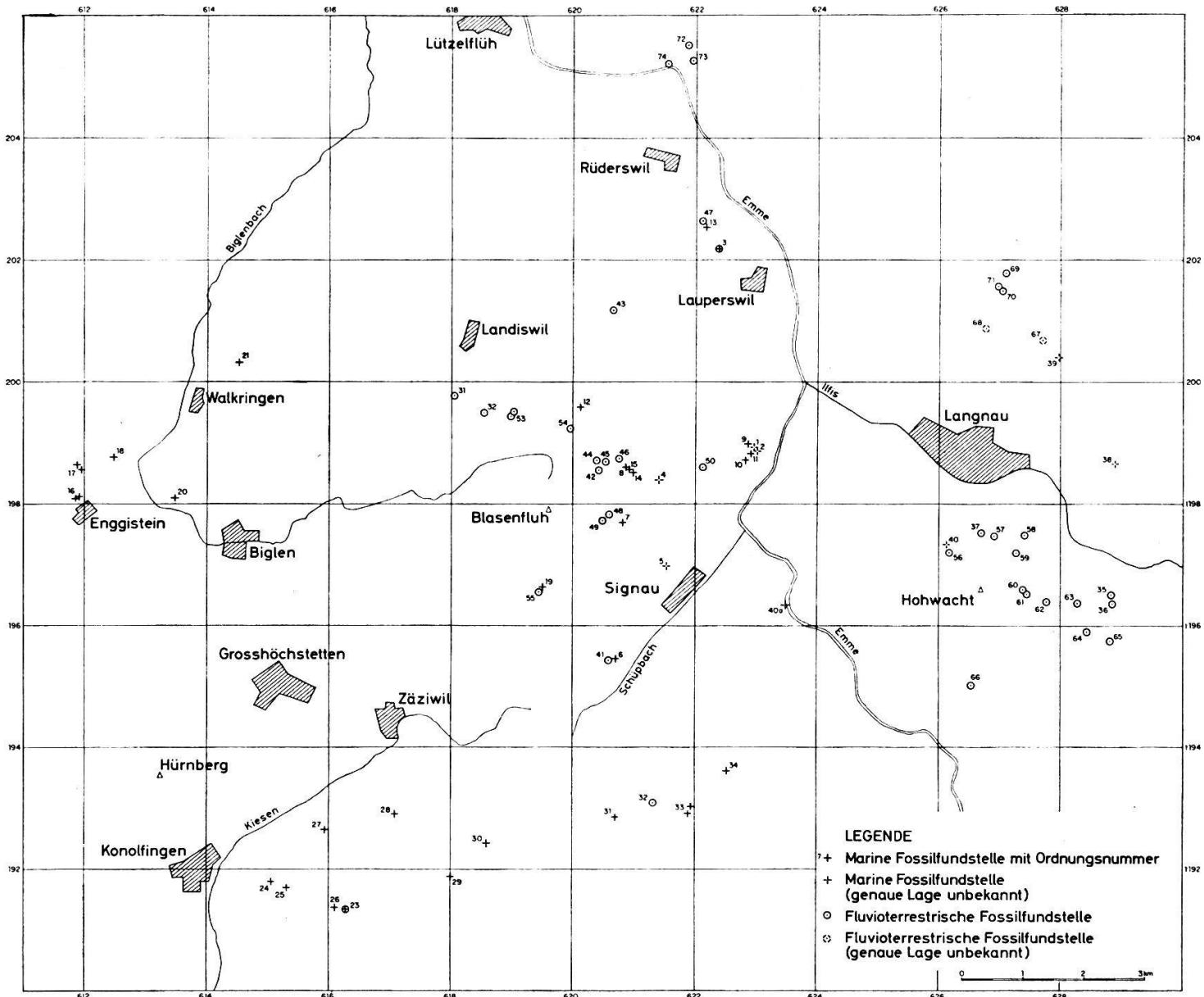


Fig. 12 Kartenskizze der Fossilfundstellen im Untersuchungsgebiet und in den Nachbargebieten

2222 Fossilinhalt der Niedermattschichten im Untersuchungsgebiet (siehe Fig. 12)

a) Fossilfundstellen aus der Literatur

Nr. 1 Riedberg: FANKHAUSER 1872: 163

Vermutliche Koord.: (622.600—623.100/198.700—199.000)

Lithologie: grauer, grobkörniger Sandstein

Fauna nach FANKHAUSER:	Kleiner Fischwirbel
Zähne von <i>Lamna cuspidata</i>	Fischschuppen
Wirbel von <i>Lamna</i>	Fragment einer Koralle

- Nr. 2 Riedberg (gleiches Profil wie oben, stratigraphisch tiefer):
FANKHAUSER 1872: 163
 Koord.: wie oben
 Lithologie: Sandstein

Fauna nach FANKHAUSER:	
<i>Lamna cuspidata</i>	Kopfknochen eines Fisches
<i>Zygodates studeri</i> AG.	<i>Ostrea</i>
Kleinere Fischwirbel	Pflanzliche Überreste

- Nr. 3 Burgruine Wartburg bei Lauperswil (wahrscheinlich heutige Ruine Wartenstein): **FANKHAUSER 1872: 168**
 Vermutliche Koord.: (622.370/202.270)
 Lithologie: Sandstein
 Fauna nach FANKHAUSER: *Lamnazahn*
Mittelgroße Helix

- Nr. 4 Niedermattgraben: **FANKHAUSER 1872: 171**
 Vermutliche Koord.: (620.600—620.800/198.400—198.550)
 Lithologie: graublauer Mergelsandstein
 Fauna nach FANKHAUSER: Zahn von *Lamna cuspidata*

- Nr. 5 Sängeli bei Signau: **KAUFMANN 1886: 472**
 Vermutliche Koord.: (621.600/197.000)
 Lithologie: Sandstein
 Fauna nach KAUFMANN: *Lamnazahn*

- Nr. 6 Signauschloß: **RUTSCH 1928: 59**
 Koord.: (620.650/195.400)
 Lithologie: mariner Sandstein mit vielen Mergellinsen
 Fauna nach RUTSCH: Haifischwirbel
 Fischschuppen

b) Neuentdeckte Fossilfundstellen

Nr. 7 Obermattgraben:

Koord.: (620.805/197.680/815)

Probe-Nr. 30 a

Lithologie: Nagelfluhbank mit sandigen und kohligen Linsen;

Fossilien im Bindemittel der Nagelfluh

Fauna: *Ostreidae* gen. indet.

Nr. 8 Neue Straße Niedermattgraben—Untere Hundschüpfen:

Koord.: (620.885/198.595/826)

Probe-Nr. 69 a

Lithologie: Siehe Figur 2, Schicht 8

Fauna (det. R. F. RUTSCH 1964):

Fragment von Bryozoen

Terebralia ? *lignitarum* (EICHWALD) ?*Ostrea* sp. indet.

Nr. 9 Riedberg oberhalb Mühle:

Koord.: (622.905/198.980/785)

Probe-Nr. 113

Lithologie: Siehe Figur 7, Schicht 14

Flora: Unbestimmbare Pflanzenreste

Nr. 10 Riedberg oberhalb Mühle:

Koord.: (622.805/198.755/710)

Probe-Nr. 114

Lithologie: Siehe Figur 7, Schicht 3

Fauna: Haifischzähne

Nr. 11 Riedberg oberhalb Mühle:

Koord.: (622.930/198.835/700)

Probe-Nr. 162

Lithologie: Bank harten Sandsteins

Fauna: *Ostreidae* gen. indet.

Nr. 12 Stampfi—Nesselgraben:

Koord.: (620.091/199.582.850)

Probe-Nr. 163

Lithologie: Grobkörniger Sandstein mit zahlreichen Tongallen

Fauna: *Mactra* ? sp. indet.

Nr. 13 Blindenbach:

Koord.: (622.160/202.515/660)

Probe-Nr. 182

Lithologie: Gutgeschichteter Sandstein mit zahlreichen, unregelmäßigen mergeligen Einschaltungen und Schrägschichtung

Fauna: Fragmente von Bryozoen

Nr. 14 Neue Straße Niedermattgraben—Untere Hundschüpfen:

Koord.: (620.925/198.560/830)

Probe-Nr. 186

Lithologie: Siehe Figur 2, Schicht 11

Fauna (det. H. OERTLI 1964):

Elphidium sp. indet.

Rotalia ? sp. indet.

Cytheridea cfr. *acuminata* (BOSQUET)

Nr. 15 Neue Straße Niedermattgraben—Untere Hundschüpfen:

Koord.: (620.890/198.580/829)

Probe-Nr. 187 a

Lithologie: Siehe Figur 2, Schicht 9

Fauna:

Ostrea sp. indet.

Gastropoda indet.

Flora (det. R. HANTKE 1964):

Populus mutabilis HEER *Apocymophyllum* sp. indet.

Myrica sp. *Cinnamomophyllum* sp. indet.

Equisetum ? Unbestimmbare Pflanzenreste

2223 Fossilfundstellen im Helvétien s. l. (inkl. Niedermattschichten)
in den Nachbargebieten

LK Blatt 1167 (Worb):

In diesem Gebiet sind von Prof. R. F. RUTSCH anlässlich der Kartierung des Blattes Worb im Auftrag der SCHWEIZERISCHEN GEOLOGISCHEN KOMMISSION folgende Fossilfundstellen entdeckt worden:

Nr. 16 Westlich Enggistein:

Koord.: (611.887/198.053/730); (611.930/198.092/728)

Lithologie: Sandstein mit Geröllnestern, zum Teil siltig, gelblich-grünlichgrau

Fauna (det. R. F. RUTSCH):

Crassostrea gryphoides (SCHLOTHEIM) ?

Ostrea sp. indet.

Cordiopsis intercalaris (COSSMANN und PEYROT) ?

Megacardita jouanneti (BASTEROT) ?

Pelecypoda indet.

Turritella doublieri MATHERON

Turritella «studeri» MAYER

Naticidae gen. indet.

Chrysophrys sp. indet.

Haifischzähne

Pflanzenreste

Nr. 17 Baschi nördlich Enggistein:

— Koord.: (611.962/198.580/710)

Lithologie: Blaugraue Schiefermergel

Fauna (det. R. F. RUTSCH): *Meretrix* sp. indet.

Turritella doublieri MATHERON *Cardium* sp. indet.

Pecten sp. indet. *Dosinia* sp. indet.

— Koord.: (611.895/198.560/720)

Lithologie: Muschelsandstein

Fauna (det. R. F. RUTSCH):

Crassostrea gryphoides (SCHLOTHEIM)

Pecten sp. indet.

Nr. 18 Schafer bei Wikartswil:

Koord.: (612.505/198.765/719)

Lithologie: Sandstein, geröllführend, mit Geröllen bis 5 cm Durchmesser

Fauna (det. R. F. RUTSCH):

Crassostrea gryphoides (SCHLOTHEIM)

Turritella doublieri (MATHERON)

Turritella terebralis gradata (MENKE) ?

Nr. 19 Schwändigraben nordöstlich Zäziwil:

Koord.: (619.500/196.587/845)

Lithologie: Grobkörniger Sandstein mit zahlreichen Tongallen

Fauna (det. R. F. RUTSCH):

Naticidae gen. indet. *Gouldia* ? sp. indet.

Mactra ? sp. indet. *Pelecypoda* indet.

Cyllichnina ? sp. indet. *Tellina* ? sp. indet.

Eine weitere Fundstelle hat E. GERBER im Bigenthal entdeckt (unveröffentlichte Angabe in seinen Tagebüchern im Naturhistorischen Museum Bern):

Nr. 20 Metzgerhüsi nordwestlich Biglen:

Koord.: (613.475/198.070/710)

Lithologie: ?

Fauna nach GERBER:

Turritella sp. indet. *Pecten* sp. indet.

Ostrea sp. indet. *Cardium* sp. indet.

Zwei weitere Fundstellen hat Stud. CHR. SCHLÜCHTER entdeckt:

Nr. 21 Gumpi nordöstlich Walkringen:

Koord.: (614.540/200.195/755)

Lithologie: Graugrüner grobkörniger Sandstein

Fauna (det. R. F. RUTSCH): Zahlreiche Haifischzähne

Ostreidae gen. indet. Reptil- oder Fischrest

Nr. 22 Zäzibachgraben nördlich Zäziwil:

Koord.: (617.200/195.710/770)

Lithologie: Blaugraue Mergel von Sandstein überlagert

Fauna (det. R. F. RUTSCH):

Ostreidae gen. indet. Zahlreiche Haifischzähne

LK Blatt 1187 (Münsingen):

Nr. 23 Schwendlenbad: KISSLING 1903: 61

Koord.: (616.250/191.310/830)

Lithologie und Fauna: Siehe KISSLING 1903: 61 und RUTSCH, DROOGER, OERTLI 1958: 6

- Nr. 24** Schulhaus Niederhünigen: RUTSCH, DROOGER, OERTLI 1958: 4 bis 22
 Koord.: (615.185/191.800/690)
 Lithologie und Fauna: Siehe RUTSCH, DROOGER, OERTLI 1958: 4 bis 22
- Nr. 25 und 26** Schwendlenbach bei Niederhünigen:
 RUTSCH, DROOGER, OERTLI 1958: 4—22
 Zwischen Koord. (615.360/191.690/700) und Koord. (616.150/191.290/790) befinden sich zahlreiche Fundstellen
 Lithologie und Fauna: Siehe RUTSCH, DROOGER, OERTLI 1958: 4—22
- LK Blatt 1188 (Eggwil):**
- Nr. 27** Kalchofen nordöstlich Konolfingen: RUTSCH 1928: 56
 Koord.: (615.935/192.675/725)
 Lithologie und Fauna: Siehe RUTSCH 1928: 56
- Nr. 28** Bärbach nördlich Oberhünigen: RUTSCH 1928: 56
 Koord.: (617.110/192.900/750)
 Lithologie und Fauna: Siehe RUTSCH 1928: 56
- Nr. 29** Siglisbach—Inhalde östlich Oberhünigen: RUTSCH 1928: 57
 Koord.: (618.010/191.890/875)
 Lithologie und Fauna: Siehe RUTSCH 1928: 57
- Nr. 30** Siglisbach—Vögiberg östlich Oberhünigen: RUTSCH 1928: 57
 Koord.: (618.575/192.425/820)
 Lithologie und Fauna: Siehe RUTSCH 1928: 57
- Nr. 31** Schwendimatt ob Bowil: RUTSCH, DROOGER, OERTLI 1958: 23 bis 26
 Koord.: (620.675/192.850/845)
 Lithologie und Fauna: Siehe RUTSCH, DROOGER, OERTLI 1958: 23—26
- Nr. 32** Rifferseggwald ob Bowil: RUTSCH, DROOGER, OERTLI 1958: 27
 Koord.: (621.325/193.075/855)
 Lithologie und Fauna: Siehe RUTSCH, DROOGER, OERTLI 1958: 27

- Nr. 33 Stampfligraben südlich Signau: RUTSCH, DROOGER, OERTLI 1958: 27—28
Koord.: (621.950/193.000/865); (621.900/192.925/870)
Lithologie und Fauna: Siehe RUTSCH, DROOGER, OERTLI 1958: 27 bis 28
- Nr. 34 Schüpbachgraben südlich Signau: RUTSCH, DROOGER, OERTLI 1958: 28
Koord.: (622.550/193.575/830)
Lithologie und Fauna: Siehe RUTSCH, DROOGER, OERTLI 1958: 28

LK Blatt 1168 (Langnau i. E.):

- Nr. 35 Ramserengraben bei Trubschachen: LIECHTI 1928: 23
Koord.: (628.820/196.500/775)
Lithologie und Fauna: Siehe LIECHTI 1928: 23
- Nr. 36 Ramserengraben—Mueshüttli bei Trubschachen: LIECHTI 1928: 23
Koord.: (628.840/196.360/775)
Lithologie und Fauna: Siehe LIECHTI 1928: 23
- Nr. 37 Mühlebach bei Langnau: LIECHTI 1928: 24
Koord.: (626.675/197.525/775), Lokalisation unsicher
Lithologie und Fauna: Siehe LIECHTI 1928: 24
- Nr. 38 Goolgraben—Chamershus: KISSLING 1902: 98
Koord.: (628.890/198.650), Lokalisation unsicher
Lithologie und Fauna: Siehe KISSLING 1902: 98
- Nr. 39 Goolgraben—Vogelsang: KISSLING 1902: 98
Koord.: (627.950/200.400/790), Lokalisation unsicher
Lithologie und Fauna: Siehe KISSLING 1902: 98
- Nr. 40 Ilfisgraben (heute Brüggelengraben) südlich Langnau: KISSLING 1902: 100
Koord.: (626.150/197.325/800), Lokalisation unsicher
Lithologie und Fauna: Siehe KISSLING 1902: 100

Nr. 40a Westlich Bubenei bei Signau: FANKHAUSER 1872: 171

Vermutliche Koord.: (623.475/196.300)

Lithologie und Fauna: Siehe FANKHAUSER 1872: 171

223 *Hundschüpfenschichten*

Als Grenzhorizont zwischen Niedermatt- und Hundschüpfenschichten wurde ein fossilreicher Mergelhorizont gewählt (siehe Schicht 1, Fig. 13, oder Schicht 16, Fig. 2), der gleichzeitig auch die Faziesgrenze zwischen Oberer Meeresmolasse und Oberer Süßwassermolasse bildet. Dieser Horizont (Beschreibung siehe Abschnitt 2231 a) ist etwa 30 cm mächtig und lässt sich vom Riedberg durch den Niedermattgraben bis zum Obermattgraben verfolgen. Die Hundschüpfenschichten sind am besten zuoberst im Obermattgraben und im Niedermattgraben, speziell am Länggrat und an der neuen, noch unvollendeten Straße Niedermattgraben—Untere Hundschüpfen, aufgeschlossen. Im nördlichen Teil meines Arbeitsgebietes sind die Aufschlußverhältnisse äußerst mangelhaft, so im Nesselgraben, bei Mützlenberg und im Chilchgraben. Nur im Blindenbach, wo ich die Untergrenze der Hundschüpfenschichten auf 660 m ziehen konnte, findet man vereinzelte gute Aufschlüsse. Als Obergrenze wird vorläufig Schicht 32, Figur 13, des Typusprofils gewählt.

2231 Lithostratigraphie

a) Typokalität und Typusprofil

Die guten Aufschlußverhältnisse, die die neue Straße Niedermattgraben—Untere Hundschüpfen geschaffen hat, veranlaßten mich, das Typusprofil der Hundschüpfenschichten an dieser Straße aufzustellen, und zwar von der Obergrenze der Niedermattschichten auf 855 m an bis zu Punkt (620.380/198.745/910). Von hier zieht sich das Typusprofil längs eines Bächleins bis zu Punkt (620.265/198.780/965).

Makroskopische Beschreibung (siehe Fig. 13)

Auch in den Hundschüpfenschichten begegnet man einer unregelmäßigen Wechsellagerung von unterm Nagelfluh mit mehr oder weniger grobkörnigen Sandsteinen, mit dazwischen eingelagerten Mergelschichten, -linsen oder -nestern.

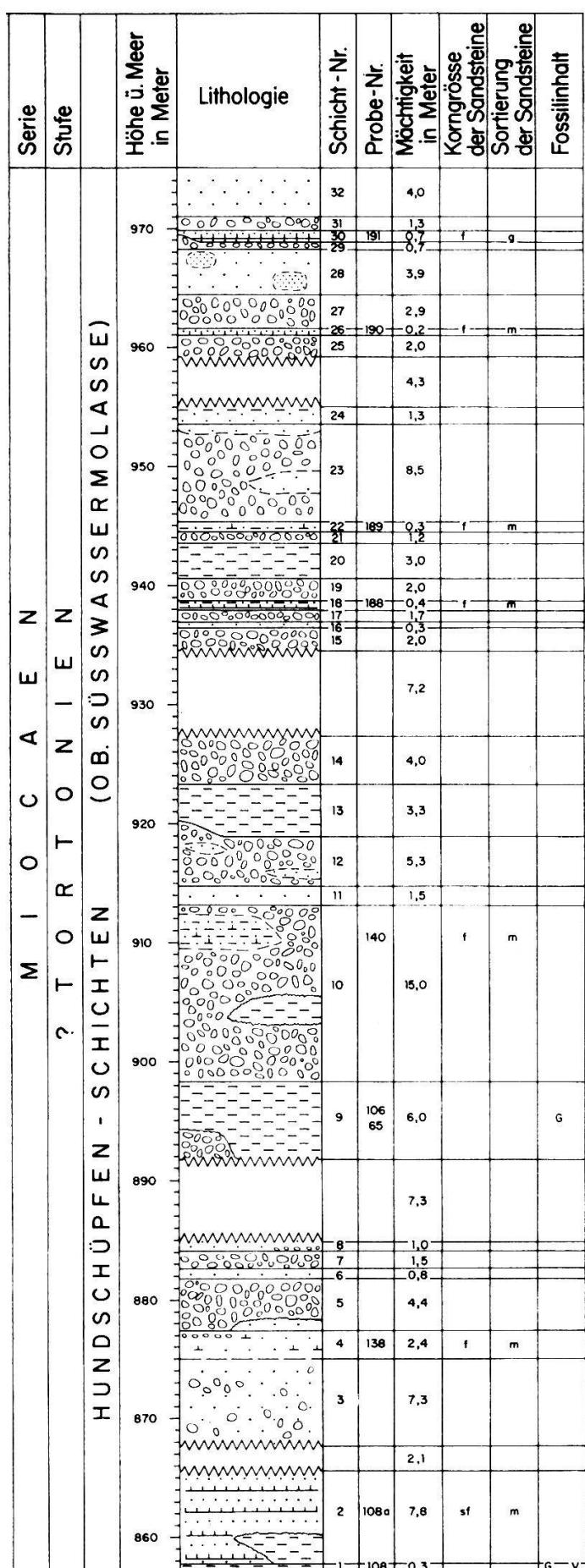
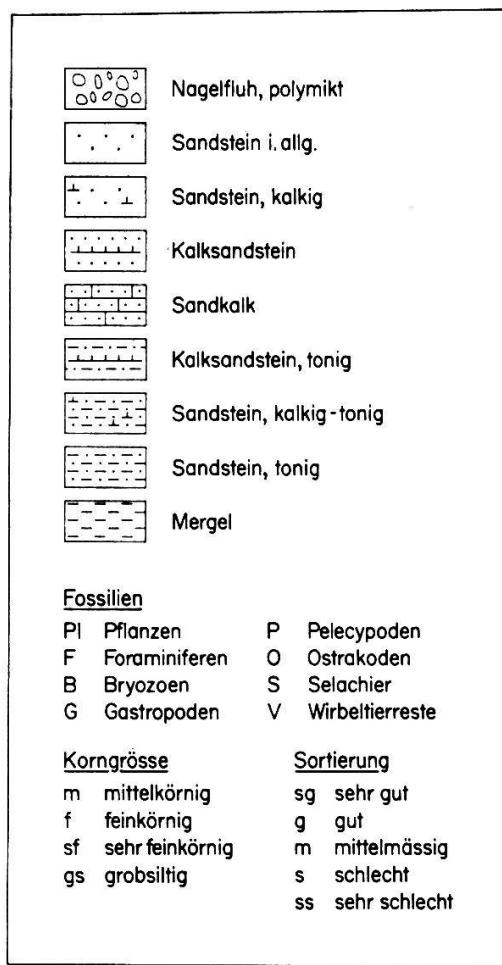


Fig. 13 Stratigraphisches Profil (Typusprofil) der Hundshüpfenschichten



Die Sandsteine wechseln in ihrer Farbe von grüngrau zu blaugrau oder grau. Meistens handelt es sich um kalkige, zuweilen auch tonige Sandsteine.

Die Mergel sind häufiger als in den Niedermattschichten. Die Basis der Hundsüpfenschichten bildet eine etwa 0,3 m mächtige Schicht braunvioletter, fossilreicher Mergel (Fig. 13, Schicht 1, Probe 108), die im Bereich des Niedermattgrabens, des Obermattgrabens und des Riedberges über mehrere km verfolgt werden kann. Diese Mergel sind oft von einer Schicht (0,1—0,5 m mächtig) grüner Mergel begleitet.

