

**SCHWEIZERISCHE
GEOLOGISCHE KOMMISSION**

ORGAN DER
SCHWEIZ. NATURFORSCH. GESELLSCHAFT

**COMMISSION GÉOLOGIQUE
SUISSE**

ORGANE DE LA
SOC. HELV. DES SCIENCES NATURELLES

**Geologischer Atlas
der Schweiz**

1:25000

**Atlas géologique
de la Suisse**

1:25000

Blätter:

332 Neuenegg

333 Oberbalm

334 Schwarzenburg

335 Rüeggisberg

(Siegfried-Atlas)

(Atlasblatt 26)

Erläuterungen

verfasst von

R. F. RUTSCH

Mit 7 Phototafeln und 3 Tafelbeilagen

1967

Kommissionsverlag:
Kümmerly & Frey AG.
Geographischer Verlag, Bern

En commission chez:
Kümmerly & Frey S.A.
Editions géographiques, Berne

VORWORT DER GEOLOGISCHEN KOMMISSION

Im Februar 1927 erhielt Herr Dr. R. F. RUTSCH auf sein Ersuchen hin von der Geologischen Kommission den Kartierungsauftrag für das Siegfriedblatt 333 Oberbalm. In den späteren Jahren übernahm Prof. RUTSCH auch die geologische Bearbeitung der Blätter 332 Neuenegg und 335 Rüeggisberg. Während der Jahre 1942 bis 1945 kartierte sein Schüler B. A. FRASSON das verbleibende Blatt 334 Schwarzenburg, dessen Aufnahme die Grundlage für seine Dissertation bildete.

Das vollständige Original für das Atlasblatt wurde der Geologischen Kommission im November 1949 vorgelegt. Mancherlei Verzögerungen und redaktionelle Änderungen brachten es mit sich, dass das Blatt erst im Jahre 1953 erscheinen konnte. Wegen anderweitiger Inanspruchnahme war es Prof. RUTSCH nicht möglich, im Anschluss daran den Begleittext zu verfassen.

Heute nun, 14 Jahre nach dem Erscheinen des Atlasblattes, liegen auch die ausführlichen Erläuterungen vor, deren Manuskript auf Jahresende 1966 der Kommission übergeben wurde. Der Autor hat im Text auch die neueren geologischen Erkenntnisse mitverarbeitet und insbesondere die aus seiner Tätigkeit als beratender Geologe resultierenden Unterlagen dieses Gebietes berücksichtigt.

Die Geologische Kommission spricht Herrn Prof. RUTSCH, einem langjährigen Mitarbeiter, für seine Arbeit ihren besten Dank aus.

An den Druck des Atlasblattes haben der Regierungsrat des Kantons Bern und das Département de l'instruction publique du Canton de Fribourg seinerzeit namhafte Beiträge geleistet, wofür den Behörden der beiden Kantone bestens gedankt sei.

Basel, im Oktober 1967

Für die Schweizerische Geologische Kommission
der Präsident:

Prof. L. Vonderschmitt

INHALTSVERZEICHNIS

| | Seite |
|---|-------|
| Vorwort der Geologischen Kommission | 2 |
| Vorwort des Verfassers | 4 |
| Einleitung | 6 |
| Tertiär (Molasse) | 8 |
| Stratigraphie | 8 |
| ?Chattien (Studweidformation BLAU 1966) | 8 |
| «Aquitanien» | 9 |
| Grenze «Aquitanien»/«Burdigalien» | 10 |
| «Burdigalien» (Senseschichten RUTSCH 1966) | 10 |
| Grenze Burdigalien/Helvétien (Senseschichten/Belpbergschichten) | 12 |
| Helvétien (Belpbergschichten RUTSCH 1928) | 13 |
| ?Tortonien | 20 |
| Magnesiumsulfat und Natriumkarbonat in der Molasse | 21 |
| Tertiäre verkieselte Hölzer | 21 |
| Tektonik | 22 |
| Mittelländische Faltenmolasse | 22 |
| «Subalpine Molasse» | 24 |
| Verwerfungen, Klüftung | 25 |
| Quartär | 25 |
| Pleistocaen | 25 |
| Präriss | 25 |
| Riss-Eiszeit | 26 |
| Riss/Würm-Interglazial | 30 |
| Würm-Eiszeit | 31 |
| Jungpleistocaen-Holocaen | 37 |
| Bergstürze, Rutschungen, Schlipfe, Blockschutt | 37 |
| Kalktuff, Quelltuff | 38 |
| Torfmoore, Ried, Sumpf | 38 |
| Nutzbare Ablagerungen | 39 |
| Hydrogeologie | 42 |
| Geomorphologie | 48 |
| Literaturverzeichnis | 63 |

VORWORT DES VERFASSERS

Das Gebiet der Siegfriedblätter 332 Neuenegg, 333 Oberbalm und 335 Rüeggisberg ist vom Verfasser in den Jahren 1927–1949, Blatt 334 Schwarzenburg durch Herrn Dr. B. Frasson 1942–1945 geologisch kartiert worden.

Die folgenden Bände der «Beiträge zur Geologischen Karte der Schweiz» beziehen sich auf Atlasblatt 26:

- | | |
|--------------------------|--|
| Blatt 333 Oberbalm: | RUTSCH, Beiträge zur Geologie der Umgebung von Bern. N.F., Lieferung 66, 1933. |
| Blatt 334 Schwarzenburg: | FRASSON, Geologie der Umgebung von Schwarzenburg (Kt. Bern). N.F., Lieferung 88, 1947. |
| Blatt 335 Rüeggisberg: | RUTSCH, Molasse und Quartär im Gebiet des Siegfriedblattes Rüeggisberg (Kt. Bern). N.F., Lieferung 87, 1947. |

Im vorliegenden Erläuterungsheft wird weitgehend auf diese Veröffentlichungen Bezug genommen.

Seit dem Erscheinen des Atlasblattes sind drei Dissertationen abgeschlossen worden, die sich mit Einzelproblemen des Kartengebiets befassen: Die Arbeit von VOEGELI (1963), welche das präwürmeiszeitliche Quartär der Umgebung von Schwarzenburg behandelt, diejenige von VAN DER LINDEN (1963) über die Sedimentologie der Oberen Meeresmolasse im Sense–Schwarzwassergebiet und diejenige von DELLA VALLE (1965), welche die Ergebnisse seiner sedimentpetrographischen Untersuchungen in der Molasse des Längenberg- und Guggisberg-Gebietes enthält.

Zudem sind seit dem Abschluss der Kartierung mehrere weitere Arbeiten erschienen, die sich auf die Geologie und Paläontologie des Kartengebiets beziehen (BOUMA und NOTA 1961; DUPLAIX et al. 1965; GRAUL 1962; MORNOD 1952; NUSSBAUM 1956; OERTLI 1956; RUTSCH 1952a, 1952b, 1956, 1958a, 1958b, 1964; RUTSCH und HÜGI 1956, RUTSCH und STEININGER 1961).

Exkursionsbeschreibungen haben ADRIAN und GERBER (1948), RUTSCH (1948, 1953 in CADISCH et al., 1966, 1967a) und SARKISYAN (1959) veröffentlicht.

Nach dem Erscheinen des Atlasblattes Neuenegg–Oberbalm sind schliesslich auch drei Karten herausgegeben worden, in welchen die im Süden (TERCIER und BIERI 1961), Westen (CRAUSAZ

1959) und Südosten (BLAU 1966) anschliessenden Regionen dargestellt sind.

Das «Geologische Panorama vom Leuenberg», für dessen Westteil ein Standort im Gebiet unseres Atlasblattes gewählt wurde, ist den Erläuterungen zum Atlasblatt Münsingen/Gerzensee (BECK und RUTSCH 1958) beigegeben.