Auf Kote 900 m des Typusprofils der Hundsüpfenschichten liegt ein weiterer Mergelhorizont (Fig. 13, Schicht 9, Probe 106). Dieser Mergel ist zum Teil grau, zum Teil blaugelb gescheckt und stellenweise sandig.

Auf Kote 910 m des Profils stehen mehrere Nester weinroter, grauer oder gelbblau gescheckter siltiger Mergel an.

Die Nagelfluh ist auch hier polymikt. Wenige Gerölle erreichen 30 cm im größten Durchmesser; die meisten Geröll-Durchmesser liegen zwischen 3 und 7 cm.

Einzelbeschreibung:

Schicht 1: Trennhorizont Hundsüpfenschichten—Niedermattschichten: dunkelbraune, sandige Mergel mit zahlreichen Fossiltrümmern.

Schicht 2: Graugrüner, sehr feiner toniger Kalksandstein mit mergeligen Zwischenlagen.

Schicht 3: Unregelmäßige Wechsellagerung Sandstein/Nagelfluh.

Schicht 4: Graugrüner, feiner, kalkiger Sandstein mit Schrägschichtung; im oberen Teil Nagelfluhnester; Übergang zum Hangenden unscharf.

Schicht 5: Polymikte Nagelfluh, zuunterst eine Sandsteinbank.

Schicht 6: Massiger, nicht gebankter Sandstein.

Schicht 7: Polymikte Nagelfluh.

Schicht 8: Sandstein, im untern Teil von Nagelfluhschnüren durchzogen.

Schicht 9: Blaugelbe, sandige Mergel mit grauen Lagen. Basisfläche von Nagelfluh schräg abgeschnitten.

Schicht 10: Polymikte Nagelfluh mit Linsen und Bänken von feinem, kalkig-tonigem Sandstein. Zuunterst graue, rötliche und gelbblaue, unregelmäßig gelagerte Mergelpakete.

Schicht 11: Braungefleckter Sandstein.

Schicht 12: Polymikte Nagelfluh mit Sandsteinlinsen und -bänken, Mächtigkeit unregelmäßig.

Schicht 13: Bunte Mergel, meist gelbblau geflammt mit weinrötlichen Partien. Blaugelbe Partien = Mergel; rötliche Partien = sandige Mergel, zum Teil glimmerreich.

Schicht 14: Polymikte Nagelfluh, schlecht aufgeschlossen.

Schicht 15: Polymikte Nagelfluh.

Schicht 16: Graugrüne, glimmerreiche Sandsteinbank.

Schicht 17: Polymikte Nagelfluh.

Schicht 18: Bank von graugrünem, glimmerreichem, feinem, tonigem Kalksandstein.

Schicht 19: Polymikte Nagelfluh.

Schicht 20: Gelbgrünblau geflammter sandiger Mergel mit vereinzelten weinroten Partien.

Schicht 21: Polymikte Nagelfluh.

Schicht 22: Bank von feinem, kalkig-tonigem Sandstein.

Schicht 23: Polymikte Nagelfluh mit Sandsteinbänken.

Schicht 24: Gelbblau geflammter Sandstein, nach oben mergelig.

Schicht 25: Polymikte Nagelfluh.

Schicht 26: Bank von grüngrauem, feinem Kalksandstein.

Schicht 27: Polymikte Nagelfluh-

Schicht 28: Graugrüngelber Sandstein mit Knauern

Schicht 29: Polymikte Nagelfluh: Mächtigkeit unregelmäßig.

Schicht 30: Grauer harter bankiger feiner Kalksandstein mit Knauern.

Schicht 31: Polymikte Nagelfluh

Schicht 32: Grauer Sandstein, schlecht aufgeschlossen

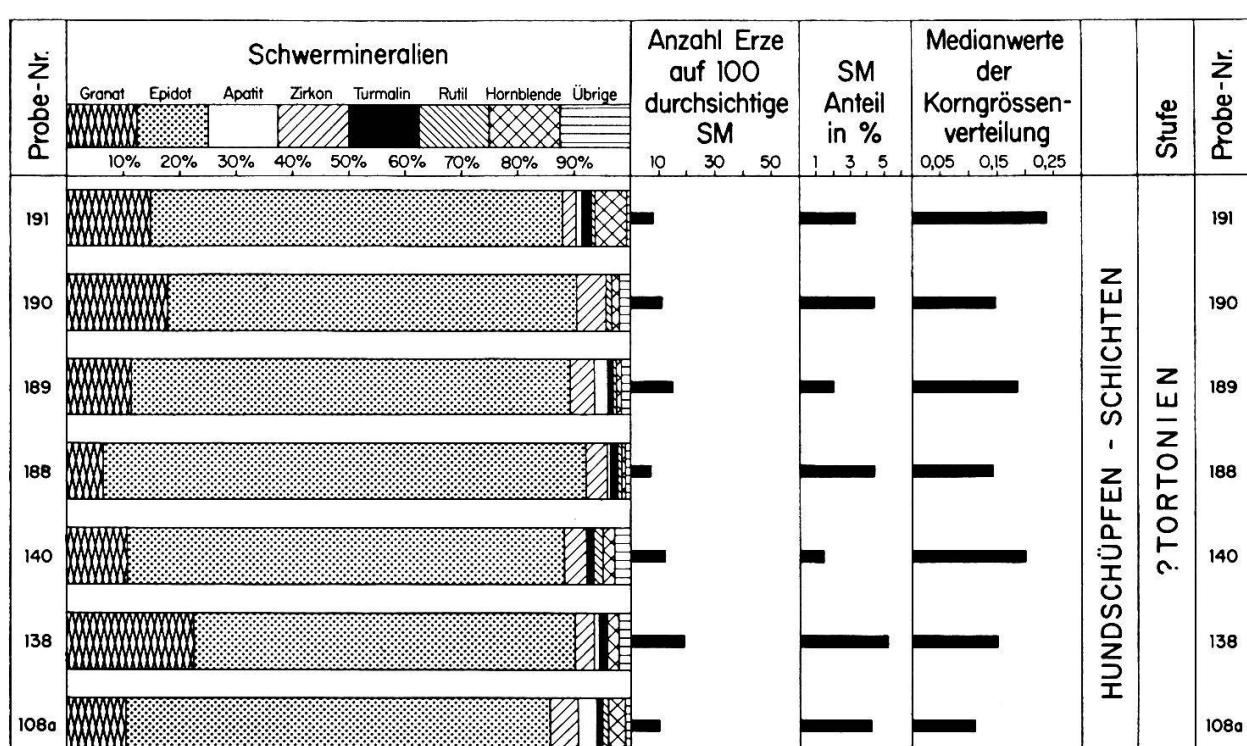


Fig. 14 Die Schwermineral-Verteilung im Typusprofil der Hundschüpfenschichten

Schwermineralien (siehe Fig. 14)

Die Schwermineral-Assoziation des Typusprofils der Hundschüpfenschichten unterscheidet sich kaum von derjenigen der Niedermattschichten, nur daß in den Hundschüpfenschichten die Epidotvormacht durchschnittlich noch ausgeprägter ist, was statistisch jedoch nicht beweisbar ist.

Granulometrische Verteilung

Sämtliche untersuchten Sandsteine dieses Profils sind mittelmäßig sortiert, mit Ausnahme der gut sortierten Probe 191. Sämtliche Proben enthalten auch feine bis sehr feine (Probe 108 a) Sandsteine. Auch hier läßt sich kein Zusammenhang zwischen Sortierungsgrad und Medianwert erkennen.

Leichtmineralien und Karbonatgehalt (siehe Fig. 15)

Die Leichtmineral-Assoziation unterscheidet sich nicht wesentlich von der des Typusprofils der Niedermattschichten. In den Proben 190 und 191 wurde Glaukonit vorgefunden. Probe 190 zeigt eine fast ausschließlich calcitische, Probe 191 eine karbonatische Matrix.

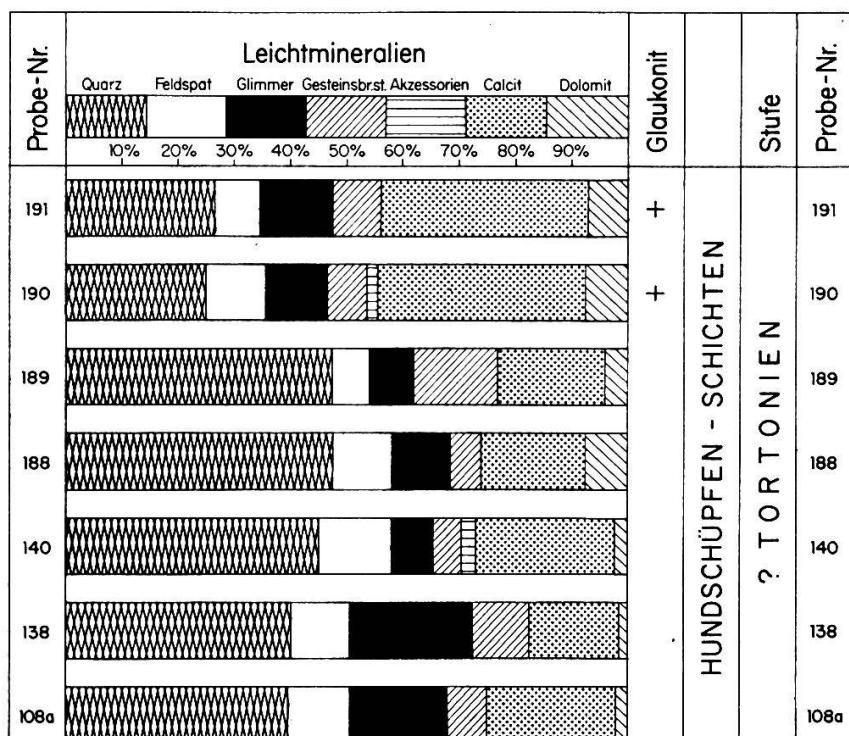


Fig. 15 Die Leichtmineral-Verteilung im Typusprofil der Hundschüpfenschichten

b) Riedbergprofil

Makroskopische Beschreibung

Die Gesteine der Hundschüpfenschichten sind am Riedberg spärlich aufgeschlossen. Eine Schicht gelbgrün gescheckter Mergel mit einer dunkleren, fossilhaltigen Zone ist überlagert von schlecht gebanktem, grobsiltigem, kalkig-tonigem Sandstein.

Einzelbeschreibung (siehe Fig. 7)

Schicht 30: Trennhorizont Hundschüpfenschichten—Niedermattschichten: dunkelbraune, sandige Mergel mit zahlreichen Fossiltrümmern.

Schicht 31: Gelbgrüne, zum Teil sandige Mergel.

Schicht 32: Grüngelber, grobsiltiger, kalkig-toniger Sandstein.

Schwermineralien (siehe Fig. 8)

Die Probe 141 weist dieselbe Schwermineral-Assoziation wie das Typusprofil auf. Sie zeigt den zweithöchsten Epidotgehalt unter den im Blasenfluhgebiet untersuchten Proben.

Granulometrische Verteilung

Bei Probe 141 handelt es sich um mittelmäßig sortierten, grobsiltigen, kalkig-tonigen Sandstein. Obwohl dieser Sandstein in limnisch bis fluviatilem Milieu abgelagert wurde, ist seine Sortierung nicht schlechter als die der meisten Proben der Niedermattschichten am Riedberg.

Leichtmineralien und Karbonatgehalt (siehe Fig. 9)

Probe 140 unterscheidet sich nicht von den stratigraphisch tiefern Riedbergproben. Im Dünnschliffbild erkennt man vor allem detritisches Material; die Matrix tritt sehr stark zurück.

c) Blindenbachprofil

Makroskopische Beschreibung

Koordinaten der Probeentnahmestellen:

178 (621.665/202.402/745)

179 (621.785/202.495/705)

180 (621.925/202.610/685)

181 (622.105/202.653/665)

- Probe 178: Graue, feinkörnige, kalkig-tonige Sandsteinlinse aus einer schmalen Nagelfluhschicht. Der ganze Schichtkomplex stellt eine horizontal sehr unregelmäßig verlaufende Wechsellagerung von Nagelfluh und bunten, bald sandig-siltigen, bald fettig-tonigen Mergeln dar.
- Probe 179: Graugrüner, feinkörniger Kalksandstein-Knauer aus einer horizontal sehr unruhig verlaufenden Schichtfolge, überlagert von Sandstein, unterlagert von sandigen Mergeln, die seitlich in Nagelfluh übergehen.
- Probe 180: Sehr stark verfestigte, graugrüne, feinkörnige Kalksandsteinbank mit örtlich wechselnder Körnigkeit;
Hangendes: Nagelfluh; Liegendes: graugrüne Mergel.
- Probe 181: Graugrüne, unregelmäßig geschichtete, feinkörnige Kalksandsteinbank, über- und unterlagert von Nagelfluh.

Schwermineralien (siehe Fig. 10)

Die Schwermineral-Assoziation des Blindenbaches in den Hundschüpfenschichten unterscheidet sich nicht vom übrigen untersuchten Blasenfluhgebiet. Es herrscht Epidot vor; die anderen Mineralien spielen die Rollen von Nebengemengteilen oder Akzessorien.

Granulometrische Verteilung

- Probe 178: Gut sortiert
 Probe 179: Schlecht sortiert
 Probe 180: Mittelmäßig sortiert
 Probe 181: Schlecht sortiert.

Alle vier Proben sind feine Sandsteine, so daß kein Zusammenhang zwischen Medianwert und Sortierungsgrad besteht. Der durchschnittliche Sortierungsgrad ist höher als der der Proben aus den marinen Niedermattschichten des Blindenbachs (siehe Seite 113).

Leichtmineralien und Karbonatgehalt (siehe Fig. 11)

Die quantitative Leichtmineralverteilung ist hier dem Typusprofil ähnlich.

In den Dünnschliffen erscheint die Matrix der untersuchten Sandsteine hauptsächlich calcitisch oder karbonatisch, stellenweise tonig. In Probe 182 besteht sie aus winzigen silikatischen und karbonatischen Körnchen. In Probe 181 werden sehr viele zerbrochene Quarzkörner, die mit Calcit verheilt sind, beobachtet.

2232 Fossilinhalt der Hundschüpfenschichten im Untersuchungsgebiet (siehe Fig. 12)

a) Fossilfundstellen aus der Literatur

Nr. 41 Signauschloß: RUTSCH 1928: 60

Koord.: (620.350/195.380/855)

Lithologie: Dunkelgrüner, fetter Mergel, unter- und überlagert von mittelkörnigem Sandstein

Fauna: *Mastodon* sp. indet. (letzter Molar des linken Unterkiefers, Steinkern der Pulpahöhle mit Dentin und Schmelzrest), gefunden von Dr. STEINER-BALTZER 1928.

Land- oder Süßwasser-Gastropoden

b) Neuentdeckte Fossilfundstellen

Nr. 42 Länggrat:

Koord.: (620.403/198.528/855)

Probe-Nr. 28

Lithologie: Siehe Figur 13, Schicht 1

Fauna (det. R. V. BLAU 1964): *Planorbinae* gen. indet.

Cepaea cfr. *silvana* (KLEIN) 1853 *Lymnaeinae* gen. indet.

Cepaea ? sp. indet. *Helicidae* gen. indet.

Nr. 43 Strick:

Koord.: (620.655/201.173/865)

Probe-Nr. 53

Lithologie: Temporärer Aufschluß: graugrüner Sandstein mit Pflanzenresten, darüber Mergel

Flora: Verkohlte Holzstücke

Nr. 44 Neue Straße Niedermattgraben—Untere Hundschüpfen

Koord.: (620.382/198.728/900)

Probe-Nr. 65

Lithologie: Siehe Figur 13, Schicht 9

Fauna: *Helicidae* gen. indet.

Nr. 45 Neue Straße Niedermattgraben—Untere Hundschüpfen

Koord.: (620.517/198.650/900)

Probe-Nr. 106

Lithologie: Siehe Figur 13, Schicht 9

Fauna (det. R. V. BLAU 1964):

Cepaea ? sp. indet. *Lymnaeinae* gen. indet.

? *Triptychia* sp. ? *Ferrussacidae*

Planorbinae gen. indet. Bruchstücke von Mikromammaliern

Nr. 46 Neue Straße Niedermattgraben—Untere Hundsüpfen

Koord.: (620.730/198.675/855)

Probe-Nr. 108

Lithologie: Siehe Figur 13, Schicht 1

Fauna (det. R. V. BLAU 1964):

Klikia sp. indet. *Helicidae* gen. indet.

Cepaea sp. indet. Bruchstücke von Mikromammaliern

Nr. 47 Blindenbach:

Koord.: (622.105/202.653/665)

Probe-Nr. 83

Lithologie: Mergeleinschlüsse einer Nagelfluhbank. Einschlüsse bald graublau und tonig, bald gelblich oder grünlichgrau; Fossiltrümmer stammen aus den gelblichen Partien. Ganzer Aufschluß bildet Wechsellagerung von Nagelfluh und Mergel.

Fauna: *Helicidae* gen. indet.

Nr. 48 Obermattgraben:

Koord.: (620.540/197.805/855)

Probe-Nr. 161

Lithologie: Gleiche stratigraphische Stelle wie Figur 13, Schicht 1

Fauna: Unbestimmbare Fragmente von Landschnecken

Nr. 49 Obere Hundsüpfen:

Koord.: (620.487/197.706/885)

Probe-Nr. 165

Lithologie: Tonig-fette, graue und bräunlich-gelbgrünlich gescheckte Mergel, von Nagelfluh überlagert

Fauna: Unbestimmbare Fragmente von Landschnecken

Nr. 50 Riedberg:

Koord.: (622.130/198.580/860)

Probe-Nr. 215

Lithologie: Siehe Figur 7, Schicht 29

Fauna: *Helicidae* gen. indet.

- 2233 *Fossilfundstellen im ? Tortonien (Hundschüpfenschichten und tiefer liegende Teile der Oberen Süßwassermolasse) in den Nachbargebieten*

LK Blatt 1167 (Worb) :

Im Rahmen der geologischen Aufnahmen des LK Blattes 1167 Worb für die SCHWEIZERISCHE GEOLOGISCHE KOMMISSION hat Prof. R. F. RUTSCH folgende Fossilfundstellen gefunden:

- Nr. 51 Chratzme südwestlich Landiswil:**
Koord.: (618.045/199.765/875)
Lithologie: Olivgrünliche, tonige Mergel
Fauna: *Helicidae* gen. indet.
Triptychia sp. indet.
- Nr. 52 Lindenweid südlich Landiswil:**
Koord.: (618.520/199.510/895)
Lithologie: Hellgelbe, tonige Mergel
Fauna: *Helicidae* gen. indet.
Triptychia sp. indet.
- Nr. 53 Zimmermatt süd-südöstlich Landiswil:**
Koord.:
a) (619.005/199.515/897)
b) (618.995/199.450/920)
Lithologie:
a) Mergel mit nesterartigen dunkelgraublauen Tonen
b) Tone und Mergel, blaß olivgrün
Fauna:
a) *Helicidae* gen. indet.
Verkohlte Pflanzenreste
b) *Helicidae* gen. indet.
- Nr. 54 Aetzlischwand, Nesselgraben:**
Koord.: (619.935/199.225/900)
Lithologie:

- graugrüner, gebankter Sandstein; 50 + x cm
- graugrüner, massiger, weicher Sandstein; 60 cm
- Nagelfluh; Gerölle nach oben spärlicher; 35 cm
- grauer, nach oben dunkler, tonig-fettiger Mergel, stark fossilhaltig; 33 cm
- grüngrau-gelb gescheckter, glimmerreicher Mergel; im obersten Teil Fossilfragmente; x + 2,6 m

Fauna (det. R. V. BLAU 1964) :

Klikia sp. indet.

Cepaea ? sp. indet.

Triptychia sp. indet.

Helicidae gen. indet.

Tropidomphalus (Pseudochloritis) cfr. *incrassatus* (KLEIN) 1853

Nr. 55 Schwändigraben nordöstlich Zäziwil:

Koord.: (619.450/196.550/860)

Lithologie: Gelbgrüner, glimmerreicher, siltiger Sandstein

Fauna (det. R. V. BLAU 1964) :

Triptychia (Triptychia) sp. indet.

Tropidomphalus (Pseudochloritis) cfr. *incrassatus* (KLEIN) 1853

Cepaea cfr. *silvana* (KLEIN) 1853

Helicidae gen. indet.

Celtis sp.

LK Blatt 1168 (Langnau i. E.) :

Nr. 56 Brüggengraben (Ilfisgraben) bei Langnau: LIECHTI 1928: 28

Koord.: (626.150/197.180/810)

Nr. 57 Mühlebach bei Langnau: LIECHTI 1928: 28

Koord.: (626.875/197.445/810)

Nr. 58 Hühnerbach—Emdacker: LIECHTI 1928: 28

Koord.: (627.370/197.470/815)

Nr. 59 Hühnerbach—Schulhaus: LIECHTI 1928: 28

Koord.: (627.225/197.150/820)

Nr. 60 Hühnerbach—Bühlgraben W: LIECHTI 1928: 28
Koord.: (627.365/196.575/850)

Nr. 61 Hühnerbach—Bühlgraben E: LIECHTI 1928: 28
Koord.: (627.385/196.545/850)

Nr. 62 Hühnerbach—Fuchslochgraben: LIECHTI 1928: 28
Koord.: (627.730/196.375/850)

Nr. 63 Hühnerbach—Schleifsteingraben: LIECHTI 1928: 29
Koord.: (628.250/196.360/850)

Nr. 64 Ramserengraben—Lingummen: LIECHTI 1928: 29
Koord.: (628.430/195.900/860)

Nr. 65 Ramserengraben—Hüpfenboden: LIECHTI 1928: 29
Koord.: (628.825/195.740/860)

Nr. 66 Krattengraben bei Aeschau: LIECHTI 1928: 31
Koord.: (626.500/195.020/850)
Lithologie und Fauna der Fundstellen 56—66:
Siehe LIECHTI 1928: 28—31

Nr. 67 Goolgraben—Flederbach: KISSLING 1902: 99
Koord.: (627.650/200.675), Lokalisation unsicher
Lithologie und Fauna: Siehe KISSLING 1902: 99

Nr. 68 Ob. Frittenbach—Kohlerengraben: KISSLING 1902: 99, 100
Koord.: (626.730/200.890), Lokalisation unsicher
Lithologie und Fauna: Siehe KISSLING 1902: 99, 100

Nr. 69 Ob. Frittenbach südwestlich Brunnengrat: G. DELLA VALLE 1963
Koord.: (627.075/201.795/815)
Lithologie: Graue Mergel
Fauna: *Helicidae* gen. indet.

Nr. 70 Ob. Frittenbach zwischen Buuchi und Hohgrat:
G. DELLA VALLE 1963

Koord.: (627.000/201.500/830)

Lithologie: Dunkelgraue Mergel

Fauna: *Helicidae* gen. indet.

Nr. 71 Ob. Frittenbach zwischen Buuchi und Hohgrat:

G. DELLA VALLE 1963

Koord.: (626.910/201.580/800)

Lithologie: Sandige, dunkelbraun-violette Mergel

Fauna: *Helicidae* gen. indet.

Nr. 72 Wannenfluh bei Ramsei:

Mündliche Mitteilung Prof. R. F. RUTSCH

Koord.: (205.830/621.515/690)

Lithologie: Gelbgrüner Mergel, von Nagelfluh überlagert

Fauna: Helicidenreste

Nr. 73 Wannenfluh östlich Ramsei:

Mündliche Mitteilung Prof. R. F. RUTSCH

Koord.: (621.925/205.360/630)

Lithologie: Gelbgrüner Sandstein mit Mergelzwischenlagen

Fauna: *Helicidae* gen. indet.

Nr. 74 Wannenfluh östlich Ramsei: KAUFMANN 1886: 475

Vermutliche Koord.: (621.550/205.200/600?)

Lithologie und Fauna: Siehe KAUFMANN 1886: 475

224 *Ergebnisse der lithologischen und sedimentpetrographischen Untersuchungen*

In bezug auf Psephite und Psammite bilden die Gesteine der Niedermattschichten und der Hundschnüpfenschichten eine lithologische Einheit. In den Niedermattschichten sind die Knauersandsteine häufiger, die Mergel seltener und eher als Teile sedimentogener Strukturen als in Form von Schichten vorhanden. In den Hundschnüpfenschichten sind die Mergel häufiger. Von den zwei Mergelzonen (siehe Fig. 13), die eine gewisse Horizontbeständigkeit aufweisen, bildet die untere, auf Grund der biostratigraphischen Verhältnisse, den Trennhorizont Niedermattschichten—Hundschnüpfenschichten.

Während die Mergel der Niedermattschichten meist grau bis grau-grün sind, können die der Hundsüpfenschichten blaugelb gescheckt sein; Schicht 10 (Fig. 13) enthält Nester weinroter Mergel. Die Schwermineral-Assoziation ist in beiden Schichtgruppen einheitlich: überall herrscht Epidot vor, der zwischen 50 und 85 % variieren kann. Als zweithäufigstes Mineral tritt Granat auf. Die übrigen Mineralien spielen die Rolle von Nebengemengteilen oder Akzessorien. Wie bereits festgestellt, unterscheidet sich die Schwermineral-Assoziation überhaupt nicht von derjenigen der gleichaltrigen Schichten im Napfgebiet. Während der Oberen Meeressmolasse und der Oberen Süßwassermolasse gehörte das Untersuchungsgebiet wahrscheinlich zum gleichen Schüttungsgebiet wie der Napfschuttfächer.

Die Leichtmineral-Assoziation und die granulometrische Verteilung sind ebenfalls in beiden Schichtgruppen ähnlich. Der Glaukonit, als sogenanntes «fazielles Leitmineral», ist in den graphischen Darstellungen der Leichtmineralien in einer speziellen Rubrik eingetragen.

Wenn angenommen wird, Glaukonit sei umlagerungsempfindlich, so wäre dieses Mineral nicht faziesempfindlich, denn es kommt sowohl in den Hundsüpfen-, wie auch in den Niedermattschichten vor. MORNOD benutzt zwar in seinen Untersuchungen (1945: 449, 1949: 40) Glaukonit neben den Fossilien als Faziesindikator. HABICHT dagegen erwähnt (1945: 134, 135) Glaukonitfunde in der Unteren und Oberen Süßwassermolasse, erklärt aber diese Erscheinung durch die Gegenwart von glaukonithaltigen Flyschgerölle. Bei den Proben aus dem Blasenfluhgebiet war es nicht möglich, authigenen von allothigenem Glaukonit zu unterscheiden, folglich eignet sich Glaukonit als Faziesindikator in diesem Falle nicht.

225 *Chronostratigraphie*

2251 Niedermattschichten

Zur chronostratigraphischen Datierung der Niedermattschichten ist in erster Linie ihre Stellung im Schichtverband maßgebend. RUTSCH (1928, 1958) hat, vom Stratotyp des Helvétien am Imihubel ausgehend, mehrere lithostratigraphische und biostratigraphische Leithorizonte durch den Belpberg und Lochenberg in das Gebiet des Niederhünigengrabens und des Bärbaches bei Zäziwil nachweisen können (vgl. BECK

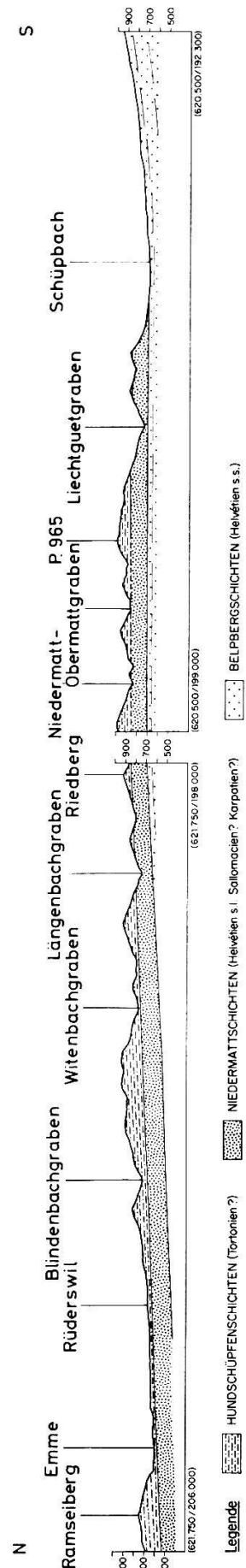


Fig. 16 Geologisches Querprofil zwischen Kurzenberg und Ramseiberg; Maßstab 1 : 50 000

und RUTSCH 1949). Die im Profil bei Niederhünigen auftretenden fossilreichen Horizonte mit der Fauna des Stratotyps konnten von RUTSCH später (RUTSCH, DROOGER, OERTLI 1958) über Siglisbach—Vögiberg bis nach Schwändimatt ob Bowil verfolgt werden. Der im Profil des Niederhünigenbaches etwa 55 m unter der Dachfläche des Muschelsandsteins (des obersten Horizontes im Typusprofil des Helvétien) auftretende buntgefärbte Mergelhorizont mit mariner Fauna steht bei Schwändimatt in 845 m an (Koord. 620.675/192.850). Wie aus dem Profil in Fig. 16 hervorgeht, fallen diese fossilführenden Schichten bei Schwändimatt ob Bowil mit 7° nach Norden (Fallazimut: 357°) und tauchen bereits südlich meines Untersuchungsgebietes unter die Talsohle. Aus dieser Lage im Schichtverband ist ersichtlich, daß der stratigraphisch tiefste Teil der Niedermattschichten entweder noch die obersten Partien des Stratotyps des Helvétien umfaßt oder stratigraphisch knapp darüber liegt. Mindestens ein Teil der Niedermattschichten ist also stratigraphisch jünger als der Stratotyp des Helvétien. Eine chronostratigraphische Altersbestimmung auf Grund des schlecht erhaltenen Fossilinhalts ist nicht möglich.

Über dem typischen Helvétien liegt also noch eine marine bis brackische Serie («Obere Meeresmolasse»), die nicht mehr als Helvétien s. s. bezeichnet werden darf. Dieselbe Schichtfolge ist von Prof. RUTSCH im westlich benachbarten Blasenfluhgebiet nachgewiesen worden (siehe Fundstellen Nr. 19, Schwändigraben; Nr. 22, Zäzigraben: Fig. 12). Im westlich an das Blasenfluhgebiet anschließenden Bigenthal fallen die Schichten schwach nach Nordosten. Die Fossilfundstellen zwischen Enggistein und Wikartswil (Nr. 16, Enggistein; Nr. 17, Baschi; Nr. 18, Schäfer: siehe Fig. 12) enthalten eine Fauna, die derjenigen des Stratotyps des Helvétien entspricht (*Megacardita jouanneti* [BASTEROT] ?). Auch hier zeigt sich deutlich, daß die Niedermattschichten mindestens teilweise jünger als das typische Helvétien s. s. sind. Damit entsprechen die Niedermattschichten möglicherweise den in der Aquitaine als Sallomacien und in der karpatischen Vortiefe als Karpatien beschriebenen chronostratigraphischen Einheiten. RUTSCH hat (1929: 69) bereits darauf hingewiesen, daß der Typus des Sallomacien zeitlich etwas jünger einzustufen sei als der Typus des Helvétien am Imihubel. Diese Korrelation ist neuerdings durch ALVENERIE, JULIUS, MOYES und VIGNEAUX (1964: Manuscript, présenté au Congrès du Néogène Méditerranéen, 3^e session Berne) bestätigt worden, die nachweisen konnten, daß zwischen dem

Typus des Burdigalien und dem Typus des Sallomacien eine, bisher unbekannte, Schichtserie vorhanden ist.

Andrerseits ist im Miozän des Karpatenraumes eine mächtige marine Serie nachgewiesen worden (CICHA und SENES: Mitteilung 3^e assemblée du Comité du Néogène Méditerranéen 1964), die auf Grund ihrer Fauna ins Hangende des Stratotyps des Helvétiens gestellt wird und ihrerseits das Liegende des Untertortons mit Lageniden-Fauna bildet. Für diese Schichtserie haben CICHA (1959, 1960), CICHA und TEJKAL (1959), CICHA, TEJKAL und SENES (1960), CICHA, SENES und TEJKAL (1962), CICHA, CTYROKY (1962), PAPP (1963), CICHA und SENES (1964) den Begriff Karpatien vorgeschlagen (vgl. Tab. 1).

2252 Hundsüpfenschichten

Die Hundsüpfenschichten sind auf Grund ihrer Stellung im Schichtverband jünger als die Niedermattschichten (siehe Fig. 16). Sie enthalten keine marinischen Faunenelemente mehr, gehören also faziell zur «Oberen Süßwassermolasse».

An ihrer Basis tritt ein fossilreicher Mergelhorizont auf (Fig. 13, Schicht 1), aus welchem R. V. BLAU *Cepaea* cfr. *silvana* (KLEIN) (Fundstellen Nr. 42, Länggrat, und Nr. 46, Neue Straße Niedermattgraben—Untere Hundsüpfen: Fig. 12) bestimmt hat. Aus dem gleichen stratigraphischen Horizont hat Prof. RUTSCH im westlich anschließenden Gebiet an der Fundstelle Nr. 55, Schwändigraben bei Zäziwil, und der Fundstelle Nr. 54, Aetzlischwand, einen *Tropidomphalus* nachgewiesen, welcher von R. V. BLAU als *Tropidomphalus (Pseudochloritis)* cfr. *incrassatus* (KLEIN) bestimmt worden ist.

Cepaea silvana (KLEIN) würde nach WENZ (1923: 678) bereits im Helvétien auftreten und bis ins Pontien reichen. Das Auftreten im Helvétien ist aber bis jetzt keineswegs gesichert, da das Helvétien-Alter der von WENZ erwähnten Fundstellen in dem Sinne nicht bewiesen ist, als eine Korrelation mit dem Typus des Helvétien (Korrelation 1. Ordnung) in keinem Fall möglich ist. Wichtig ist dabei die Tatsache, daß in der fluvi-terrestrischen Interkalation im typischen Helvétien beim Schwendlenbad *Cepaea silvana* nicht vorzukommen scheint. Wohl wird sie von KISSLING von dieser Fundstelle zitiert; R. V. BLAU konnte sie jedoch dort nicht nachweisen.

Ein Helvétien s.l.-Alter der Basismergelzone der Hundschnüpfenschichten ist daher nicht wahrscheinlich, kann aber vorläufig nicht mit volliger Sicherheit ausgeschlossen werden. Sicher ist dieser Horizont jünger als der Stratotyp des Helvétien s. s.

Tropidomphalus (Pseudochloritis) cfr. incrassatus (KLEIN) kommt sowohl im Basismergelhorizont (Fundstelle Nr. 55, Schwändigraben, Fig. 12) der Hundschnüpfenschichten wie auch in einem stratigraphisch höheren Horizont desselben Schichtkomplexes (Fundstelle Nr. 54, Aetzli-schwand, Fig. 12) vor. Nach WENZ (1923: 510—517) sind alle Unterarten von *Tropidomphalus (Pseudochloritis) incrassatus* auf das Tortonien und Sarmatien beschränkt. Nach KISSLING wäre diese Art jedoch ebenfalls im Helvétien beim Schwendlenbad nachgewiesen. R. V. BLAU hat die Funde von Schwendlenbad revidiert und kommt zum Schluß, daß diese Stücke artlich unbestimmbare sind, daß sogar die Zuweisung zur Gattung *Tropidomphalus* fraglich ist. Ferner beschreiben KISSLING (1894: 19) und BURRI (1951: 41) die Art *incrassatus* aus Schichten des Jensberges, die dem Helvétien zugewiesen worden sind. Abgesehen davon, daß diese Alterszuweisung fraglich ist, handelt es sich bei den Funden vom Jensberg um artlich nicht bestimmbare Formen, deren Zuweisung zum Teil zur Gattung *Tropidomphalus* unsicher ist.

HÜRZELER (1932: 266) hat aus dem aargauischen Mittelland eine Fauna bestehend aus *Cepaea silvana* (KLEIN) und *Tropidomphalus (Pseudochloritis) incrassatus* (KLEIN) (nach den Bestimmungen durch BAUMBERGER) zitiert. Die mit dieser Molluskenfauna zusammen auftretenden Säuger würden, nach HÜRZELER, vielleicht auf unteres Vindobonien schließen lassen. Aber auch in diesem Falle ist keine Korrelation mit dem Stratotypus des Helvétien möglich.

Der Nachweis, daß *Tropidomphalus (Pseudochloritis) incrassatus* (KLEIN) im Helvétien s. s. auftritt, ist also bis jetzt nicht erbracht worden. Es läge daher nahe, die Hundschnüpfenschichten dem Tortonien zuzuweisen. Das ist möglich und sogar wahrscheinlich, bleibt aber solange unbewiesen, als eine Korrelation mit dem Stratotyp des Tortonien (Sant'Agata Fossili in Piemont, CITA 1964) nicht durchführbar ist. Es kann nur gesagt werden, daß die Hundschnüpfenschichten wahrscheinlich den Silvana-Schichten Süddeutschlands zeitlich entsprechen.

BAUMBERGER hat *Cepaea silvana* und *Tropidomphalus (Pseudochloritis) incrassatus* (KLEIN) in den von ihm als Silvana-Schichten bezeichne-

ten Schichtkomplexen im Tafeljura der Kantone Basel-Land und Solothurn beschrieben. Nach BAUMBERGER kämen die beiden Arten im Miozän-Profil bei St. Gallen unmittelbar über den marinen St. Galler-Schichten vor, die auf Grund ihres Fossilinhaltts mit dem typischen Helvétien korreliert werden konnten.

23 **Tektonik**

ARBENZ (1925: 4) nimmt an, die Molasse des mittleren Emmentals bilde eine breite, flache Mulde, deren Nordschenkel bei Burgdorf, der Südschenkel bei Eggiwil und Schüpbach aufsteigt. RUTSCH (1928: 168) verfolgte die Belpbergsynklinale nach Osten und stellte fest, daß sie sich im mittleren Emmental zu einer breiten Mulde erweitert. Der Südschenkel fällt in der Gegend südlich von Bowil mit etwa 7° nach Norden (mündliche Mitteilung Prof. R. F. RUTSCH). Der Nordschenkel der Mulde beginnt erst in der Gegend von Affoltern, Eriswil, Willisau. Nach GERBER (1950: 52) bildet der Nordschenkel der Belpbergsynklinale den Südschenkel der weiter südwestlich feststellbaren Frienisberg-Antiklinale.

Zuverlässige Schichtmessungen sind im untersuchten Gebiet selten möglich. Die Schichtlage ist genauer durch Lagekonstruktion von horizontbeständigen Schichten zu erfassen. Diese Methode, am Trennhorizont Niedermatt—Hundsüpfenschichten angewandt, ergab im Gebiet des Nieder- und Obermattgrabens eine horizontale Schichtlage. RUTSCH errechnete nach derselben Methode an der Wannenfluh (Ramseiberg) ein Schichtfallen von 4° nach Norden (Fallazimut 354°). Fallmessungen bei Fännersmühle (bei Rüderswil) ergaben ebenfalls ein Nord-Fallen von 4° (Fallazimut 1°), im Blindenbachgraben ein Nord-Nordwest-Fallen von $2-3^{\circ}$ (Fallazimut 330°).

Im mittleren Emmental schließt somit an den Südschenkel der Belpbergsynklinale zunächst eine horizontale Zone (Gebiet des Niedermatt- und Obermattgrabens) an. Die Schichten fallen weiter nördlich nach Norden (siehe Fig. 16), um erst bei Sumiswald, Lützelflüh, Goldbach nach Süden einzufallen (GERBER 1950: Tafel I). Es besteht eine schwach ausgeprägte zweite Mulde, die ich Ramsei-Synklinale nenne (siehe Fig. 1). Der Südschenkel der Frienisberg-Antiklinale bildet demnach den Nordschenkel der Ramsei-Synklinale. Die Grenze Obere Süßwasser-

molasse—Obere Meeresmolasse fügt sich gut in dieses Bild ein: sie senkt sich vom Niedermattgraben (855 m) zum Blindenbachgraben (660 m) und zum Ramseiberg (unter 600 m) — was einen Fallbetrag von etwa 3° ergibt — um erst bei Lützelflüh (660 m) wieder anzusteigen.

Es liegen noch keine Untersuchungen vor, die es gestatten würden, die Ramsei-Synklinale nach Westen oder nach Osten zu verfolgen.

24 *Stratigraphische Beziehungen zu den Nachbargebieten*

241 *Napfgebiet*

Die ersten Gliederungsversuche der Molasse im Napfgebiet stammen von KAUFMANN (1872, 1886). Später haben sich KISSLING (1902, 1903), LIECHTI (1928) und RUTSCH (1928) mit diesen Problemen auseinandergesetzt (vgl. Tab. I).

Der Versuch, das bei Bowil nachgewiesene Helvétien (Fundstellen Nr. 31, Schwendimatt; Nr. 33, Stampfgraben; Nr. 34, Schüpbachgraben, Fig. 12) ins Gebiet des Emmentals weiter zu verfolgen, ist bis jetzt nicht gelungen. FANKHAUSER (1872: 171) hat westlich Bubenei (Fundstelle Nr. 40a, Fig. 12) Austern gefunden und KISSLING (1902: 98—100) im Brügglen- (Ilfis-) Graben (Fundstelle Nr. 40) und im Goolgraben östlich der Ilfis (Fundstellen Nr. 38, 39) eine marine Fauna nachgewiesen. Dadurch ist die Fortsetzung der Oberen Meeresmolasse bis in den Westfuß des Napfs belegt. Die Fundstelle Nr. 40a, Bubenei, dürfte auf Grund ihrer topographischen Stellung knapp noch dem oberen Helvétien s. s. zugehören. Dagegen sind die Fundstellen Nr. 38—40 wahrscheinlich mit den Niedermattschichten zu parallelisieren. Leider erschwert die unsichere Lokalisation dieser drei letzten Fundstellen die stratigraphische Eingliederung.

LIECHTIS Helvétien-Tortonien-Grenze entspricht daher möglicherweise der Grenze Niedermatt—Hundsüpfenschichten. Während im Blasenfluhgebiet die Grenze Niedermatt—Hundsüpfenschichten der Grenze Obere Meeresmolasse—Obere Süßwassermolasse entspricht, ist LIECHTIS Helvétien—Tortonien-Grenze nur im Ilfisgraben gleichzeitig Grenze Obere Meeresmolasse—Obere Süßwassermolasse. Über der von KISSLING entdeckten marinen Fundstelle auf 800 m (1902: 100, Fundstelle Nr. 40,

Tab. 1 Gliederungsversuch der Molasse im westlichen Napfgebiet nach KAUFMANN, LIECHT, RUTSCH, DELLA VALLE.

Mittlere Meeresmolasse		Obere Meeresmolasse		KAUFMANN 1872	KAUFMANN 1886	LIECHTI 1928	RUTSCH 1928	DELLA VALLE 1964	
		Bernerschichten							
		Aargauerschichten							
Mittlere Süßwassermolasse		Obere Süßwassermolasse							
Luzerner- schichten		Napf- schichten	Obermiozän	marin	limnisch				
Hohrhöne- schichten				Aargauer- schichten	Oeninger- schichten (Napfschichten)				
Untermiozän		Mittelmiozän		marin	limnisch				
Luzerner- schichten		St. Gallerschichten	Tortonien	Berner- schichten					
Hohrhöne- schichten				limnisch + marin					
Burdigalien		Helvétien		Napf- und Oeningerschichten					
Luzerner- schichten		St. Galler-, Rotsee-, Belpbergschichten							
Burdigalien		Helvétien							
Luzerner- schichten		Belpbergschichten (St. Galler-, Rotseeschichten)							
		Helvétien s. l.	Helvétien s. s.	? Tortonien					
				? Sallomacien ? Karpatien	marin	Niedermatt- schichten			
		Belpbergschichten							
		limnisch Hundschnüpfen- schichten							

Fig. 12) folgt LIECHTIS Trennhorizont auf 810 m (1928: 28, Fundstelle Nr. 56, Fig. 12). Im übrigen fand LIECHTI, stratigraphisch tiefer als seine Helvétien—Tortonien-Grenze, ausschließlich limnische oder fluvio-terrestrische Fossilinhalte. LIECHTIS Trennhorizont entspricht also nicht überall der Grenze Obere Meeresmolasse—Obere Süßwassermolasse, noch ist gesichert, daß dieser Horizont der Tortonien—Helvétien-Grenze entspricht. Die von LIECHTI (1928: 31) nach BAUMBERGERS Bestimmungen als leitend für Tortonien zitierten Arten haben, wie BLAU (1964) festgestellt hat, nicht diesen Leitwert.

«LIECHTI nimmt ein tortones Alter auf Grund der von BAUMBERGER bestimmten Fauna an. Die Fossilien sind in Coll. LIECHTI im Geol. Inst. der Universität Bern aufbewahrt. Zu dieser Altersbestimmung ist folgendes zu bemerken:

- a) *Oxychilus* (= *Hyalina*) *subnitens* (KLEIN) ist nach WENZ (1923: 284) nicht leitend für Tortonien (Bestimmung von mir nicht überprüft).
- b) *Cepaea silvana* (KLEIN): das vorhandene Exemplar, angeschrieben als Embryonalwindung von *C. silvana*, ist selbst generisch nicht bestimmbar.
- c) *Ericia consobrina* (SANDBERGER) war nicht mehr aufzufinden; wie meine Untersuchungen gezeigt haben, tritt aber *Pomatias consobrinum* bereits im Helvétien des Schwendlenbades auf.
- d) *Gonyodiscus euglyphoides*: das vorhandene Exemplar ist kaum generisch, sicher nicht spezifisch bestimmbar; nach WENZ (1923) ist die Art nicht leitend für Tortonien.
- e) *Planorbis declivis* ist in der Sammlung LIECHTI nicht mehr vorhanden; von *P. declivis* (= *Gyraulus* (*Gyraulus*) *trochiformis appplanatus*) ist (nach WENZ 1923) nur die Varietät *ludovici* NOULET für Tortonien leitend. Wegen des schlechten Erhaltungszustandes der andern Formen erscheint auch diese Bestimmung zweifelhaft. Das tortone Alter der Fundstellen ist daher unsicher.»

Es bleibt noch die stratigraphische Lage der fluvio-terrestrischen Fundstellen KISSLINGS und der von mir entdeckten Fossilien im Goolgraben und im Frittenbachgraben am Napfwestfuß abzuklären. KISSLINGS (1902: 99, 100) marine Fundstellen im Goolgraben (Fundstellen Nr. 38 und 39: Fig. 12) sind weder von LIECHTI, noch von mir wiedergefunden worden. Ihre Lage ist daher nur annäherungsweise festzulegen. Dasselbe gilt von den Fundstellen mit limnischer oder fluvio-terrestrischer Fauna im Goolgraben und Frittenbachgraben (Fundstellen Nr. 67 und 68: Fig. 12). Dagegen gelang es, drei neue Fundstellen im Oberen Frittenbachgraben zu entdecken (Fundstellen Nr. 69—71: Fig. 12), die ausschließlich Heliciden liefert haben. Da die Molasse im Gool- und Frittenbachgraben annähernd horizontal liegt, oder ganz schwach nach

Norden zu fallen scheint, darf angenommen werden, daß die Fundstellen Nr. 67—71 stratigraphisch höher liegen, als die Fundstellen Nr. 38 und 39; letztere würden demnach in der streichenden Fortsetzung der Niedermattschichten, die Fundstellen Nr. 67—71 im Niveau der Hundsüpfenschichten liegen.

242 *Anschluß nach Norden*

Ein Vergleich mit der von GERBER (1950, Taf. I) kartierten Region im Norden des Untersuchungsgebietes zeigt, daß sich GERBERS Helvétien—Tortonien-Grenze, bei Lützelflüh auf 600 m ü. M., ohne weiteres mit der Grenze Niedermatt—Hundsüpfenschichten verbinden läßt (siehe Figur 16). Die Helvétien—Tortonien-Grenze GERBERS ist aber ebenso wenig chronostratigraphisch datiert, wie die von LIECHTI.

Das Helvétien GERBERS weist in den Profilen (1950, Taf. I) eine Mächtigkeit von etwa 175 m auf. Da die Niedermattschichten allein schon mindestens 170 m mächtig sind (siehe Fig. 16), stellt sich die Frage, ob das Helvétien s. s. nach Norden auskeilt, oder ob ein Teil der von GERBER dem Burdigalien zugewiesenen Schichten das Äquivalent des Helvétien s. s. bilden.

25 *Sedimentpetrographische Beziehungen zum Belpberg-, Längenberg- und Guggisberggebiet*

251 *Chronostratigraphische Gliederung*

Zum Vergleich mit den Sandsteinen der Niedermatt- und Hundsüpfenschichten des Blasenfluhgebietes wurden Sandsteine aus dem Helvétien des Belpbergs, des Längbergs und der Guggisberger Gegend sowie aus der Oberen Süßwassermolasse (? Tortonien) von Guggisberg untersucht.

Belpberg:

Koordinaten der Probeentnahmestellen:

- 214 (607.475/188.000/780)
- 206 (607.563/190.193/692)
- 207 (607.575/190.193/682)
- 208 (607.713/190.325/635)
- 209 (607.838/190.363/628)
- 210 (607.900/190.400/600)
- 211 (608.025/190.525/550)
- 212 (608.175/190.600/530)

Probe 214 wurde bei Sädel aus der Sädelnagelfluh entnommen, also aus dem höchsten hier vorhandenen Horizont. Die übrigen Proben stammen aus dem Helvétien des Marchbachgrabens bei Münsingen aus dem Abschnitt, der stratigraphisch tiefer als der Muschelkalk (Atlasblatt 21, Münsingen—Heimberg, BECK und RUTSCH, 1949) liegt.

Imihubel:

Koordinaten der Probeentnahmestellen:

- 213 (601.438/187.888/1040)
- 216 (601.445/187.865/1025)
- 176 (600.590/189.180/980)
- 205 (600.688/189.058/960)
- 204 (600.685/188.938/932)
- 177 (601.080/188.910/930)
- 203 (600.705/188.870/920)
- 202 (600.590/188.985/888)
- 201 (600.348/188.850/875)

Die zwei obersten Proben (213, 216) stammen aus der, an der Bütschel-egg aufgeschlossenen, Sädelnagelfluh, die restlichen aus dem Typusprofil des Helvétien (RUTSCH 1958) am Imihubel (Atlasblatt 26, Neuenegg—Rüeggisberg).

Gebiet von Guggisberg:

Koordinaten der Probeentnahmestellen:

- 192 (592.038/179.875/1286,3)
- 167 (592.000/179.862/1260)
- 193 (591.875/179.868/1235)
- 194 (591.625/179.825/1105)

- 195 (591.625/179.950/1095)
- 196 (591.638/180.150/1084)
- 166 (591.238/180.040/1058)
- 200 (590.770/179.608/925)
- 197 (590.610/180.585/1023)
- 199 (589.563/179.063/762)
- 198 (589.500/179.195/758)

Sämtliche Proben stammen aus dem Helvétien und der Oberen Süßwassermolasse (? Tortonien) des im Atlasblatt 36, Gurnigel (TERCIER und BIERI 1961), kartierten Gebietes vom westlichen Hang des Guggershorns bis zur Sense bei Guggersbach. Die drei stratigraphisch höchstgelegenen Proben gehören der Oberen Süßwassermolasse (? Tortonien) (FRASSON 1947: 30), die übrigen dem Helvétien an.

252 *Makroskopischer Vergleich*

a) Belpberg (vgl. Profil RUTSCH 1928: 40)

- Probe 214: Hellgelbgrauer, kalkiger Sandsteinknauer mitten aus der Sädelnagelfluh.
- Probe 206: Grauer, stellenweise mergeliger Kalksandstein (RUTSCH: Schicht 15).
- Probe 207: Grauer Kalksandstein (RUTSCH: Schicht 14).
- Probe 208: Grauer, sehr harter Kalksandstein (RUTSCH: Schicht 4).
- Probe 209: Grauer, toniger Kalksandstein (RUTSCH: Schicht 3).
- Probe 210: Grauer, schlecht gebankter Kalksandstein zwischen zwei Nagelfluhhorizonten (RUTSCH: Schicht 3).
- Probe 211: Sehr harter, grauer, unregelmäßig gekörnter Sandkalk (RUTSCH: Schicht 1).
- Probe 212: Grüngraue Kalksandsteinlage in Nagelfluh.

Makroskopisch unterscheiden sich die Sandsteine am Belpberg kaum von denen des Blasenfluhgebietes. Der Sandsteinknauer aus der Sädelnagelfluh sticht durch seine hellgelbe Farbe von den stratigraphisch tiefer liegenden Proben ab.

b) Imi hubel (vgl. Profil RUTSCH 1958: 110—111)

- Probe 213: Hellgelbgrauer, geschichteter Kalksandstein, über- und unterlagert von Sädelnagelfluh.
- Probe 216: Graugrüner, grobsiltiger Kalksandstein aus einer Zwischenlage in der Sädelnagelfluh.
- Probe 176: Sehr harter, hellgrauer bis hellgelbgrauer Sandkalk mit eingestreuten Geröllchen und vielen Fossiltrümmern (RUTSCH: Schicht 10, Muschelsandstein, harter, geröllreicher, kavernöser Sandstein).

- Probe 205: Grauer bis graugelber, sehr harter Sandkalk mit Fossiltrümmern (RUTSCH: Schicht 9, harte Kalksandsteine).
- Probe 204: Grauer, sehr harter Sandkalk mit vielen Fossiltrümmern (RUTSCH: Schicht 5).
- Probe 177: Gelbgrauer bis grüngrauer Kalksandstein mit Intraformational Conglomerates und vielen Schalentrümmern (RUTSCH: Schicht 5, sehr harter, zum Teil muschelsandsteinähnlicher, plattiger Kalksandstein).
- Probe 203: Gelbgrauer, toniger Kalksandstein (RUTSCH: Schicht 4, Zone mit platigen Mergelsandsteinen).
- Probe 202: Hellgelbgrüner Kalksandstein (RUTSCH: Schicht 3, Bau-Sandsteinzone).
- Probe 201: Grüngrauer, gebankter, kalkigtoniger Sandstein (RUTSCH: Schicht 2).

Die Sandsteine im unteren Teil dieses Profils unterscheiden sich makroskopisch kaum von denen des Blasenfluhgebietes. Die dem Muschelsandstein ähnlichen Proben (176, 205, 204, 177) wurden jedoch im Blasenfluhgebiet nirgends beobachtet. Probe 213, makroskopisch ähnlich der Probe 214 des Belpbergprofils und aus dem gleichen Horizont (Sädelnagelfluh) stammend, zeigt dieselbe ungewohnte hellgelbe Farbe.

c) Guggisberg

- Probe 192: Gelber Kalksandstein aus einer kleinen Linse in der Nagelfluh.
- Probe 167: Graugelber Kalksandstein aus einer 1 m dicken Bank, umgeben von Nagelfluh.
- Probe 193: Graugrüne, geschichtete, tonige Kalksandsteinlinse mitten in der Nagelfluh.
- Probe 194: Stark zerklüfteter, graugrüner, kalkiger Sandstein, unter- und überlagert von Mergeln.
- Probe 195: Massiger, gelbbrauner Sandstein, mit großen Mergellinsen.
- Probe 196: Massiger, schlecht verfestigter, ockergelber Sandstein.
- Probe 166: Harter, gelber Kalksandstein aus einer wechsellegernden Serie von Mergel, Sandstein und Nagelfluh. Die Probe stammt aus einer 0,35 m dicken Kalksandsteinbank, unterlagert von Mergeln, überlagert von Nagelfluh.
- Probe 200: Hellgrauer Kalksandstein.
- Probe 197: Hellgrauer Kalksandstein aus einer Zwischenlage in der Kalknagelfluh.
- Probe 199: Gutgeschichteter, hellgrauer Kalksandstein.
- Probe 198: Grüngrauer, grobbankiger, kalkigtoniger Sandstein.

Die Proben 192, 167, 194—196 und 166 fallen sofort durch ihre sehr helle, gelbliche Farbe auf, ähnlich den Proben 213 (Imihubel) und 214 (Belpberg). Die Sandsteine 194—196 und 166 sind keine Linsen in der

Nagelfluh, sondern Teile mehrerer Meter mächtiger, gleichfarbiger Schichtkomplexe. Die übrigen Proben unterscheiden sich makroskopisch nicht von denen des Blasenfluhgebietes.

253 *Sedimentpetrographischer Vergleich*

2531 Schwermineralien

Die Schwermineral-Proben zerfallen deutlich in zwei Abteilungen. Die erste umfaßt die Proben Nr. 211 und 214 des Belpbergprofils und die Proben Nr. 197, 200, 166, 193, 167 und 192 des Guggisbergprofils.

Die zweite Abteilung setzt sich aus sämtlichen Proben des Blasenfluhgebietes (Niedermattgraben-, Riedberg- und Blindenbachprofil), des Imihubelprofils, ferner aus den Proben Nr. 206, 207, 208, 209, 210 und 212 des Belpberg- und Nr. 199, 198, 195 und 194 des Guggisbergprofils zusammen.

Die Proben der zweiten Abteilung weisen alle eine deutliche Epidotvormacht auf (Epidotanteil zwischen 40 und 85 %) mit Granat als Nebenbestandteil; die übrigen Mineralien haben akzessorischen Charakter (Zirkonanteil 0—7 %, Rutil 0—25 % und Turmalin 0—5 %).

Bei den Proben der ersten Abteilung tritt der Epidotanteil stark zurück (4—27 %), wobei die folgenden Mineralien an Bedeutung gewinnen: Zirkon 5,6—21,8 %, Rutil 1,7—6,9 % und Turmalin 5,2—13,7 %.

Unter der Leitung und Mithilfe von Dr. H. RIEDWIL, Institut für mathematische Statistik der Universität Bern (Direktor: Prof. W. WEGMÜLLER), wurden die Proben in bezug auf den Schwermineralgehalt statistisch überprüft. Folgende Probegruppen wurden aufgestellt:

1. Gruppe: Sämtliche Proben beider Typusprofile
2. Gruppe: Sämtliche Proben des Riedbergprofils
3. Gruppe: Sämtliche Proben des Blindenbachprofils
4. Gruppe: Sämtliche Proben des Imihubelprofils (siehe Fig. 18)
5. Gruppe: Die Proben des Belpbergprofils, außer Proben 211 und 214 (siehe Fig. 17)
6. Gruppe: Die Proben 211 und 214 (siehe Fig. 17)
7. Gruppe: Die Proben 199, 198, 195 und 194 des Guggisbergprofils (siehe Fig. 19)
8. Gruppe: Die Proben 197, 200, 166, 193, 167 und 192 des Guggisbergprofils (siehe Fig. 19).

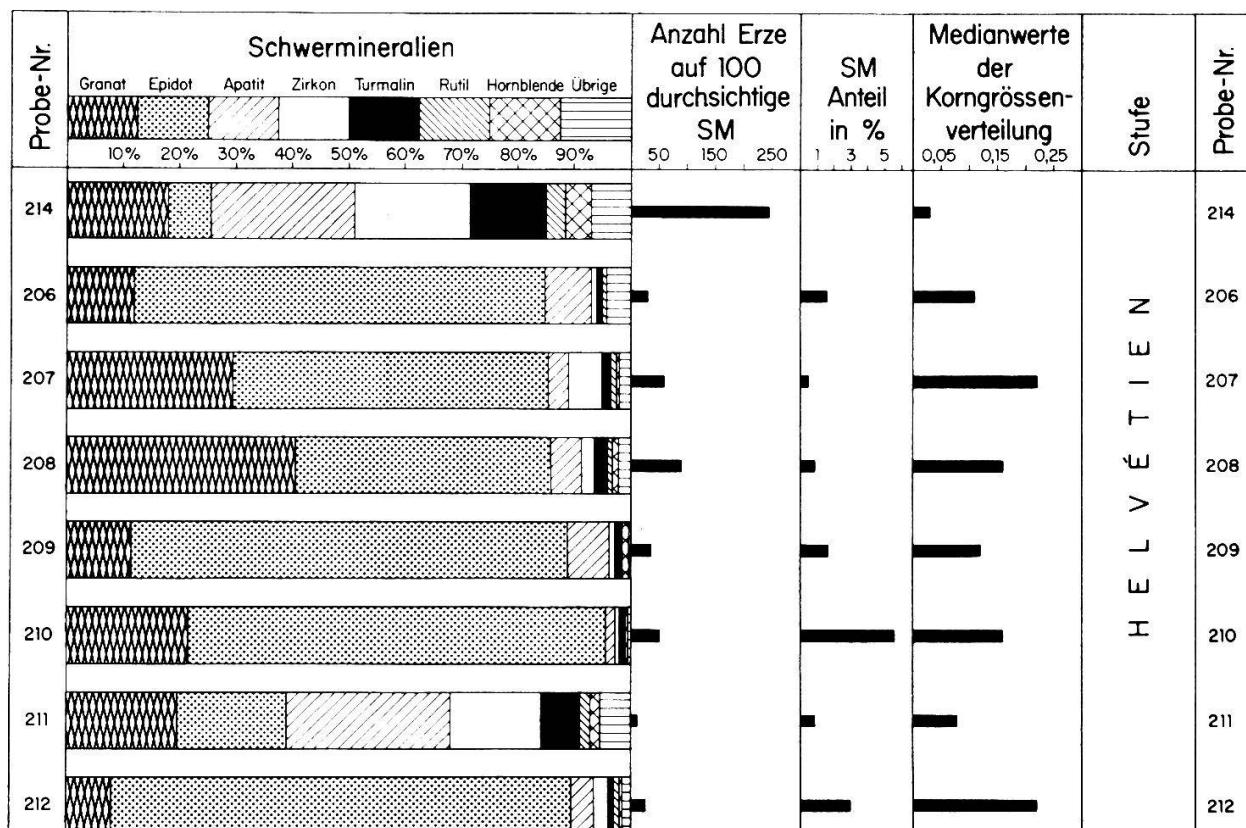


Fig. 17 Die Schwermineral-Verteilung im Helvétien des Belpbergs

Zur Anwendung gelangten einerseits der Chiquadratstest zur Beurteilung von Vier- und Mehrfeldertafeln und andererseits der WILCOXON-MANN-WHITNEY-Test² für den Vergleich nicht normal verteilter Gehaltsanteile.

Vorerst wurde geprüft, ob die Proben einer Gruppe bezüglich der aufgezählten Mineralien — Epidot, Zirkon, Rutil und Turmalin — anteilmäßig homogen seien. Wo dies zutraf, wurde für die betreffende Gruppe ein repräsentativer Gruppenanteil errechnet und hernach mit denjenigen anderer Gruppen verglichen. Konnten die einzelnen Proben einer Gruppe nicht als homogen betrachtet werden, wurde die Lage und der Variationsbereich der Gehaltsanteile miteinander verglichen und es ergaben sich die folgenden Ergebnisse:

Epidot: Von Probe zu Probe schwanken die Anteilswerte an Epidot erheblich. Die Proben sind heterogen. Die Anteile der Gruppen 1—5 und 7 sind bezüglich ihrer Lage signifikant größer als die der Gruppe 8. Für

² N. G. NATRELLA, Experimental Statistics, National Bureau of Standards, Handbook 91, Washington 1963.

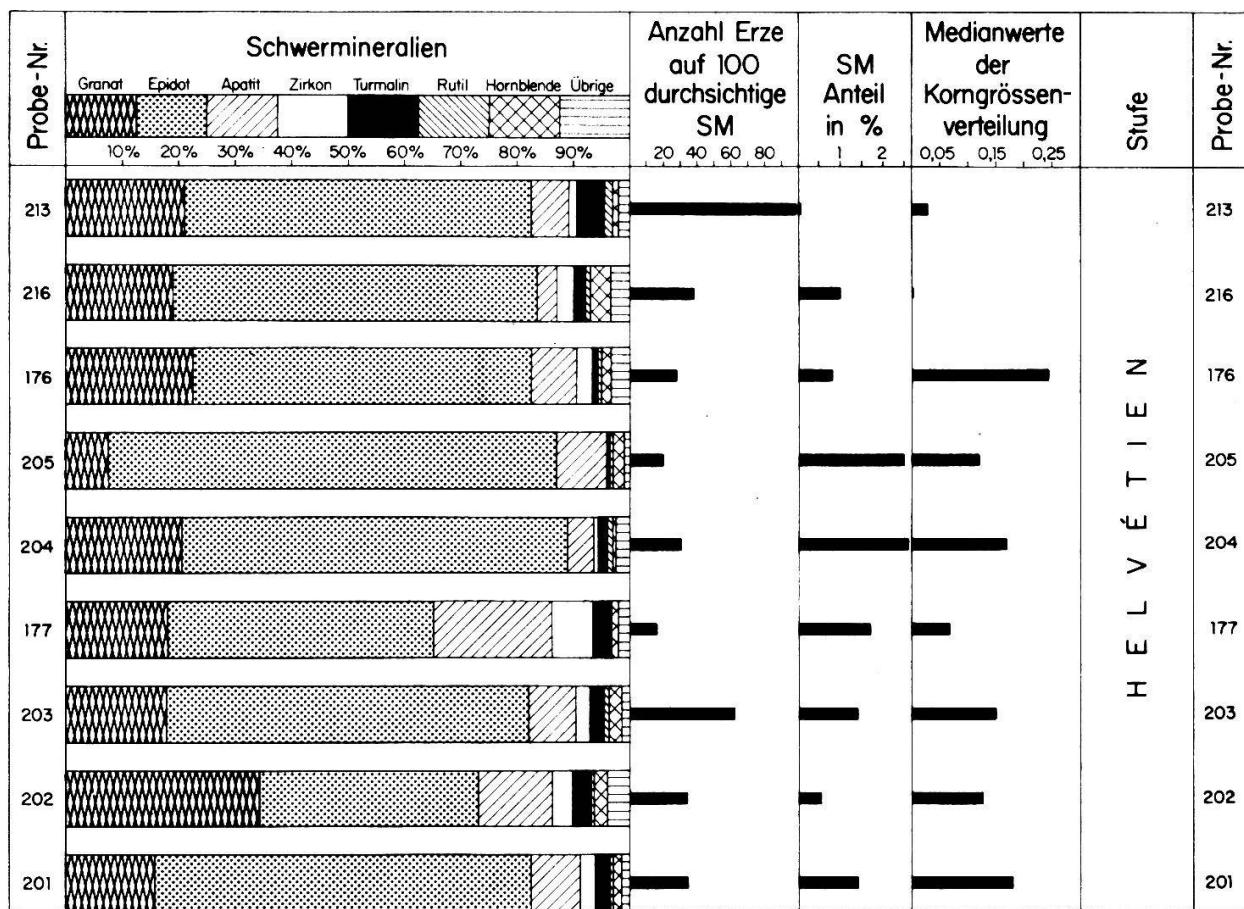


Fig. 18 Die Schwermineral-Verteilung im Stratotyp des Helvétien am Imihubel

die Gruppe 6 lagen lediglich zwei Proben vor mit einem Gehalt in der Größenordnung der Gruppe 8.

Zirkon: Die Proben der Gruppe 6 und 7 sind homogen und gesamt-haft voneinander signifikant verschieden. Dagegen erwiesen sich die Proben 1—5 und 8 als heterogen. Hier liegen die Anteile an Zirkon der Gruppe 1—5 signifikant tiefer als diejenigen der Gruppe 8. Wiederum zeigt sich eine Verwandtschaft in den Gruppen 1—5 und 7 gegenüber den zirkonhaltigeren Gruppen 6 und 8.

Rutil: Wie für den Zirkon kann auch für den Rutil in den Gruppen 6 und 8 auf einen — im Gegensatz zu den Gruppen 1—5 und 7 — starken Gehalt geschlossen werden. Die betreffenden Unterschiede im Gehalt sind signifikanter Natur.

Turmalin: Die turmalinhaltigeren Gruppen sind wiederum die Gruppen 6 und 8. Sie weisen einen signifikant höheren Anteil an Turmalin auf als die übrigen Gruppen.

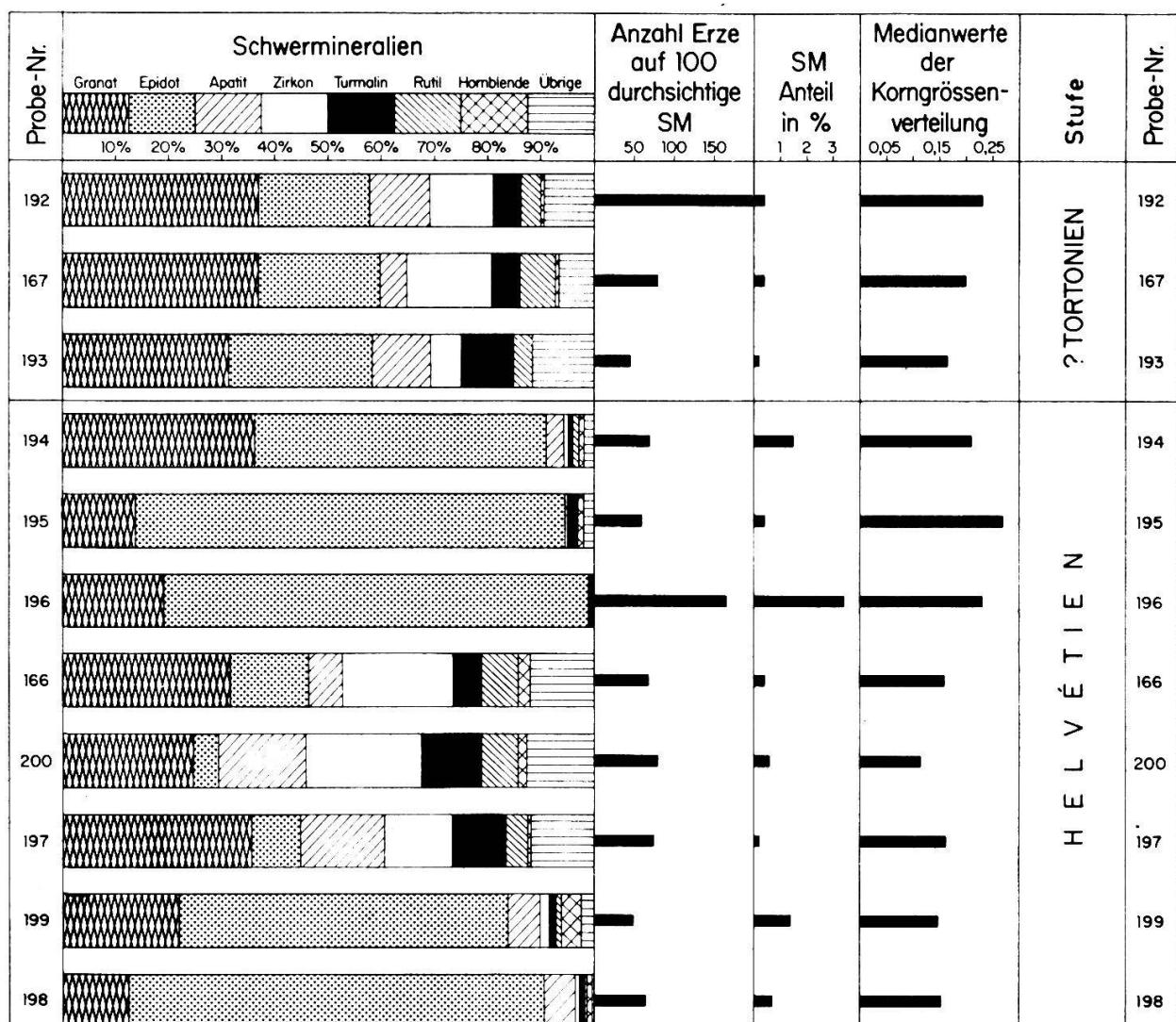


Fig. 19 Die Schwermineral-Verteilung in der Oberen Meeresmolasse (Helvétien) und der Oberen Süßwassermolasse (? Tortonien) der Region von Guggisberg

Zusammengefaßt ergab die Untersuchung die folgenden Feststellungen: Die Gruppen 1—5 und 7 zeichnen sich durch eine starke Epidotvorherrschaft aus, während Zirkon, Rutil und Turmalin nur in sehr kleinen Mengen vorkommen (siehe Fig. 20). Die Gruppen 6 und 8 dagegen enthalten viel weniger Epidot, dafür mehr Zirkon, Rutil und Turmalin. Diese Unterschiede konnten statistisch bestätigt werden.

Ferner scheint in den Gruppen 6 und 8 der Apatitanteil etwas höher zu liegen als in den anderen Gruppen (Gruppe 6 enthält zwei Proben aus dem Belpbergprofil, wovon die eine [216] aus der Sädelnagelfluh bei Sädel stammt; Gruppe 8 enthält zwei Probeserien à je drei Proben aus

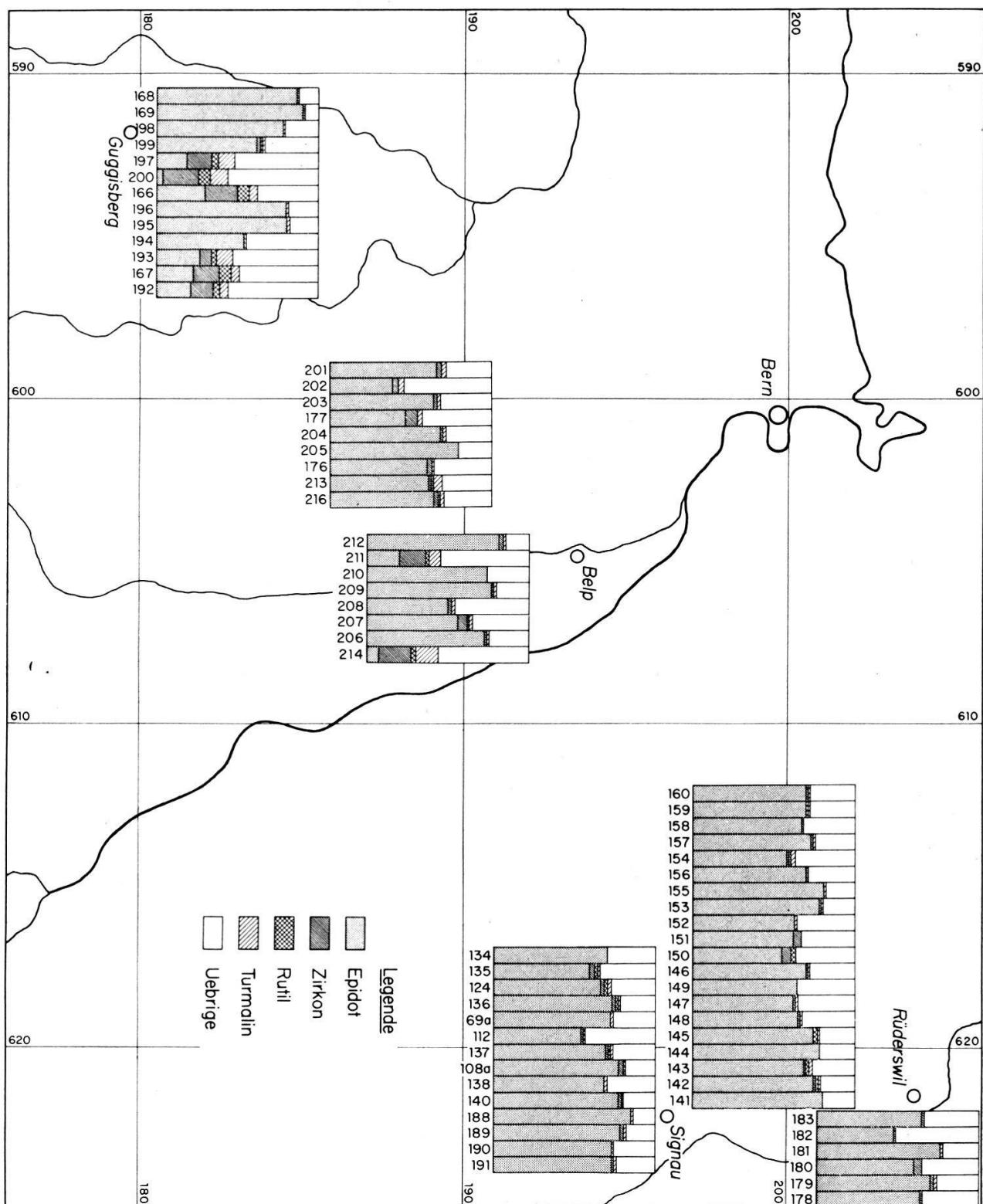


Fig. 20 Verteilung der Schwermineralien im Helvétien s.l.
und ? Tortonien zwischen Sense und Emme

dem Guggisbergprofil). Obschon im Blasenfluhgebiet die Proben bedeutend dichter entnommen wurden als in den Vergleichsgebieten, konnten nirgends ähnliche Interkalationen beobachtet werden: die Schwermineral-Assoziation ist einheitlich.

Auch die von HOFMANN (in RUTSCH, DROOGER, OERTLI 1958: 25) untersuchten zwei Proben aus dem typischen Helvétien südlich von Bowil weisen im Prinzip dieselbe Schwermineral-Verteilung auf wie im Blasenfluhgebiet.

Die Frage nach dem Ursprung der festgestellten Interkalationen ist nicht leicht zu beantworten: Zeitweilige Veränderungen im Detritus liefernden Hinterland scheinen eine allzu gewichtige Ursache für einen so geringen Effekt; eher könnten die Transportbedingungen, zum Beispiel die Geschwindigkeit des transportierenden Mediums, geändert und damit eine Separation der Schwermineralien provoziert haben. Die Schwermineralien könnten sich aber auch auf tertiärer Lagerstätte befinden, d. h. sie stammen bereits aus einem detritischen Gestein (Flysch ?), womit Inhomogenitäten der Detrituszufuhr leichter erkläbar wären. Namentlich könnte man auch daran denken, daß zeitweise Schwermineral-Assoziationen an Küstensäumen des Molassemeeres oder in Schwemmebenen sedimentiert wurden, in denen sie während sehr langer Zeiträume der Verwitterung ausgesetzt waren, bevor sie in ihre heutige Position umgelagert wurden. Die beobachteten Interkalationen sind an keine Stufe gebunden: Die Proben 214 und 211 des Belpbergs und die Proben 197, 200, 166 von Guggisberg gehören ins Helvétien, die Proben 193, 167, 192 von Guggisberg dagegen in die Obere Süßwassermolasse (? Tortoniens). Die Probe 214 stammt aus der Sädelnagelfluh bei Sädel, die Proben 213 und 216 aus der Sädelnagelfluh der Bütschelegg. Die stratigraphisch eindeutig bestimmte Lage dieses Nagelfluhhorizontes über dem Muschelkalk und dem Petrefaktenlager des Helvétien gestattet den Schluß, daß Sandsteinlinsen aus ein und demselben Horizont am Belpberg (siehe Fig. 17) eine völlig andere quantitative Schwermineralzusammensetzung aufweisen als an der Bütschelegg (siehe Fig. 18). Gesamthaft betrachtet ist im Blasenfluhgebiet die Homogenität charakteristisch für die Schwermineralzusammensetzung der Sandsteine, während für die gleichaltrigen Sandsteine der Guggisberger Gegend die Heterogenität typisch zu sein scheint.

Die Interkalationen im Guggisberger Schuttfächer beweisen, daß der Charakter des Schwermineralspektrums eines Sedimentationsgebietes

nur dann mit Sicherheit gedeutet werden kann, wenn die Probeentnahme so dicht erfolgt, daß Abweichungen, wie sie im Guggisbergschuttfächer und im Belpberg vorliegen, unter allen Umständen erfaßt werden. Unterschiede, wie sie im Schwermineralbestand nachgewiesen worden sind, kommen auch in der Geröllzusammensetzung der Nagelfluh zum Ausdruck. In meinem Untersuchungsgebiet fehlen die Nagelfluhhorizonte, wie sie im Guggisberger Schuttfächer auftreten. Auf die Verschiedenheit in der Geröllzusammensetzung hat schon RUTSCH (1928: 71) hingewiesen. Vor allem zeigt es sich, daß es unrichtig ist, aus einer oder zwei Proben einer Stufe irgendwelche Schlüsse auf ihren gesamten Schwermineralgehalt zu ziehen.

1947 hat sich FRASSON (1947: 42) mit den Schwermineralien der Guggisberger Gegend befaßt. Seine Zählungen weisen fast durchwegs eine Granatvormacht auf. Möglicherweise hat FRASSON nur ganz frische Epidote gezählt, wogegen ich auch zersetzte Körner, soweit sie noch bestimmbar waren, mitberücksichtigt habe.

2532 Granulometrische Verteilung

a) Belpberg

Die Sandsteine dieses Profils weisen eine unterschiedliche Sortierung auf: Probe 107 ist sehr gut, Proben 212, 211, 209 und 208 sind gut, Proben 210 und 206 mittelmäßig und Probe 214 ist sehr schlecht sortiert. Die Variationsbreite ist hier größer als in den Profilen des Blasenfluhgebietes. Probe 214 ist mittelgrobsandig, Proben 212, 210, 209, 208 und 207 sind feinsandig und Probe 206 ist sehr feinsandig. Die Korngröße bleibt also ähnlich derjenigen der Emmentaler Proben.

Es ist kein Zusammenhang zwischen Medianwert und Sortierungsgrad zu erkennen.

b) Imihubel

Die Sandsteine sind durchschnittlich besser sortiert als die des Belpbergs oder der Blasenfluh. Nur Probe 176 ist schlecht und Proben 201 und 213 sind mittelmäßig sortiert. Proben 203, 177, 204 und 216 sind gut, Proben 202 und 205 sogar sehr gut sortiert. Die Korngröße dieser Proben weist dieselbe Variationsbreite wie die Blasenfluhproben auf: Probe

213 ist mittelgrobsandig, Proben 201, 202, 203, 204 und 176 sind feinsandig, Proben 177 und 205 sehr feinsandig und Probe 216 ist grobsiltig.

In diesem Profil erkennt man einen Zusammenhang zwischen Medianwert und Sortierungsgrad. Der Sortierungsgrad scheint mit der Abnahme des Medianwerts zuzunehmen. Doch die beschränkte Anzahl Proben (7) läßt keinen eindeutigen Schluß zu.

c) Guggisberg

Der durchschnittliche Sortierungsgrad der Proben ist ähnlich dem der Imihubelproben und höher als derjenige der Belpberg- und Blasenfluhproben. Die Proben 197, 193, 167 und 192 sind mittelmäßig, die Proben 198, 199, 200, 166, 196, 195 und 194 gut sortiert. Die Korngrößen variieren zwischen mittelgrobsandig (Probe 195), feinsandig (Proben 198, 199, 197, 166, 196, 194, 193, 167 und 192) und sehr feinsandig (Probe 200). Zwischen Medianwert und Sortierungsgrad scheint ein ähnlicher Zusammenhang zu bestehen wie am Imihubel.

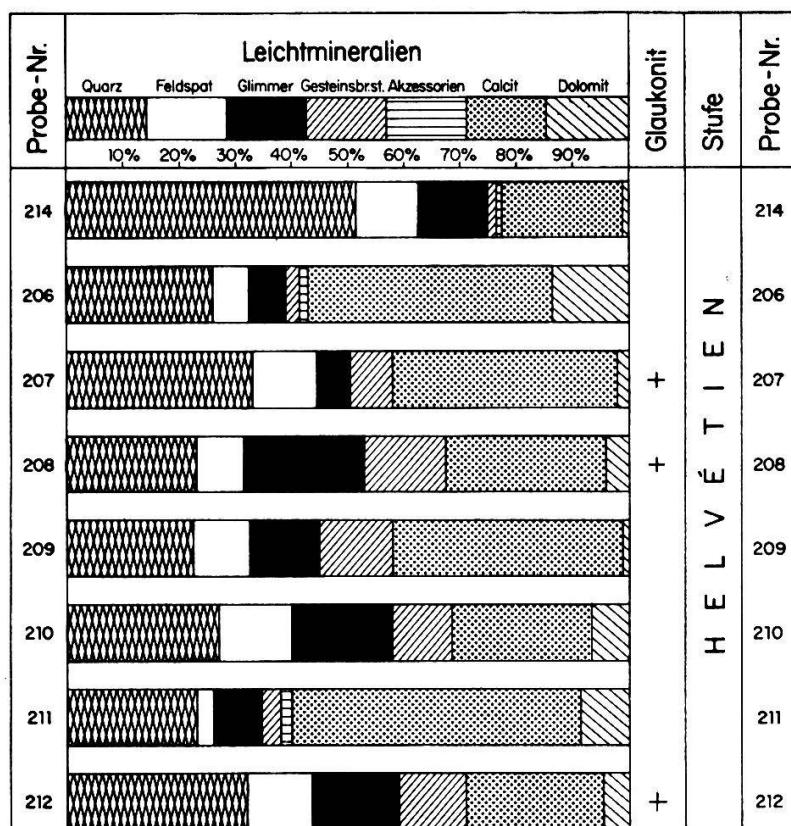


Fig. 21 Die Leichtmineral-Verteilung im Helvétien des Belpbergs

2533 Leichtmineralien und Karbonatgehalt

a) Belpberg (siehe Fig. 21)

Die Leichtmineralverteilung der untersuchten Belpbergproben ist ähnlich der der Emmentaler Proben. Der durchschnittliche Karbonatgehalt liegt hier etwas höher. Die Matrix der im Dünnschliff untersuchten Proben ist bei Probe 211 calcitisch, bei Probe 206 vorwiegend karbonatisch.

b) Imihubel (siehe Fig. 22)

Die Quarzgehalte der Imihubelproben liegen durchschnittlich etwas tiefer als am Belpberg und im Emmental, die Karbonatgehalte dagegen durchschnittlich höher.

Die Dünnschliffe zeigen einheitlich eine fast rein calcitische Matrix.

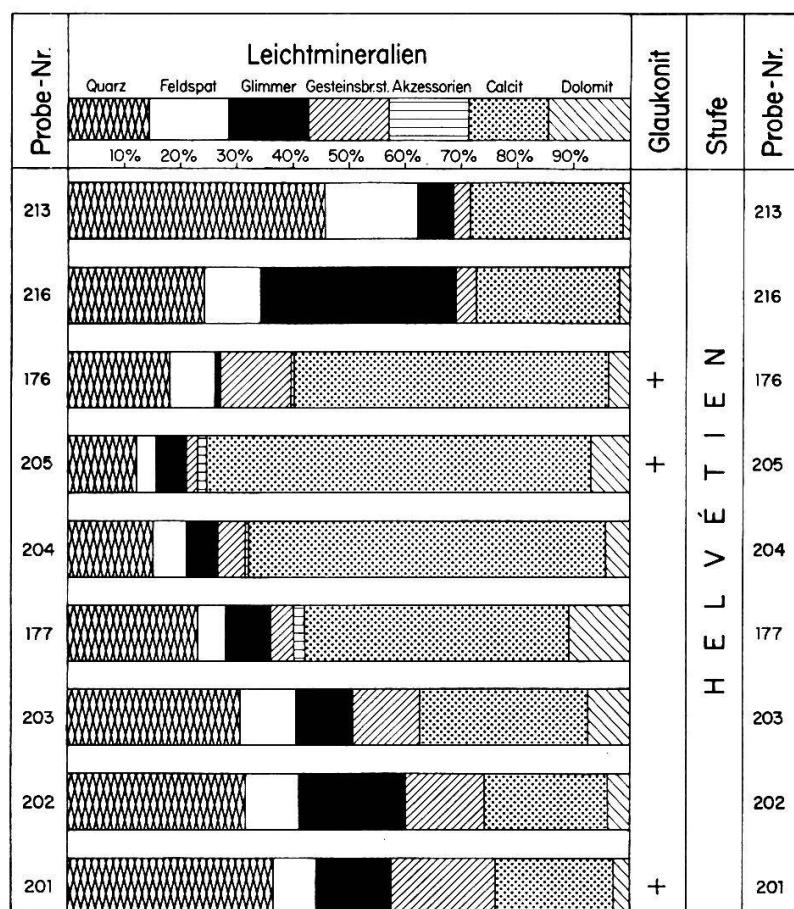


Fig. 22 Die Leichtmineral-Verteilung im Stratotyp des Helvétien am Imihubel

c) Guggisberg (siehe Fig. 23)

Der Quarzgehalt der Guggisbergproben liegt durchschnittlich höher als am Belpberg und am Imihubel und ähnlich wie im Blasenfluhgebiet.

Im Dünnschliffbild erscheint die Matrix vorwiegend calcitisch.

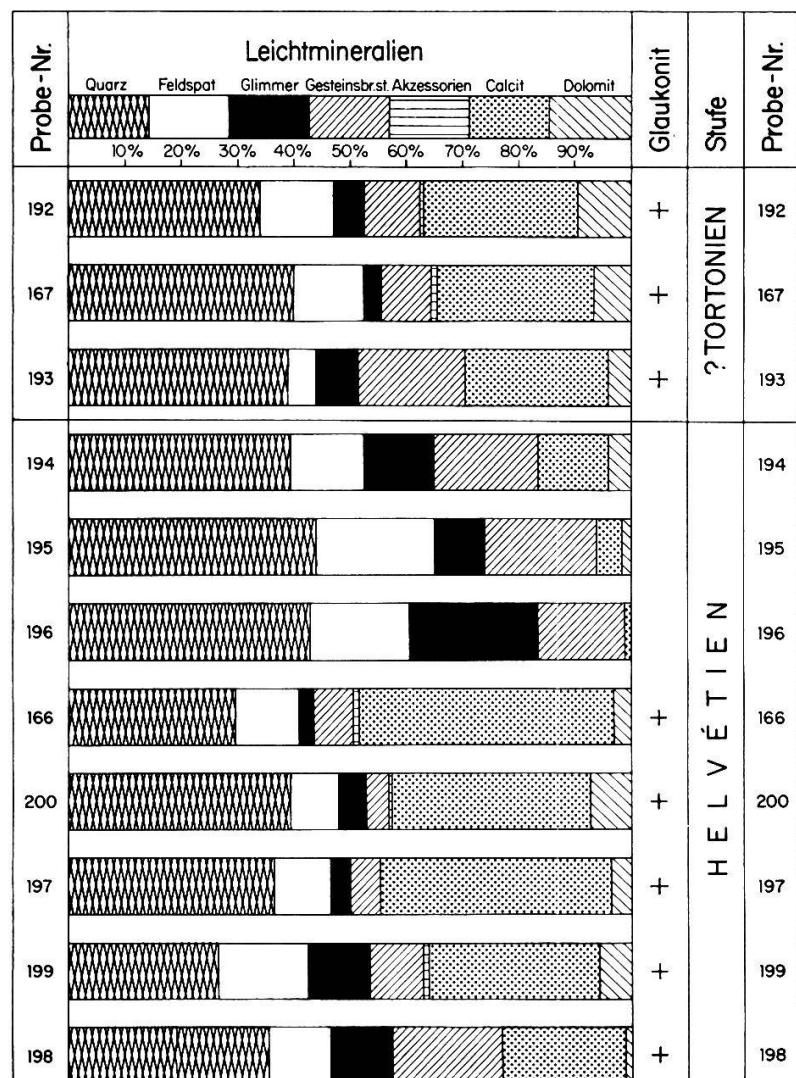


Fig. 23 Die Leichtmineral-Verteilung in der Oberen Meeresmolasse (Helvétien) und der Oberen Süßwassermolasse (? Tortonien) der Region von Guggisberg

3 Quartär

31 *Bisherige Untersuchungen*

Die ersten Aufzeichnungen über das Quartär des mittleren Emmentals stammen von FANKHAUSER. Er (1872: 173) stellt am nordöstlichen Ende des Riedbergs zwei Terrassen fest. In diesen Terrassen findet er vorwiegend Nagelfluhgerölle, aber auch Gesteine aus dem Quellgebiet der Emme (Hohgantsandstein, «Rudistenkalk», Habkerngranit). Von Emmenmatt nach Lauperswil liegen die Quartärablagerungen (1872: 174) auf einer Nagelfluh mit Lignit oder auf einem Sandstein, die beide nur 2 m über das Emmeniveau ragen. Bei Rüderswil dagegen erreichen die quartären Ablagerungen die Talsohle. Rüderswil selbst sei (1872: 175) auf einem «Stock quartärer Gerölle» gebaut, die einen früheren Erosionskessel ausfüllen.

Die marinen Bildungen haben (1872: 175) eine Talerosion in viel früheren Zeiten mitgemacht, die stellenweise sogar tiefer als die heutige gereicht habe. Die quartären Geschiebe seien Ausfüllungsmassen, die das alte Erosionstal in einer Mächtigkeit von 18—20 m füllten. Deren Gerölle seien möglicherweise zum Teil erratisch und gehören dem Emmengletscher an. Die Linie tiefster älterer Erosion (1872: 175) ziehe am Riedberg vorbei nach Ranflüh und Rüderswil. Diese Linie falle im großen und ganzen mit der jetzigen Talfurche von Emmenmatt zusammen; nur habe das Tal am Riedberg und bei Rüderswil andere Krümmungen aufgewiesen.

BACHMANN erwähnt (1883: 11) das Vorkommen von Vallorcine-Konglomerathblöcken bei Schüpbach. Während der größten Vergletscherung bedeckte der Rhonegletscher unser Untersuchungsgebiet, wobei sein südlicher Rand längs der Linie Gurnigel—Eggiwil—Sumiswald—Huttwil verlief. Nach dem Rückzug des Rhonegletschers auf die Linie Bern—Solothurn, breitete sich der Aaregletscher seinerseits bis nach Zäziwil—Biglen aus und lagerte dort seine Schotter ab.

In der «Carte des anciens glaciers de la Suisse» (1884: 1 : 250 000) stellt FAVRE unser Gebiet, mit Ausnahme des Abschnittes südlich der Strecke Walkringen—Schüpbach, als Rhonegletschergebiet dar. Die erwähnte südliche Zone gehört dagegen zum Gebiet des Aaregletschers. Die Grenze Aare—Rhonegletscher führt FAVRE im übrigen fast genau längs der heutigen Wasserscheide Aare—Emme.

KAUFMANN stellt (1886: 472) auf dem Reinspergrücken in 920 bis 950 m viele glaziale Findlinge, Granite und Gneise, fest, die den Gotthard- oder Grimselgesteinen ähneln, ferner einen ursprünglich weißen, nun rotverwitterten Gneis, der typisch für den Aaregletscher sei (1886: 570). Zwischen Schüpbach und Signau liege (1886: 474) eine schuttkegelartige Ablagerung, die sich 500—600 m rückwärts in den Ober- und zum Teil in den Niedermattgraben ziehe und gegen die Talsohle hin scharf terrassiert sei.

Bei der Riedmühle beobachtet KAUFMANN (1886: 474), wie schon FANKHAUSER, eine Schuttermasse, die sich über Riedfluh nach Emmenmatt erstrecke (1886: 477), gegen Wyttensbach verflache, aber auf dem Rüderswilerfeld längs der Kurve 640 wieder zum Vorschein trete. In einem Anriß komme ein Gemenge aus Sand, Kies und gröberen Gerölle zum Vorschein, sowie eine horizontale Schichtung, die teils durch «Konglomeratbänke» (wahrscheinlich verfestigte Schotter), teils durch reine Sandlagen gebildet werde. Auch KAUFMANN (1886: 474) leitet die Gerölle aus der Nagelfluh ab. Längliche Gerölle seien schief gelagert im Sinne talabwärts gerichteter Wasserbewegung. Auf der Talsohle von Signau seien (1886: 474) stark gerundete Blöcke von Alpengranit, Gneis, Talkquarzit, Quarzsandstein, Kalk (bis 0,9 m im Durchmesser) zu sehen, Zeugen des Aaregletschers.

Um Schüpbach bilde das Überschwemmungs- und Ablagerungsgebiet der Emme die Talsohle. Im Nesselgraben bemerkt KAUFMANN (1886: 477) terrassenartige Züge von Kies mit Blöcken (oft aus alpinem Gneis) bis zu Metergröße. Die Schuttplateaux seien nicht nur durch die Emme, sondern auch durch Nebenflüsse terrassiert worden, wie zum Beispiel das Plateau von Lauperswil, das mit dem Längenbach zusammenhängt (1886: 477).

Auf Blatt XIII der «Geologischen Karte der Schweiz» 1 : 100 000 (1887) kartiert KAUFMANN quartäre Terrassen bei Gassen (s. Schüpbach), bei Lauperswil und Rüderswil. Abschnitte dieser Terrassen weisen einen Molassesockel auf.

BALTZER (1896: 120) erwähnt den Fund eines Vallorcine-Konglomeratblockes bei Schüpbach (möglicherweise aus derselben Gruppe wie die Blöcke BACHMANNS). Gestützt auf diesen und andere Funde nimmt er an (1896: 130), der Rhonegletscher habe während der größten Eiszeit das mittlere Emmental bedeckt. Diese Auffassung ist in Tafel XVII (1896) dargestellt.

ANTENEN (1902: 35) findet eine Erklärung zur Tatsache, daß sich in unserem Gebiet fast keine Moränen finden lassen: Als sich der diluviale Aaregletscher aus dem Emmental zurückzog, habe, gleichzeitig mit der Verkürzung der Längsachse des Gletschers, eine Tieferlegung des Gletscherniveaus stattgefunden. Dadurch sei die Wasserscheide zwischen Aare- und Emmental eisfrei, das Aareeis im Emmental zu einem leblosen Körper geworden, der keine Rückzugsmoränen zu bilden vermocht habe. Nur zwei kurze, bogenförmige Wallmoränen bei der Moosegg könnten kaum das Werk des Aaregletschers sein. In dem stark sandiglehmigen Bindemittel stecken hauptsächlich Nagelfluhgerölle und Geschiebe aus der Molasse, außerdem Hohgantsandsteine, die die Bildung der beiden Moränen durch den Lokalgletscher vermuten lassen. Daraus könne man einen Vorstoß oder eine Stagnation des Emmegletschers ableiten aus der Zeit, da die Verbindung zwischen dem Aaregletscher und seinen ins Emmental vorgeschobenen Eismassen schon unterbrochen war.

1904 stellt FRÜH (1904: 273) bei Signau Inundationsmoore fest. Auf seiner «Moorkarte der Schweiz» (1903) zeichnet er längs des Haupttalbodens der Emme von Steinen bis nördlich Emmenmatt und in der Ebene von Rüderswil Moore ein, deren Typen nicht näher angegeben werden. Ebensolche Moore befinden sich westlich Emmenmatt.

In seinem wichtigen Werk «Die Alpen im Eiszeitalter» (1901—1910) stellt BRÜCKNER in Übereinstimmung mit früheren Darstellungen fest, das Emmental sei während der Rißvereisung durch den Rhonegletscher bedeckt gewesen. Während der Würmeiszeit (1901—1910: 547) reichte der Emmegletscher bis 2 km südlich Eggwil. Er soll, entgegen den Aussagen ANTENENS, nicht in Verbindung mit dem Aaregletscher gewesen sein. In dieser Eiszeit (1901—1910: 549) sei der Napf mit seinen nördlichen und westlichen Vorbergen eisfrei gewesen. Der Ostrand des Aaregletschers aber habe (1901—1910: 553) Zungen nach Osten soweit vorgestossen, daß sein Schmelzwasser nach Osten zur Emme abfloss und heute Moränen die Wasserscheide bilden.

Nach BRÜCKNER (1901—1910: 600) sind die reifen Landschaften des Napfgebietes während der Riß—Würm—Interglazialzeit entstanden. Dort wo die letzte Eisbedeckung gelegen habe, seien keine reifen, typisch wassergeformten Landschaften zu beobachten.

FREY deutet an (1907: 429, Taf. I Pr. 5), die Emme habe während der letzten Eiszeit und der letzten Interglazialzeit im Bereich unseres Gebietes ihren Weg durch den Aufschüttungsboden (Niederterrasse) suchen müssen und habe nicht immer ihren alten (praeriß'schen) Lauf wieder-

gefunden. Daher bestehe dieselbe Terrasse (650—550 m) zeitweise aus Molasse oder aus Niederterrassenschotter. Das Vorkommen von diluvialem Kies bis in das Niveau der heutigen Flußsohle beweise, daß das Tal bis zur letzten Eiszeit mindestens bis zur heutigen Tiefe ausgewaschen war.

FREY (1907: 435) ist der Meinung, der Aaregletscher habe während der Würm-Eiszeit nur geringe Eismassen ins Emmental entsandt, der Emmegletscher habe dagegen eine selbständige Entwicklung durchgemacht. Unser Gebiet ist jedoch, nach FREYS Ausführungen, während der letzten Eiszeit eisfrei gewesen.

Einige Jahre später behauptet AEBERHARDT (1909: 746), die Terrasse von Wittenbach stelle das alte Niveau der Hochterrasse des Emmentales dar.

In einer neuen Arbeit verfolgt ANTENEN (1909: 774) die Erosionsterrasse von Mutten—Hälischwand—Blasen. Er stellt fest, je mehr die Nagelfluh durch weichere Molasse ersetzt werde, desto geringer an Zahl und an räumlicher Ausdehnung werden die Teilstufen dieser Terrasse. Fragmente davon werden durch die Teilstufen von Hädermoos und Blasen (westlich Emmenmatt) dargestellt. Nach ANTENEN repräsentieren diese Erosionsterrassen den Talboden der Riß—Würm—Interglazialzeit. Das heutige Tal, mit seiner U-Form und dem ausgeglichenen Gefälle der Emme, sei recht alt. Der Einschnitt der Emme seit der vorletzten Vereisung bis zur Zeit vor der letzten betrage 50 m, wogegen der Talboden, der vor der letzten Vereisung vorgelegen sei, bloß 5 m durchschnitten worden sei. ANTENEN (1909: 786) betrachtet die, schon von FREY festgestellten, Terrassen von Furen und von Rüderswilerfeld als Niederterrassen.

Weiterhin stellt ANTENEN (1909: 797) fest: «Die Niederterrassenschotter des Emmentales sind zum Teil lokalen Ursprungs und nicht durch Schmelzwasser abgelagert worden. Von den älteren Schuttkegeln, die wir im mittleren Emmental an den Ausgängen der Nebentäler überall beobachten können, laufen Schotterflächen aus, die talwärts an Umfang zunehmen und schließlich in das Schotterfeld der Niederterrasse übergehen. — Die Überlagerung der in einem Stausee oberhalb Burgdorf entstandenen Ton- und Lehmablagerungen durch Niederterrassenschotter spricht dafür, daß die Aufschüttung der älteren Schuttkegel und der Niederterrassenschotter während der letzten Eiszeit erfolgte. — Die Schuttkegelsysteme im mittleren Emmental deuten auf Klimaschwankungen hin. Während die älteren Schuttkegel mit der Niederterrasse ver-

wachsen sind, müssen erst weitere Untersuchungen feststellen, ob die jüngern und jüngsten Schuttkegel als Ablagerungen zu betrachten seien, die ihrem Alter nach den Rückzugsmoränen des Bühl- und Gschnitzstadiums entsprechen.»

In einer noch jüngeren Mitteilung von ANTENEN lesen wir (1910: 91), daß die Terrasse des Nesselgrabens (Aulenest—Mützlenberg—Steinberg) und der Rücken Rüderswilerberg—Dietlenberg einer alten Terrasse entsprechen. Weiter wird uns mitgeteilt (1910: 95): «Das Hundschnüpfengebiet weist Schotter in zwei verschiedenen Höhenlagen auf, in 900—910 m und in 945 m. Wir müssen sie als jüngere und als ältere Deckenschotter deuten». Wie schon früher (1902: 35), stellt ANTENEN (1910: 95) fest: «Die Rißmoränen liegen im Gebiete der Hundschnüpfen bei 950 m». Über 950 m findet ANTENEN (1910: 95) vereinzelte erratische Blöcke, teils dem Aare-, teils dem Rhonegletscher entstammend.

Nach NUSSBAUM (1910: 270) ist die Eintiefung der Napftäler während der Mindel—Riß—Interglazialzeit erfolgt, während die Erosionsterrasse, die 40—50 m hoch ist, vermutlich der ersten Interglazialzeit angehört. Der 120—140 m hohe, breite Talboden gehöre daher der Präglazialzeit an. Die höhergelegenen Schotter seien, im Gegensatz zu ANTENENS Aussagen, Hochterrassen, die eigentlich als Stausee-Ablagerungen am Rande der hochgestauten Gletscher während der vorletzten Eiszeit entstanden seien. Vom Aaregletscher her (1910: 271) seien überdies während der Würm-Eiszeit riesige Schottermassen von Schmelzwässern ins Emmental verfrachtet worden.

Nach NUSSBAUM ist also der Formenreichtum des Napfgebietes bedeutend älter als BRÜCKNER angenommen hatte.

Wie schon BALTZER zeichnet auch FREI auf seiner «Karte der diluvialen Gletscher der Schweizeralpen» (1912) unser Gebiet als Abfluß- und Ausbreitungsgebiet des Rhone- und des Aaregletschers der vorletzten Eiszeit, wie dies andere Forscher auch schon erkannten. FREI gibt (1912: 45) die mündliche Mitteilung von ERNI weiter, nach welcher im Wittenbachgraben, in 840 m, ein Smaragditgabbro zu finden sei (wobei nicht sicher festzustellen ist, ob mit dem genannten Wittenbachgraben derjenige südwestlich Lauperswil gemeint ist).

FREI untersucht (1912: 98) die Schotter ANTENENS am Hundschnüpfen und stellt fest, diejenigen, die ANTENEN zum jüngeren Deckenschotter einreihen, gehören der größten Vergletscherung an. ANTENENS ältere Deckenschotter schaut FREI als tertiäre Nagelfluh an.

In einem Exkursionsbericht sprechen NUSSBAUM und AEBERHARDT (1912: 797) von zwei Schotterterrassen bei Emmenmatt. Die höhere besteht aus stellenweise verkitteten Flußgerölle der Emme, während die untere vorzugsweise lockeres und zum Teil alpines Material enthalte. Im Widerspruch zu den Exkursionsteilnehmern sieht AEBERHARDT eine Überlagerung der höheren Terrasse durch Rißmoränen. Weiterhin postuliert er für beide Terrassen fluviatile Entstehung und Riß—Würm- (bzw. Mindel—Riß-) interglaziales Alter. NUSSBAUM dagegen meint, es seien beides Schotterablagerungen der Flüsse während der Riß- und der Würm-Eiszeit. Der Ablagerung der Niederterrasse sei eine Periode der Ausräumung vorausgegangen, während welcher sich der Fluß in ältere Schotter und teilweise auch in Felsterrassen eingeschnitten habe. Die höhere Terrasse von Emmenmatt bilde einen Rest einer älteren Schotterauffüllung des Tales, die tiefere einen Rest einer späteren Verschotterung.

Nach ALB. HEIM sei während der letzten Eiszeit (1919: 231) der Aaregletscher in die östlichen Seitentäler des Aaretals, meistens bis auf die jetzigen Wasserscheiden, gedrungen, die er durch die Endmoränen seiner Zungen aufgeschüttet habe, so daß die Gletscherbäche dieser Eislappen Abflußrinnen gegen das Emmental bildeten, zum Beispiel Zäziwil, Walkringtal usw., die jetzt wasserarm sind. Während der größten Eiszeit (Riß ?) sei der Aaregletscher schon bei Thun ins Emmental abgewendet worden und habe zum Teil das Napfgebiet umflossen.

Auf seinen zwei Exkursionskarten (1922 und 1936) zeichnet NUSSBAUM auf dem Plateau von Lauperswil zwei Terrassenschotterzonen. Die Grenze zwischen beiden verläuft von der Blasenebene bis etwa Studweid längs der 700-m-Isohypse, von da an ungefähr längs der 670-m-Isohypse. Der obere Terrassenschotter sei jünger, der untere älter. Auf dem jüngeren Schotter aufsitzend seien die Schuttkegel der von den Bergflanken herunterfließenden Bäche.

GERBER (1923: 493) geht einen Schritt weiter in der Gliederung der vertikalen Talabschnitte: er unterscheidet eine untere, eine mittlere und eine obere Terrasse. In einer Kartenskizze zum Schieferkohlenvorkommen von Mutten bezeichnet er die Ebene westlich des Friedhofes von Signau sowie die Örtlichkeiten Niedermatt und Riedbergli (bei Schüpbach) als eine untere Terrasse. Nach der Höhe dieser drei Stellen zu schließen und nach den Angaben GERBERS (1923: 493) über die Höhen seiner drei Terrassen, würde es sich eher um die mittlere Terrasse handeln.

Einen wichtigen Beitrag zum Quartär des mittleren Emmentals liefert ARBENZ. Er erkennt (1925: 5) längs der Emme zwischen Signau und Burgdorf große, zeitweise in zwei Systeme zerfallende Terrassen (bei Lauperswil zum Beispiel). Diese Terrassen bestehen häufig aus drei Teilen:

1. Einem Molassensockel (Felsterrasse).
2. Diluvialem Schotter, der zum Teil verfestigt sei. Die Grenze zwischen Molasse und Schotter variiere in der Höhe. Bei Signau bestehe die Terrasse zu $\frac{3}{4}$ bis $\frac{4}{5}$ der Höhe aus Fels.
3. Aufgesetztem Lehm, meist angeschwemmt. Diese Lehmdecke sei lokal verbreitet. Wo sie fehle, fungiere die Terrasse als Wassersammler (Terrassengrundwasser).

ARBENZ (1925: 7) nimmt in Übereinstimmung mit FANKHAUSER (1872: 175) an, das Felsprofil des Emmentales sei bedeutend tiefer als die heutige Talrinne. Im Emmenbett auftretende Felsköpfe erklärt er als randliche Profilpartien, angeschnittene Sporne, verdeckte Terrassen.

Anhand von Molasseaufschlüssen am Emmeufer versucht ARBENZ (1925: 7), den Verlauf der Felsrinne zu verfolgen: er findet Molasse links und rechts oberhalb der Schüpbachbrücke und vermutet deshalb, die Rinne ziehe sich links um Schüpbach herum. — Nur der Fuß der Brameggfluh bestehe aus Molasse, darüber entspringen Quellen aus diluvialem Schotter. — Bei der Vorschwelle für das Wehr liege die Molasse in 5 m Tiefe. Die Rinne führe entweder rechts durch den Mungnauschen, oder links unter der Lauperswiler-Terrasse durch.

ARBENZ (1925: 10) erklärt die Wasseraufstöße von Lauperswil durch eine Verengung des Rinnenprofils (Felssporn bei Zollbrück) und durch wahrscheinliche Terrassengrundwassereinmündungen. Die Quellen von Vannersmühle führt ARBENZ zurück auf «Verengung des Haupttales, Einmündung des grundwasserführenden Seitentales der Grünen und Zustrom von Grundwasser aus der Terrasse von Rüderswil eventuell in einer tiefen, mit Schotter erfüllten Rinne». In diesem letzten Punkt scheint ARBENZ FANKHAUSERs Auffassung (1872: 175), wenn auch in abgeändertem Sinn, zu bestätigen (1925: 14). Unterhalb des Emmenmattwehrs finden sich, nach ARBENZ, auf dem linken Emmenufer Wasseraustritte über der anstehenden Molasse. Sonst trete nirgends dauernd Grundwasser in die Emme.

Nach seinen Beobachtungen schließt LIECHTI (1928: 74), daß in der Riß-Eiszeit der Aaregletscher Arme ins Emmental entsandte. Während der Würm-Eiszeit dagegen drang der Aaregletscher nicht ins Emmental.

GERBER versucht (1941: 14) die Vorgänge, die während der Glazialzeit im Emmental stattgefunden haben, zu interpretieren. Während der Günz—Mindel—Interglazial-Zeit liegen die in der Molasse eingeschnittenen Talböden etwa 125 m über den heutigen Flußläufen. In der Mindel-Eiszeit dringen Eislappen des vom Rhonegletscher gestauten Aaregletschers ins Emmental. Randliche Schmelzwasserrinnen lagern Schotter ab. Diese liegen heute als Höhenschotter auf Bergrücken (1941: 3). Während der Mindel—Riß—Interglazial-Zeit vertieft die Emme ihr Bett bis zum tiefsten je erreichten Punkt. Später füllen Schottermassen die tiefste Rinne wieder aus. Während der Riß-Eiszeit überflutet der Rhonegletscher das Emmental; er lagert Grundmoränen ab. Während der Riß—Würm—Interglazial-Zeit wird viel Rhonemoräne abgetragen. Während der älteren Würm-Eiszeit bleibt das Emmental unterhalb Eggwil eisfrei. Der Rhonegletscher sperrt bei Burgdorf den Talausgang, so daß die Emme, zu einem Umweg gezwungen, Stauschotter deponiert, die den Talboden um 50—60 m erhöhen.

Während der Spiezer Schwankung und der jüngeren Würm-Eiszeit schafft sich die Emme bei Burgdorf einen neuen Abfluß. Sie frißt sich im Talboden wieder etwa 30 m ein und verbreitert seitlich ihr Bett, was die mittlere Terrasse entstehen läßt. In der Nacheiszeit werden die Täler erneut eingetieft um weitere 20 m, wodurch die unterste Terrasse entsteht mit den «Schachen».

Um die verschiedenen Auffassungen, die im Laufe der Zeit über die Vergletscherungen des mittleren Emmentales zum Ausdruck gebracht wurden, einander gegenüberzustellen, folgt hier eine stichwortartige Zusammenfassung:

FANKHAUSER erwähnt das Vorhandensein eines Emmegletschers (1872).

BACHMANN (1883) vermutet die abwechselnde Bedeckung des Mittellandes durch den Rhone-, dann durch den Aaregletscher, doch er läßt genaue Angaben über Ausbreitungsgebiete vermissen.

Nach FAVRE (1884) wurde der Nordteil unseres Gebietes vom Rhonegletscher, der Südteil vom Aaregletscher überflutet. Über die Chronologie dieser Vorgänge lesen wir nichts.

KAUFMANN (1886) stellt die Gegenwart des Aaregletschers im Untersuchungsgebiet fest.

BALTZER (1896) bezeugt die Bedeckung des mittleren Emmentales durch den Rhonegletscher während der größten (Riß ?) Eiszeit.

ANTENEN (1902) postuliert die Anwesenheit des Aaregletschers zur Diluvialzeit (?) im Emmental. Nachdem sich dieser zurückgezogen habe, sei der Emmengletscher vorgedrungen.

BRÜCKNER (1904) hält fest an einer Bedeckung des Emmentales durch den Rhonegletscher während der Riß-Eiszeit. Zur Würm-Eiszeit sei der Emmegletscher bis nach Eggiwil vorgedrungen, sei aber nie mit dem Aaregletscher in Verbindung gestanden, der nur bis zur Wasserscheide Aare—Emme vorrückte. Der Napf mit seinen westlichen Vorbergen sei in der Würm-Eiszeit eisfrei geblieben.

ANTENEN (1906) stellt fest, während der Würm-Eiszeit habe der Aaregletscher die Wasserscheide Aare—Emme nicht überschritten.

Nach FREY (1907) habe der Aaregletscher während der Würm-Eiszeit wenig Eis ins Emmental gesandt. Der Emmegletscher sei selbständig gewesen. Unser Gebiet jedoch soll eisfrei geblieben sein.

FREI (1912) stellt unser Gebiet als durch den riß-eiszeitlichen Rhonegletscher bedeckt dar.

ALB. HEIM (1919) umreißt die eiszeitliche Lage wie folgt: Während der Riß-Eiszeit sei der Aaregletscher in das Emmental eingedrungen und habe den Napf umflossen. Während der letzten Eiszeit dagegen habe der Aaregletscher die Wasserscheide Aare—Emme nicht überschritten.

LIECHTI (1928) vertritt die Auffassung, daß der Aaregletscher in der Riß-Eiszeit ins Emmental vordrang, in der Würm-Eiszeit dagegen nicht.

GERBER (1941) gibt folgende Ereignisabfolge an: Mindel-Eiszeit: Aaregletscher dringt ins Emmental. Riß-Eiszeit: Rhonegletscher überflutet unser Gebiet. Würm-Eiszeit: das Emmental unterhalb Eggiwil bleibt eisfrei.

32 **Pleistozän**

321 ? *Präriß*

An den Abhängen des Nesselgrabens, besonders ausgeprägt an dessen Ostseite, lässt sich ein Terrassensystem erkennen, das von 860 m im Süden (Stampfi, Höllenschluecht) auf 760 m im Norden (Baumen) absinkt. Dieser Höhenunterschied entspricht einem Gefälle von etwa 2°

oder 45 %, das jedoch nicht ganz einheitlich ist: im Süden, zwischen Stampfi und südlich von Fischbach, beträgt es 22 %, im nördlichen Abschnitt wird das Gefälle steiler (52 %).

Die einzelnen Elemente dieses Terrassensystems sind die folgenden:

Stampfi (860 m)
 S Tannental (857 m)
 W Alpmoos (860 m)
 W Moos (870 m)
 W Höllenschluecht (870 m)
 S Marlebergschür (858 m)
 N Marlebergschür (845 m)
 Farn (832 m)
 W und N Oulenäst (825 m)
 zwischen Ramis und Niderhus (815 m)
 Niderhus (795 m)
 W Mützlenberg (800 und 777 m)
 zwischen Baumen und Baumenholz (763 m).

Auf keinem dieser Terrassenteilstücke konnten quartäre Ablagerungen entdeckt werden; dagegen steht auf den Terrassenflächen westlich Höllenschluecht und nördlich Oulenäst Nagelfluh an. Das Gefälle dieses Terrassensystems entspricht annähernd dem Schichtfallen. Der Nachweis, daß es sich um eine Denudationsterrasse handelt, konnte jedoch nicht erbracht werden. Kleine Terrassen finden sich auch topographisch höher, lassen sich jedoch in kein System einreihen und stellen offensichtlich Denudationsterrassen in der Molasse dar (Wechsel Nagelfluh/Sandstein).

Das Terrassensystem zwischen Stampfi und Baumenholz entspricht daher wahrscheinlich einem alten Talboden, der mangels quartärer Überlagerung nicht genauer datiert werden kann. Da, in entsprechender Höhe weiter westlich, zahlreiche Schottervorkommen auftreten (Höhenschotter: GERBER 1941: 3), die sicher praewürm, und wahrscheinlich rißzeitlich sind, darf angenommen werden, daß der Talboden Stampfi—Baumen einer praerißeiszeitlichen Landoberfläche entspricht. In Figur 24 ist diese Terrasse als T₃ bezeichnet. Auf der gegenüberliegenden nördlichen Talseite sind auf dieser Höhe Schotter und Sande aufgeschlossen (siehe Fig. 24), die sicher praewürmeiszeitlich sind. Auch das bestätigt diese Altfläche als praerißeiszeitlich.

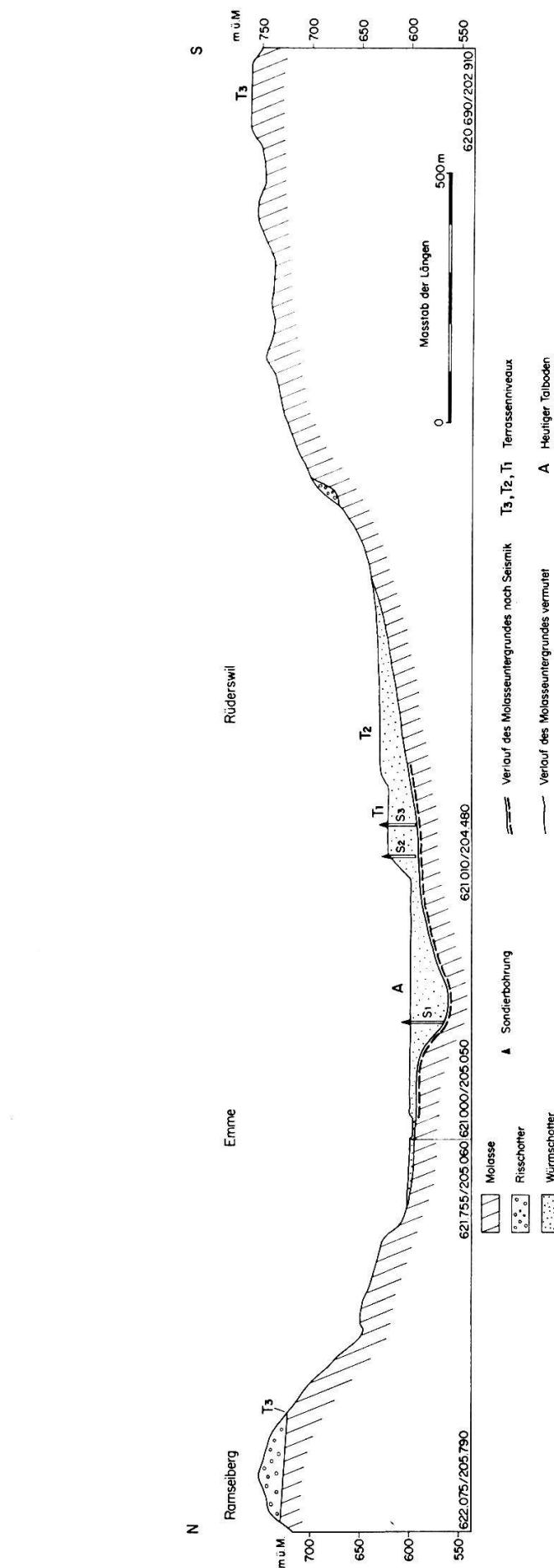


Fig. 24 Profil durch das Quartär des Emmentals zwischen Ramseiberg und Mützlenberg (Nesselgraben)

332 ? *Riß-Eiszeit*

GERBER (1941: 3) beschreibt am Ostrand des LK-Blattes Worb 1167 vier Schottervorkommen, die er als Höhenschotter bezeichnet:

Aetzlischwand	(Koord. 619.750/199.725)
Hinter-Tannental	(Koord. 619.920/199.850)
Südlich Häusergruppe Ramisberg	(Koord. 619.375/200.100)
Nördlich Ramisberg	(Koord. 619.600/200.720)

Weitere Vorkommen dieser sogenannten Höhenschotter hat Prof. RUTSCH, anlässlich der Kartierung des LK-Blattes Worb für die SCHWEIZ. GEOLOGISCHE KOMMISSION, nahe dem Ostrand dieses Blattes bei Landiswil, westlich Chratzme (890 m), südwestlich Chratzme (890 m), nordwestlich Pruff (890 m), südwestlich Pruff (950 m), ferner südlich Buech (880 m) bei Zäziwil und zahlreichen weiteren Stellen gefunden.

Ein ähnliches Schottervorkommen auf etwa 690 m tritt in meinem Aufnahmegeraet ob Rüderswil auf (Koord. 620.870/203.780) (siehe Figur 24). Es handelt sich um auffallend grobgeröllige, zum Teil verfestigte Schotter.

Auf dem Ramseiberg (Koord. 621.990/205.600/735 und 622.110/205.680/740: mündliche Mitteilung von Prof. RUTSCH) kommen ebenfalls Schotter vor.

Alle diese Vorkommen sind sicher praewürmeiszeitlich, da sie weit außerhalb der Moränen des Würmmaximums liegen. Da das ganze Gebiet, innerhalb welchem diese Schotter auftreten, vom Rißgletscher (vereinigter Aare—Rhonegletscher) bedeckt war, ist es naheliegend, diese Schotter der Riß-Eiszeit als wahrscheinliche Vorstoß-Schotter zu deuten. Es sind darin von Prof. RUTSCH S Landiswil sichere Rhoneleitgesteine (zum Beispiel Granatamphibolit) gefunden worden. GERBER hat diese Höhenschotter der Mindeleiszeit zugeschrieben, wofür, meines Erachtens, Beweise fehlen.

Der Riß-Eiszeit sind wahrscheinlich auch die folgenden erratischen Blöcke zuzuweisen:

1. Koord.: (621.415/197.430/775) Gehöft Obermattgraben, Eisensandstein aus dem Aalénien der Wildhorndecke.
2. Koord.: (621.265/198.580/820) beim Gehöft Bemunder (Niedermattgraben), Sericit-Chloritgneis aus der nördlichen Schieferhülle des Aarmassivs.
3. Koord.: (620.465/203.310/690) S Niderbach (Nesselgraben), Habkerngranit.

323 *? Riß—Würm—Interglazial*

Das Emmental ist übertieft. Bei Vennersmühle beweisen eine Sondierbohrung (Koord. 621.000/204.800/600), sowie geophysikalische Untersuchungen (Fig. 24: S) das Vorhandensein einer Rinne, deren Felssohle mindestens 35 m unter dem heutigen Talboden liegt. Wahrscheinlich folgte die Emme damals nicht dem heutigen Tallauf, sondern verlief quer durch das Gebiet der heutigen Terrasse des Rüderswilerfeldes. Diese, schon von ARBENZ (1925: 10) geäußerte Vermutung wird durch zwei Tatsachen unterstrichen: Der Sockel der Terrasse besteht aus Molasse, außer bei Schachen und bei Rumpel, wo Schotteraufschlüsse («löcherige Nagelfluh») bis zur Talsohle reichen. Außerdem erreichten zwei, bis zur Talsohle abgeteufte Bohrungen (Fig. 24: S₂, S₃, Koord. 621.005/204.475/624 und 621.055/204.422/624) die Molasse nicht, sondern erschließen nur Schotter und Sande.

GERBER hat diese tiefste Rinne dem Mindel—Riß-Interglazial zugewiesen und ihre unterste Füllung als Rinnenschotter bezeichnet. Die Bohrung S₁ hat jedoch bis zur Felssohle einen ziemlich einheitlichen Schotterkörper erschlossen. Daher möchte ich die tiefste Talbildung im Emmental nicht in die Mindel—Riß-Zwischeneiszeit, sondern in die Riß—Würm-Interglazialzeit verweisen.

324 *Würm-Eiszeit*

Während der Würm-Eiszeit blieb das mittlere Emmental eisfrei; der Rhonegletscher versperrte bei Burgdorf den Talausgang. In dieser Zeit wurde das mittlere Emmental bis auf die Höhe der Terrasse T₂ (Fig. 24) aufgeschottert. Das Schottermaterial dürfte einerseits vom Emmegletscher, andererseits vom Aaregletscher stammen, der im Würmmaximum einen Seitenarm bis in die Gegend von Zäziwil entsandte.

325 *Spätwürm und Postglazial*

Im Spätwürm und in der Postglazialzeit hat sich die Emme in zwei Phasen in die Terrasse des Rüderswilerfeldes eingetieft: Während der ersten wurde das Tal bis auf das Niveau T₁ (siehe Fig. 24), während der zweiten bis zur heutigen Talsohle (Fig. 24: A) erodiert. Das Niveau T₁,

welches LIECHTIS (1928: 65) tiefster Terrasse T_1 entspricht, tritt zuerst am Fuße des Riedbergs bei Riedbergli (682 m) auf. Sie erscheint wieder am Ausgang des Längenbachgrabens bei Furen (663 m) und bei Längenbach (662 m), von wo sie sich ununterbrochen bis Lauperswil hinzieht. Es folgt eine Lücke; bei Großmatt, südöstlich Rüderswil, setzt die Terrasse wieder ein und zieht sich ununterbrochen über das Rüderswilerfeld und Rumpel bis nach Toggelbrunnen, am Westrand des LK-Blattes Langnau. Dort wird die Terrasse schmal und keilt aus. Zwischen Riedbergli und Furen beträgt das Gefälle 14 ‰, von Längenbach bis Lauperswil 12,5 ‰, von dort zum Rüderswilerfeld 4,3 ‰. Vergleichsweise beträgt das Gefälle des heutigen Talbodens im Ried (am Fuße des Riedbergs) 3,9 ‰, zwischen Chalchmatt (nördlich Lauperswil) und dem Schachen von Rüderswil 7,6 ‰; es ist also durchschnittlich weniger steil als das erwähnte Terrassensystem.

Die Terrasse T_1 ist stellenweise Fels-, stellenweise Schotterterrasse. Bei Riedbergli ist sie nicht aufgeschlossen. Aufschlüsse «löcheriger Nagelfluh» (verfestigter Schotter) südlich des Bahnhofs von Emmenmatt kennzeichnen die Terrasse bei Furen als Schotterterrasse. Von Emmenmatt bis zum Gehöft Bramegg fehlen Aufschlüsse. Von Bramegg bis nördlich Lauperswil, wo die Terrasse in den Wartensteinwald übergeht, zeugen zahlreiche Nagelfluh- und Sandsteinaufschlüsse für ihren Felsterrassencharakter. Am Terrassenabfall, der den Rüderswiler Schachen umgibt, finden sich eine ganze Reihe Aufschlüsse «löcheriger Nagelfluh», wie auch südlich der Gehöfte Moos und Fennersmühle. Unterhalb der Gehöfte Rüderswilerfeld und Schnätzischachen liegen Molasseaufschlüsse vor; bei Fennersmühle steigt die Molasse langsam an und bei Toggelbrunnen ist die Terrasse wieder felsig.

Das Terrassenniveau T_2 (T_2 von LIECHTI 1928: 67) tritt erstmals am Ausgang des Längenbachs bei Blasen (692 m) auf. Links des Längenbachs, beim Weiler Oberlängenbach, erscheint es wieder (680 m) und zieht sich bis Witenbach (676 m), wo die Terrasse aufhört, um bei Chappelimatt, südwestlich Lauperswil, reliktisch wieder zum Vorschein zu treten. Sie verschwindet wieder ganz und ist erst zwischen Jäggü und Sitten (634 m) bei Rüderswil wieder nachweisbar. Zwischen Chappelimatt und Jäggü konnte ein Gefälle von etwa 10 ‰ berechnet werden. Von der Terrasse, beim Koordinatenpunkt 621.045/204.350/630, zweigt — 5 m tiefer als diese — eine kleine intermediäre Terrasse ab, die sich bis Koordinatenpunkt 621.250/204.470/630 m zieht.

Die obere Hälfte dieser Terrasse besteht bei Blasen aus «löcheriger Nagelfluh»; südlich des Bahnhofs Emmenmatt steigt die Molasse allmählich nach Südwesten an zur Südostflanke des Riedberges. Im weiteren Verlauf der Terrasse T₂ sind keine Aufschlüsse vorhanden.

Die Schuttkegel folgen der Terrassenbildung, wie das der Längenbachgraben sehr schön zeigt. Hier wurde ein Schuttkegel zuerst auf dem Talboden auf 690 m abgelagert. Als die Talsohle tiefer gelegt wurde, erodierte sich der Bach durch das höhere Terrassenniveau und lagerte einen zweiten Schuttkegel auf der Terrasse ab. Dabei wurde der alte Schuttkegel auf dem höheren Terrassenniveau zerschnitten. Die zwei Hälften liegen bei Blasen und bei Oberlängenbach. Derselbe Vorgang wiederholte sich bei der Entstehung der heutigen Talsohle: Der zweithöchste Schuttkegel wurde ebenfalls entzweigeschnitten; seine Relikte liegen bei Furen und bei Vorderlängenbach.

4 Zusammenfassung

Ausgangspunkt für die vorliegende Arbeit war die geologische Detailkartierung (1 : 10 000) des östlichen Blasenfluhgebietes im mittleren Emmental. Der Felsuntergrund besteht ausschließlich aus miozäner Molasse, die tektonisch sehr einfach gebaut ist. Das wichtigste Problem bildete die lithostratigraphische, biostratigraphische und chronostratigraphische Gliederung und Korrelation der Molassesedimente, wobei eine Klassifikation, einerseits mit Hilfe von Mega- und Mikrofossilien, andererseits mittelst sedimentpetrographischer Methoden durchgeführt wurde, um zu prüfen, inwieweit zwischen Biostratigraphie und Sedimentpetrographie Übereinstimmung oder Gegensätze festzustellen sind.

Da die bisherige Gliederung der Molasse im Blasenfluhgebiet weder auf lithostratigraphischen, noch auf paläontologischen Grundlagen beruhte, war ihre Stellung innerhalb des Miozäns unsicher. Man nahm zwar an, daß über der Oberen Meeresmolasse die Obere Süßwassermolasse vorhanden sei, ohne das jedoch beweisen zu können. Die früher hier angewandten Stufenbezeichnungen waren als bloße Vermutungen zu bewerten. Meine Untersuchung ging von der Aufstellung lithostratigraphischer Einheiten aus, wobei eine stratigraphisch tiefere Abteilung als Niedermattschichten, eine höhere Abteilung als Hundschüpfenschich-

ten ausgeschieden wurden. Da die Untergrenze der Niedermattschichten und die Obergrenze der Hundschüpfenschichten nicht genau festgelegt werden konnten, war die Aufstellung von Formationen nicht möglich; beide Begriffe sind also vorläufig informell.

Das Typusprofil der Niedermattschichten befindet sich im unteren Teil der neuen Straße Niedermattgraben—Untere Hundschüpfen (Koord. 620.880/198.490—620.750/198.730). Das Typusprofil der Hundschüpfenschichten liegt im oberen Teil der erwähnten Straße (Koord. 620.750/198.730—620.380/198.745—620.265/198.780). Die Mächtigkeit der Niedermattschichten beträgt etwa 170 m, die der Hundschüpfenschichten etwa 115 m.

Die Lithologie beider Schichtkomplexe ist durch einen häufigen Wechsel von Psammiten und Psephiten gekennzeichnet. Die Hundschüpfenschichten weisen ausgedehnte Mergelhorizonte auf, die in den Niedermattschichten fehlen.

Trotz umfassender Schlämmanalysen konnte weder in den Niedermatt noch in den Hundschüpfenschichten eine stratigraphisch verwendbare Mikrofauna nachgewiesen werden. Dagegen gelang es, eine ganze Anzahl neuer Megafossilfundstellen zu entdecken. Die Niedermattschichten enthalten eine ausschließlich marine bis brackische Fauna, bestehend aus einigen, nicht näher bestimmmbaren, Foraminiferen, der Ostracodenspezies *Cytheridea* cfr. *acuminata* BOSQUET, mehreren, nur generisch bestimmmbaren Pelecypoden, Gastropoden und Selachierzähnen. Dazu kommen eingeschwemmte Phanerogamenblätter.

Die Niedermattschichten gehören damit faziell eindeutig zur Oberen Meeresmolasse. Als Grenze gegen die hangenden Hundschüpfenschichten wurde ein Mergelhorizont gewählt, der sich über etwa 6 km² verfolgen lässt und in welchem ausschließlich Süßwasser- und Landgastropoden, darunter *Cepaea* cfr. *silvana* (KLEIN), vorhanden sind. Über diesem Leithorizont folgen weitere Fossilhorizonte, die ebenfalls ausschließlich Land- und Süßwassermollusken sowie unbestimmbare Resten von Mikromammaliern enthalten. Die Hundschüpfenschichten repräsentieren also eindeutig die Obere Süßwassermolasse.

Die sedimentpetrographischen Untersuchungen der Sandsteine haben die biostratigraphische Gliederung nicht erkennen lassen. Die Schwermineral-Assoziation ist in beiden Schichtkomplexen durchwegs gleich: sie zeigt eine Epidotvormacht mit Granat als Nebengemengteil. Auch die Leichtmineralzusammensetzung ändert sich in beiden Schichtkomplexen

nicht: Quarzvormacht und relativ niedriger Karbonatgehalt sind die Charakteristika der untersuchten Sandsteine. Die granulometrische Untersuchung weist die Sandsteine der Niedermatt- und Hundsüpfenschichten in den Sandsteinsektor des Ton-Sand-Kalk-Diagramms von FÜCHTBAUER.

Der Versuch einer chronostratigraphischen Datierung der Niedermatt- und Hundsüpfenschichten stößt auf bedeutende Schwierigkeiten. Aus der Stellung im Schichtverband geht eindeutig hervor, daß die Niedermattschichten stratigraphisch höher als das typische Helvétien einzuordnen sind. Ihre Fauna ist leider zu schlecht erhalten, um sie genau zu datieren; auf Grund ihrer Stellung über dem Stratotyp des Helvétien entsprechen sie möglicherweise dem Sallomacien der Aquitaine oder dem Karpatien des Karpatenvorlandes.

Eine Korrelation der Fauna der Hundsüpfenschichten mit dem Tortonien im Piemont ist deshalb nicht möglich, weil keine der in den Hundsüpfenschichten vorhandenen Landmolluskenarten im Stratotyp in Sant'Agata Fossili nachgewiesen ist. Dagegen ist eine Parallelisation mit den Silvanaschichten der Schwäbischen Molasse wahrscheinlich, für die jedoch eine Korrelation I. Ordnung mit dem Stratotyp des Tortonien meines Wissens bis jetzt ebenfalls nicht gelungen ist. Die Untersuchungen haben mit aller Deutlichkeit gezeigt, daß für die Molasseablagerungen des westlichen Napfgebietes vorläufig nur eine litho- und biostratigraphische Gliederung möglich ist. Einzig die Stellung der Niedermatt- und Hundsüpfenschichten über dem Stratotyp des Helvétien gestattet es, diese Schichtkomplexe als sicher jünger als Helvétien s.s. zu datieren.

Ein Vergleich mit dem Gebiet am Westfuß des Napfs erlaubt es festzustellen, daß die Niedermattschichten stratigraphisch über den Rotseeschichten der Gliederung KAUFMANNS aus dem Jahre 1886 liegen. Die Hundsüpfenschichten können mit den Oeninger- und Napfschichten KAUFMANNS (1886) parallelisiert werden. Die Grenze Niedermattschichten—Hundsüpfenschichten entspricht möglicherweise der Helvétien—Tortoniengrenze LIECHTIS im Gebiet zwischen Emme und Ilfis und derjenigen GERBERS in der nördlich an das Untersuchungsgebiet anschließenden Region, obwohl diese Grenze weder von LIECHTI noch von GERBER chronostratigraphisch datiert werden konnte.

Der tektonische Aufbau ist einfach. Der Südschenkel der Belpberg-Synklinale läßt sich bis zum Chappf, südlich meines Untersuchungsgebie-

tes, verfolgen. Der Nordschenkel dagegen flacht aus; die Schichten liegen zunächst horizontal und fallen schwach nochmals nach Norden, um erst bei Lützelflüh in Südfallen überzugehen. Sie bilden also hier eine wenig ausgeprägte Mulde, deren Achse bei Ramsei liegt, weshalb ich sie als Ramsei-Synklinale bezeichne.

Im Anschluß an die sedimentpetrographischen Untersuchungen im Blasenfluhgebiet wurden Vergleichsprofile am Belpberg, Längenberg und bei Guggisberg bearbeitet. Die Helvétien-Sandsteine dieser drei Gebiete und die ? Tortonien-Sandsteine des Guggershörnli weisen im allgemeinen ähnliche sedimentpetrographische Eigenschaften auf wie das Blasenfluhgebiet. Um so auffallender ist die Tatsache, daß im Helvétien des Belpbergs und bei Guggisberg und im ? Tortonien des Guggershörnli Sandsteinschichtkomplexe und Sandsteinlinsen vorliegen, die eine völlig andere Schwermineral-Verteilung aufweisen. Epidot tritt stark zurück, dafür gewinnen Zirkon, Rutil und Turmalin an Bedeutung. Als Ursache für diese Abweichungen dürften weniger tektonische Vorgänge im Hinterland als transportmechanische oder lokale verwitterungskhemische Unterschiede in Betracht zu ziehen sein.

Als Ganzes erweisen sich die miozänen Ablagerungen des Blasenfluhgebietes in bezug auf Schwermineral-Assoziation als homogen, der Guggisbergschuttfächer dagegen als heterogen. Die Untersuchungen beweisen auch, daß derartige Heterogenität nur bei relativ dichter Probeentnahme erfaßt werden kann. Interessant ist auch die Feststellung, daß innerhalb ein und desselben, lithologisch einheitlich, stratigraphisch eindeutig fixierten Leithorizontes (Sädelnagelfluh der Bütschelegg und des Belpberges) die Schwermineral-Verteilung quantitativ sehr verschieden sein kann.

Im Untersuchungsgebiet lassen sich drei übereinanderliegende Terrassensysteme und zwei Gruppen von Schotterablagerungen nachweisen. Anhand dieser Elemente wurde der Versuch einer Darstellung der Talgeschichte unternommen. Einem Praeriß-Talboden entsprechen wahrscheinlich die Terrassenrelikte, die im Nesselgraben von Stampfi (860 m) im Süden, bis Baumen im Norden (760 m) verfolgt werden können.

Schottervorkommen im obersten Nesselgraben zwischen 880 und 940 m, ob Rüderswil (690 m) und auf dem Ramseiberg (730 und 740 m) werden als Vorstoß-Schotter des rißzeitlichen Rhonegletschers gedeutet. Während des Riß—Würm—Interglazials fand die tiefste Durchtalung des Emmentals statt, und zwar bis auf eine Tiefe von 35 m unterhalb der heutigen Talsohle. Diese Tiefenangabe lieferte eine Sondierbohrung bei

Vannersmühle. Geophysikalische Untersuchungen bestätigten die Existenz einer schmalen Rinne unter der Talsohle. Diese Rinne wich möglicherweise vom heutigen Talverlauf ab und verlief durch das Gebiet der heutigen Rüderswilerterrasse.

Während der Würm-Eiszeit, als der Rhonegletscher die Emme bei Burgdorf staute, wurde das Emmental bis auf die Höhe des mittleren Terrassensystems T_2 aufgeschottert. Die Relikte dieses Talbodens lassen sich im Untersuchungsgebiet von Blasen bei Emmenmatt (692 m) bis Siten bei Rüderswil (634 m) verfolgen. Im weiteren Verlauf der Würm-Eiszeit und im Postglazial erodierte die Emme das Tal zuerst bis auf das unterste Terrassenniveau (T_1), das im Untersuchungsgebiet von Riedbergli bei Schüpbach (682 m) bis Toggelbrunnen bei Rüderswil (613 m) reichte. In einer zweiten Phase wurde das Tal bis zum heutigen Niveau eingeschnitten.

Verzeichnis der Figuren, Tabellen und der Tafel

	Seite
Fig. 1 Lage des Aufnahmegerätes, tektonische Übersicht	91
Fig. 2 Stratigraphisches Profil (Typusprofil) der Niedermattschichten	97
Fig. 3 KTS-Diagramm nach FÜCHTBAUER (1959: 608)	99
Fig. 4 Verteilung der Schwer- und Leichtmineralien auf einzelne Korngrößen. Anteil an Schwermineralien jeder Korngröße. Untersuchung an vier Proben der Niedermatt- und Hundschüpfenschichten des Blasenfluhgebietes und des Helvétien und ? Tortonien der Guggisberger Gegend	101
Fig. 5 Die Schwermineral-Verteilung im Typusprofil der Niedermattschichten	103
Fig. 6 Die Leichtmineral-Verteilung im Typusprofil der Niedermattschichten .	106
Fig. 7 Stratigraphisches Profil der Niedermatt- und Hundschüpfenschichten des Riedbergs bei Signau	107
Fig. 8 Die Schwermineral-Verteilung in den Niedermatt- und Hundschüpfenschichten des Riedbergs bei Signau	109
Fig. 9 Die Leichtmineral-Verteilung in den Niedermatt- und Hundschüpfenschichten des Riedbergs bei Signau	111
Fig. 10 Die Schwermineral-Verteilung in den Niedermatt- und Hundschüpfenschichten des Blindenbachgrabens bei Lauperswil	112
Fig. 11 Die Leichtmineral-Verteilung in den Niedermatt- und Hundschüpfenschichten des Blindenbachgrabens bei Lauperswil	113

Tab. 2. Sedimentpetrographische Untersuchung der Sandsteine:
Zusammenstellung der Resultate

Abkürzungen: HS = Hundschüpfenschichten; NS = Niedermattschichten; T = Tortonien; H = Helvétien sl; K = Kornpräparat; D = Dünnenschliff; + = Glaukonit vorhanden, aber nicht gezählt.

Probe-Nr.	Meter ü. M.	Schwermineralien in %														Leichtmineralien in %														Sortierungskoeff.	Lithostratigr. Einheit	Stufe	Probe-Nr.							
		Epidot		Hornblende												Total gezählte SM ohne Erze		Leichtmineralien in %		Total gezählte LM																				
		Granat	Epidot frisch	Epidot zers.	Apatit	Zirkon	Rutile	Anatas	Brookit	Titanit	Spinell	Staurolith	Disthen	Andalusit	grün. Hornbl.	braune Hornbl.	farbl. Hornbl.	Alkalihornbl.	Turmalin	Chloritoid	Baryt	Anzahl Erze pro 100 durchsichtige SM	Anteil der Probe an SM in %	Quarz	Defritischer Calcit	Karbonat Calcit Matrix	Feldspat	Dolomit	Feldspat verzwillingt	Feldspat unverzwillingt	Glimmer	Glaukonit	Akzessionen	Gesteins-bruchstücke	Preparat	Medianwert				
Typusprofil der Hundschüpfen- und Niedermattschichten (Koord. siehe Text S. 122 u. 98)																																								
191	959	14,8	53,4	19,7	2,3	1,0	0,3			1,0					2,6	1,3	1,0	1,0	1,6			305	8	3,3	26,4	35,5	1,6		6,5	1,2	6,9	13,0	0,2	+ 1,8	8,7	507	D 0,236	1,28	HS	T 191
190	952	18,0	50,2	22,9	4,7	0,3	1,0			1,0					0,3	0,7	0,3	0,3	0,3			301	11	4,4	24,9	27,2	9,7		7,6	1,7	8,9	11,1		+ 7,0	515	D 0,147	1,62	HS	T 190	
189	935	11,5	53,6	24,3	4,3	2,4	0,3			0,9					0,3		0,3	0,3	0,9			330	15	2,0	47,4			19,0	4,3	1,7	4,9	7,9		+ 15,1	188	K 0,185	1,67	HS	T 189	
188	929	6,6	65,8	19,8	3,8	0,3	0,6	0,3		0,6					0,3		0,3	1,3	0,3			318	7	4,4	47,4			18,7	7,5	0,4	10,3	10,3		+ 5,5	201	K 0,143	1,47	HS	T 188	
140	806	11,1	51,1	26,4	4,2	2,0				0,7					0,3	1,0	0,3	1,0	0,3			307	12	1,4	44,8	19,5	5,1		2,0	3,3	9,6	7,3		+ 2,7	5,5	503	D 0,203	1,56	HS	T 140
138	876	22,6	39,1	28,7	3,5	0,3				0,1					1,5	0,3	1,2	0,3	0,9			345	19	5,2	40,0			16,2	1,3	0,8	9,9	21,8		+ 9,9	200	K 0,153	1,64	HS	T 138	
108a	860	10,7	40,2	36,9	5,4	3,0	1,1			0,1					0,8		0,3	0,5	0,1			757	10	4,2	39,4			23,0	2,3	0,4	10,6	17,5		+ 6,8	197	K 0,140	1,57	HS	T 108a	
137	848	15,5	44,9	27,1	7,0	1,6	0,8								0,8							129	25	2,5	41,1			6,0	2,6	0,9	7,3	32,4		+ 9,6	200	K 0,072	1,63	NS	H 137	
112	840	38,7	35,3	18,6	0,9	1,2	0,9								0,3	1,7	1,2	0,6				349	29	4,0	43,2			16,6	0,7		11,6	12,4		+ 9,5	200	K 0,270	1,59	NS	H 112	
69a	825	17,7	32,3	40,3	3,2										0,8		2,4		0,8			124	23	2,4	42,9			22,4	1,7	1,1	14,8	12,1		+ 4,9	200	K 0,175	1,44	NS	H 69a	
136	812	15,6	40,1	33,1	4,9	1,9	0,7			0,2					1,7		0,2	0,9				429	28	1,6	28,5	32,2	15,6		5,2	1,1	6,3	4,0	0,4	+ 2,6	4,1	543	D 0,135	1,59	NS	H 136
124	800	14,7	52,0	14,3	6,7	2,0	2,0			1,7					0,3	1,7	0,7	0,3	2,3			300	21	1,7	39,6			22,4	1,4	0,4	5,7	24,4		+ 6,1	200	K 0,092	1,60	NS	H 124	
135	791	23,5	43,6	15,9	4,5	3,2	1,3			1,3					0,8	0,5	1,1	0,3	0,8			378	47	2,7	45,7			20,3	1,5		7,0	17,6		+ 7,8	200	K 0,170	1,57	NS	H 135	
134	789	22,9	43,1	27,2	1,6	0,5	0,3			0,3					1,3		1,6		0,3			372	26	4,8	33,7	26,8	3,8		5,5	2,2	10,1	7,4		+ 2,6	7,9	683	D 0,240	1,81	NS	H 134
Riedbergprofil (Koord. siehe Text S. 108)																																								
141	873	5,5	53,5	26,9	7,4	0,3	0,7			2,2					0,6		1,3	0,7	0,3			312	5	0,6	57,4	1,4	19,8		3,8	0,8	3,6	9,6		+ 2,2	1,4	582	D 0,055	1,56	HS	T 141
142	857	9,5	46,8	27,2	3,1	0,8	1,4			1,1					0,3		3,9	1,9	1,1			357	5	8,8	24,0	13,5	28,9		8,4	0,9	8,4	4,6		+ 4,4	6,9	525	D 0,145	1,35	NS	H 142
143	850	14,0	45,1	23,2	5,1	0,6	0,9			1,6					0,3		1,9	0,6	1,3			315	6	1,8	47,2			15,6	3,7	2,0	5,6	14,5		+ 11,3	200	K 0,170	1,45	NS	H 143	
144	847	5,5	47,6	34,1	6,8		0,6			0,3					1,6	0,3	1,0	1,3	0,3			309	11	6,5	48,8	6,3	6,8		11,7	1,1	6,4	13,5		+ 3,0	2,3	528	D 0,195	1,73	NS	H 144
145	846	8,9	54,5	20,1	5,0	0,6	2,5			0,3					0,6		1,6	2,2	0,9			323	19	0,7	58,1			7,9	4,1	0,4	8,4	12,8		+ 8,4	200	K 0,255	1,51	NS	H 145	
148	823	17,9	47,9	17,3	3,3	1,6	0,6			0,7					0,7		5,2	1,6	0,3			307	30	1,3	33,0	9,7	28,2		8,4	1,9	8,4	3,7		+ 3,2	3,5	570	D 0,187	1,40	NS	H 148
147	813	27,4	47,5	14,8	1,6	0,9				0,3					0,3		2,5	0,6	0,6			318	18	5,0	30,4	11,7	29,7		6,1	3,6	9,7	1,2		+ 2,4	5,2	496	D 0,235	1,27	NS	H 147
149	788	27,3	44,2	23,2	1,0		0,3			0,6					0,6		2,3	0,6	1,0			311	50	2,7	26,5	7,9	22,3		6,8	4,3	13,0	2,1		+ 3,1	14,0	484	D 0,280	1,59	NS	H 149
146	781	12,5	45,1	25,6	3,0	1,3	0,7			1,0					1,6		3,0	1,6	1,0			313	22	1,9	24,7	13,8	33,7		8,7	1,4	6,8	2,0		+ 2,9	4,0	555	D 0,155	1,60	NS	H 146
150	787	19,4	40,8	14,5	4,9	5,3	2,3			1,7					0,3		3,9	0,3	1,0			304	29	2,4	21,3	10,1	34,2		15,0	2,2	7,5	5,2		+ 3,4	1,4	507	D 0,092	2,24	NS	H 150
151	785	17,2	50,8	11,9	5,6	4,3	1,3			3,6					0,3		1,0	0,7	0,3			303	21	1,3	23,1	11,2	39,1		12,0	0,4	3,2	5,8		+ 4,2	1,0	501	D 0,048	1,57	NS	H 151
152	767	21,8	46,4	17,2	3,6	2,6	0,7			0,3					2,6	0,6	0,3	1,3	1,3			308	23	2,2	35,7	3,6	34,0		10,7	1,7	5,0	5,6		+ 5,2	1,5	535	D 0,122	1,56	NS	H 152
153	753	8,8	41,4	37,2	2,5	1,3				0,4					4,2	0,4	0,4	1,3	1,3			239	26	0,8	29,2	7,0	30,5		7,2	0,5	9,0	6,9		+ 3,3	6,4	545	D 0,130	1,34	NS	H 153
155	747	13,3	32,3	49,3	0,4					0,4					2,3	0,4	1,3	0,7	300			35	2,8	57,1	4,7	3,0	10,7		5,6	11,9		+ 3,6	3,4	468	D 0,052	2,94	NS	H 155		
156	740	13,4	54,9	13,4	7,2	1,3	0,7			0,3					0,3		5,9	1,0	1,6			306	29	0,9	45,5	4,4	2,9		6,0	3,6	18,3	14,5		+ 3,4	1,4	415	D 0,145	1,87	NS	H 156
154	736	21,0	42,0	16,1	8,9	1,0	1,0			0,3					0,3		3,0	1,6	0,3																					

Tab. 2. Sedimentpetrographische Untersuchung der Sandsteine:
Zusammenstellung der Resultate

Abkürzungen: HS = Hundschüpfenschichten; NS = Niedermattschichten; T = Tortonien; H = Helvétien sl; K = Kornpräparat; D = Dünnenschliff; + = Glaukonit vorhanden, aber nicht gezählt

Fig. 12	Kartenskizze der Fossilfundstellen im Untersuchungsgebiet und in den Nachbargebieten	114
Fig. 13	Stratigraphisches Profil (Typusprofil) der Hundsüpfenschichten	123
Fig. 14	Die Schwermineral-Verteilung im Typusprofil der Hundsüpfenschichten	125
Fig. 15	Die Leichtmineral-Verteilung im Typusprofil der Hundsüpfenschichten	126
Fig. 16	Geologisches Querprofil zwischen Kurzenberg und Ramseiberg	136
Fig. 17	Die Schwermineral-Verteilung im Helvétien des Belpbergs	149
Fig. 18	Die Schwermineral-Verteilung im Stratotyp des Helvétien am Imihubel	150
Fig. 19	Die Schwermineral-Verteilung in der Oberen Meeresmolasse (Helvétien) und der Oberen Süßwassermolasse (? Tortonien) der Region von Guggisberg	151
Fig. 20	Verteilung der Schwermineralien im Helvétien s. l. und ? Tortonien zwischen Sense und Emme	153
Fig. 21	Die Leichtmineral-Verteilung im Helvétien des Belpbergs	155
Fig. 22	Die Leichtmineral-Verteilung im Stratotyp des Helvétien am Imihubel	156
Fig. 23	Die Leichtmineral-Verteilung in der Oberen Meeresmolasse (Helvétien) und der Oberen Süßwassermolasse (? Tortonien) der Region von Guggisberg	157
Fig. 24	Profil durch das Quartär des Emmentals zwischen Ramseiberg und Mütslenberg (Nesselgraben)	168
Tab. 1	Gliederungsversuch der Molasse im westlichen Napfgebiet nach Kaufmann, Liechti, Rutsch, della Valle	142
Tab. 2a + b	Sedimentpetrographische Untersuchung der Sandsteine: Zusammenstellung der Resultate	nach 176
Tafel	Geologische Karte des östlichen Blasenfluhgebietes 1:25 000 3. Umschlagseite	

Korrigenda: Der angegebene Maßstab der Fig. 16, Seite 136, ist falsch. Der richtige Maßstab ergibt sich aus den angegebenen Höhenzahlen und Koordinaten.

Literaturverzeichnis

- ÆBERHARDT, B. (1909): Sur les déviations de quelques cours d'eau. *Eclogae geol. Helv.* 10: 745—749.
- ALVINERIE, J., JULIUS, CH., MOYES, J., et VIGNEAUX, M. (1964): A propos de l'Helvétien de Salles (Gironde). *Verh. des Comité du Néogène Méditerranéen*, 3. Tagung, Bern.
- ANTENEN, F. (1902): Die Vereisungen der Emmentäler. *Mitt. natf. Ges. Bern*, Jg. 1901: 18—43.
- (1906): Die Vereisungen im Eriz und die Moränen von Schwarzenegg. *Eclogae geol. Helv.* 9: 123—132.
- (1909): Mitteilungen über das Quartär des Emmentales. *Eclogae geol. Helv.* 10: 772—798.
- (1910): Mitteilungen über Talbildungen und eiszeitliche Ablagerungen in den Emmentälern. *Eclogae geol. Helv.* 11: 77—95.
- ARBENZ, P. (1925): Expertenbericht zu Handen der Baudirektion des Kantons Bern, betr. Wasserleitung aus dem Emmental durch die Stadt Bern. Bern (Rutishauser & Ludwig).
- BACHMANN, I. (1883): Über die Grenzen des Rhonegletschers im Emmental. *Mitt. natf. Ges. Bern*, Jg. 1882, Abh.: 6—16.
- BALTZER, A. (1896): Der diluviale Aaregletscher und seine Ablagerungen in der Gegend von Bern mit Berücksichtigung des Rhonegletschers. *Beitr. geol. Karte Schweiz*, 30.
- BECK, P., und RUTSCH, R. F. (1949): *Geol. Atlas d. Schweiz*, 1 : 25 000, Atlasblatt 21 (336, Münsingen; 337, Konolfingen; 338, Gerzensee; 339, Heimberg). Bern (Kümmerly & Frey).
- BLAU, R. V. (1964): Molasse und Flysch im östlichen Gurnigelgebiet. *Diss. Univ. Bern*, Manuskript.
- BURRI, F. (1951): Geologie des Jensberges südlich Biel. *Mitt. natf. Ges. Bern*, Jg. 1950, 13: 29—54.
- CICHA, I. (1959): Ist das Helvet im Sinne des Stratotypus eine selbständige Stufe? *Vestnik ustredniho ustavu geologickeho Rocnik XXXIV* — 1959 — C. Z: 230 bis 235.
- (1960): Kurze Übersicht der Entwicklung der Mikrofauna des unteren und mittleren Miozäns der alpinkarpatischen Becken im Verhältnis zum Oberhelvet-«Karpatien». *Verhandl. des Comité du Néogène Méditerranéen*, 1. Tagung Wien 1959: 67—74.
- CICHA, I., und TEJKAL, J. (1959): Zum Problem des sog. Oberhelvets in den karpatischen Becken. *Vestnik ustredniho ustavu geologickeho Rocnik XXXIV* — 1959 — C. Z.: 141—144.
- CICHA, I., TEJKAL, J., und SENES, J. (1960): Zur Frage des Helvets s. s. und zum sog. Oberhelvet im paratethyschen Gebiet. *Verh. des Comité du Néogène Méditerranéen*, 1. Tagung, Wien, 1959: 75—84.

- CICHA, I., SENES, J., und TEJKAL, J. (1962): Vorläufiger Bericht über die Stratotypus-Lokalitäten des Karpatien («Karpatische Serie»-Miozän) und ihre Molluskenfauna. *Zvlastni otisk vestniku ustredniho ustavu geologickeho. Rocnik XXXVII, Cislo 2:* 133—135.
- CICHA, I., und CTYROKY, P. (1962): Bemerkungen zur Stratigraphie vom Miozän der Paratethys. *Sbornik ustredniho ustavu geologickeho, svazek XXVII — 1960 — oddil paleontologicicky:* 279—313.
- CICHA, I., und SENES, J. (1964): Zur Definition eines neuen Zeitabschnittes des sog. Karpatien im Mittelmiozän. *Verh. des Comité du Néogène Méditerranéen, 3. Tagung, Bern.*
- CITA, M. B., PREMOLI-SILVA, I., et ROSSI, R. (1964): Foraminifères planctoniques du Tortonien-type. *Verh. des Comité du Néogène Méditerranéen, 3. Tagung, Bern.*
- DUNBAR, C. O., and RODGERS, J. (1961): *Principles of Stratigraphy.* 4. Auflage, New York und London (Whiley).
- FANKHAUSER, J. (1872): Nachweis der marinen Molasse im Emmental. *Mitt. natf. Ges. Bern, Jg. 1871:* 162.
- FAVRE, A. (1884): *Carte du phénomène erratique et des anciens glaciers du versant nord des alpes suisses et de la chaîne du Mont-Blanc. 1 : 250 000,* Winterthur (Wurster, Randegger & Co.).
- FRASSON, B. A. (1947): Geologie der Umgebung von Schwarzenburg (Kt. Bern). *Beitr. geol. Karte Schweiz, NF 88.*
- FREI, R. (1912): Über die Ausbreitung der Diluvialgletscher in der Schweiz. *Beitr. geol. Karte Schweiz NF 41/2:* 41—59.
- (1912): Karte der diluvialen Gletscher der Schweizeralpen 1 : 1 000 000. *Beitr. geol. Karte Schweiz, NF 41/2, spez. Karte Nr. 74.*
- (1912): Monographie des schweizerischen Deckenschotters. *Beitr. geol. Karte Schweiz, NF 37.*
- FREY, O. (1907): Talbildung und glaziale Ablagerungen zwischen Emme und Reuß. *Neue Denkschr., 41, Abh. 2.*
- FRÜH, J. J. (1887): Beiträge zur Kenntnis der Nagelfluh der Schweiz. *Denkschr. schweiz. natf. Ges., 30.*
- FRÜH, J. J., und SCHROETER, C. (1904): Die Moore der Schweiz mit Berücksichtigung der gesamten Moorfrage. *Beitr. geol. Karte Schweiz, Geotechn. Serie, 3.*
- FÜCHTBAUER, H. (1959): Zur Nomenklatur der Sedimentgesteine. *Erdöl und Kohle, 12:* 605—613.
- (1964): Sedimentpetrographische Untersuchungen in der älteren Molasse nördlich der Alpen. *Eclogae geol. Helv. 57/1:* 157—298.
- GERBER, E. (1923): Geologische Kartenskizze zum Schieferkohlenvorkommen von Mutten (SE Signau). *Beitr. geol. Karte Schweiz, Geotechn. Serie, 8,* 493.
- (1930): Naturhistorisches Museum Bern, Bericht über die Jahre 1927—1930: 16.
- (1941): Über Höhenschotter zwischen Emmental und Aaretal. *Eclogae geol. Helv. 34/1:* 1—16.

- (1950): *Geologischer Atlas der Schweiz 1 : 25 000. Erläuterungen zu Atlasblatt 22* (142, Fraubrunnen; 143, Wynigen; 144, Hindelbank; 145, Burgdorf), Bern (Kümmerly & Frey).
- HABICHT, K.** (1945): *Geologische Untersuchungen im südlichen sankt-gallisch-appenzellischen Molassegebiet.* Diss. Zürich, Bern (Stämpfli).
- HEIM, Alb.** (1919): *Geologie der Schweiz, Bd. I, Leipzig (Tauchnitz).*
- HOFMANN, F.** (1957): *Untersuchungen in der subalpinen und mittelländischen Molasse der Ostschweiz.* Eclogae geol. Helv. 50/2: 289—322.
- HÜRZELER, J.** (1932): *Die Helvétien-Tortonien-Grenze im aargauischen Mittelland.* Eclogae geol. Helv. 25/2: 266—269.
- KAUFMANN, F. J.** (1872): *Rigi und Molassegebiet der Mittelschweiz, geologisch aufgenommen und beschrieben.* Beitr. geol. Karte Schweiz, 11.
- (1886): *Emmen- und Schlierenengegenden nebst Umgebungen bis zur Brünigstraße und Linie Lungern—Grafenort.* Beitr. geol. Karte Schweiz, 24.
- KAUFMANN, F. J., BALTZER, A., und MOESCH, C.** (1887): *Geologische Karte der Schweiz 1 : 100 000, Blatt XIII, Interlaken—Sarnen—Stans.* Schweiz. geol. Kommission. Winterthur (Wurster & Randegger).
- KISSLING, E.** (1894): *Nachweis der Oberen Süßwassermolasse im Seeland.* Mitt. natf. Ges. Bern, Jg. 1893: 15.
- (1902): *Meeresmolasse im Emmenthal.* Mitt. natf. Ges. Bern, Jg. 1901: 98—101.
- (1903): *Die schweizerischen Molassekohlen westlich der Reuß.* Beitr. geol. Karte Schweiz, Geotechn. Serie, 2.
- LIECHTI, W.** (1928): *Geologische Untersuchungen der Molassenagelfluhregion zwischen Emme und Ilfis.* Beitr. geol. Karte Schweiz, NF 61.
- MATTER, A.** (1964): *Sedimentologische Untersuchungen im östlichen Napfgebiet (Entlebuch-Tal der Großen Fontanne, Kt. Luzern).* Eclogae geol. Helv. 57/2: 315—428.
- Moos, A. von** (1935): *Sedimentpetrographische Untersuchungen an Molassesandsteinen.* Schweiz. Min. Petr. Mitt. 15: 169—265.
- MORNOD, L.** (1945): *Molasse subalpine et bord alpin de la région de Bulle (Basse-Gruyère).* Eclogae geol. Helv. 38: 441—452.
- (1949): *Géologie de la région de Bulle (Basse-Gruyère), Molasse et bord alpin.* Beitr. geol. Karte Schweiz, NF 91.
- NUSSBAUM, F.** (1910): *Talbildung im Napfgebiet.* Verh. schweiz. natf. Ges., 93. Jahresvers., Basel, 1: 212—215.
- (1922): *Exkursionskarte der Umgebung von Bern 1 : 75 000.* 1. Aufl. Bern (Kümmerly & Frey).
- (1936): *Exkursionskarte der Umgebung von Bern 1 : 75 000.* 2. Aufl. Bern (Kümmerly & Frey).
- NUSSBAUM, F., und AEBERHARDT, B.** (1912): *Bericht über die Exkursionen der schweizerischen geologischen Gesellschaft in die diluvialen Schottergebiete der Aare und Emme.* Eclogae geol. Helv. 11/6: 791—799.

- PAPP, A. (1963): Die biostratigraphische Gliederung des Neogens im Wiener Becken. *Mitt. Geol. Wien*, 56/1: 225—317.
- PENCK, A., und BRUECKNER, E. (1901—1910): Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig (Tauchnitz).
- (1905): Die Alpen im Eiszeitalter. *Eclogae geol. Helv.* 8: 323—340, 9: 335—351.
- PETTIJOHN, F. J. (1957): *Sedimentary Rocks*. 2. Aufl., New York (Harpers).
- RUTSCH, R. F. (1928): Geologie des Belpbergs. *Mitt. natf. Ges. Bern*, Jg. 1927: 1.
- (1929): Die Gastropoden des subalpinen Helvétien der Schweiz und des Vorarlbergs. *Abh. schweiz. pal. Ges.* 49/2.
- (1958): Das Typusprofil des Helvétien. *Eclogae geol. Helv.* 51/1: 107.
- RUTSCH, R. F., und FRASSON, B. A. (1953): Geologischer Atlas der Schweiz, 1 : 25 000, Atlasblatt 26 (332, Neuenegg; 333, Oberbalm; 334, Schwarzenburg; 335, Rüeggisberg). Bern (Kümmerly & Frey).
- RUTSCH, R. F., DROGER, C. W., und OERTLI, H. J. (1958): Neue Helvétien-Faunen aus der Molasse zwischen Aare und Emme (Kt. Bern). *Mitt. natf. Ges. Bern*, NF 16: 1 bis 37.
- SCHUPPLI, H. M. (1952): Erdölgeologische Untersuchungen in der Schweiz, IV. Teil. *Beitr. geol. Karte Schweiz*, NF 26/4.
- STUDER, B. (1825): Beyträge zu einer Monographie der Molasse. Bern (Ch. A. Jenni).
- STUDER, B., und ESCHER, A. (1853): *Carte géologique de la Suisse* 1 : 380 000, Winterthur (Wurster).
- TERCIER, J., und BIERI, P. (1961): Geologischer Atlas der Schweiz 1 : 25 000, Atlasblatt 36, Gurnigel. Bern (Kümmerly & Frey).
- WENZ, W. (1928): *Fossilium catalogus I: Animalia, Pars. 18. Gastropoda extramarina tertiaria*. Berlin (W. Junk).