Die nutzbaren Lagerstätten im Gebiet der Siegfriedblätter Schwarzenburg, Neuenegg und Rüeggisberg hat der Verfasser 1958 für Blatt I der Geotechnischen Karte der Schweiz 1:200 000 (1964) nochmals begangen. Zudem sind für die vorliegenden Erläuterungen die Ergebnisse der Aufnahmen für die Grundwasserkarte des Kantons Bern 1:25 000 (Schwarzwasser- und Sensegebiet) sowie zahlreicher Expertisen mitverwertet.

EINLEITUNG

(Vgl. geologische Übersichtskarte)

Südwestlich von Bern erhebt sich, im Osten steil zum Gürbetal abfallend, im Süden von den Ketten des subalpinen Randflyschs, der *Préalpes externes* und der *Préalpes médianes* überragt, nach Westen allmählich ins westschweizerische Mittelland übergehend, das Hügelland des Längenbergs, der Giebelegg und des Schwarzenburger- und Guggisbergergebietes.

Diese Region wird zur Hauptsache durch die Sense und das Schwarzwasser mit ihren Zuflüssen entwässert. Die Wasserscheide gegen die Gürbe liegt zum Teil knapp am Ostrand der Karte, zum Teil östlich ausserhalb; nur ein kurzer Talabschnitt bei Riggisberg gehört zum Flussgebiet der Gürbe. Eine unbedeutende Einsenkung bei Friesenheid NW Schmitten sowie das vom Galternbach entwässerte Gebiet von Alterswil in der Südwestecke der Karte sind direkt der Saane tributär.

Die cañonartigen Schluchten der Sense und des Schwarzwassers gliedern die in der Karte dargestellte Region in drei Abschnitte.

In der Südostecke zwischen der Schwarzwasserschlucht und der Talung Riggisberg–Rohrbach–Wislisau hat die Giebelegg (1136 m)¹⁾, die höchste Erhebung des Blattgebietes, bereits voralpinen Landschaftscharakter.

Am Ostrand reicht die von der Bütschelegg (1059 m) überragte, moränenbedeckte Hochfläche des Längenbergs ins Kartengebiet.

In auffallendem Gegensatz zu dieser relativ wenig gegliederten Hochfläche ist die Westabdachung des Längenbergs durch Schwandbach, Bütschelbach, Scherlibach und ihre zahlreichen Zuflüsse stark zerschnitten. Diese Molasse-Landschaft mit ihren langgestreckten, Ost–West verlaufenden Gräten, die nur eine sehr geringe Quartärbedeckung aufweist, verdankt ihre Gestalt vorwiegend der Flusserosion und Denudation.

Ein abweichender Landschaftstyp schliesst in der Umgebung von Niederscherli an. Hier macht sich der Einfluss des würmeiszeitlichen Rhonegletschers geltend, am auffälligsten durch die verschiedenen Süd–Nord oder Südwest–Nordost gerichteten Trockentäler, die den Schmelzwasserbächen als Abflusserinnen gedient hatten.

¹⁾ Die Höhenangaben im vorliegenden Erläuterungsheft sind diejenigen des Geol. Atlasblattes (Pierre du Niton 376,86 m). Die neuen Höhenangaben enthält Blatt 1186, Schwarzenburg, der Landeskarte 1:25000. Auch die Orts- und Flurnamen sind diejenigen des Atlasblattes.

Der Abschnitt zwischen Sense und Schwarzwasser ist im nördlichen Teil mit seinen Moränen und ausgedehnten Schotterfeldern stark glazial geprägt, gegen Süden (Guggisberg) schliesst dagegen eine typische Molasse-Denudationslandschaft an.

Der westlich der Sense gelegene freiburgische Sensebezirk, ein relativ niedriges, durch die Schlucht der Taferna (Tafersbach) und den alten Taltorso Albligen-Überstorf dreigeteiltes Gebiet, verdankt seine Oberflächengestalt weitgehend der Akkumulation und Erosion des eiszeitlichen Rhonegletschers. Die Sensetalsohle in der Nordwestecke, der topographisch tiefste Abschnitt des Kartengebietes, liegt in rund 500 m ü. M.

Tektonisch gehört die Region des Atlasblattes überwiegend der schwach gefalteten mittelländischen Molasse an. Nur an der Giebelegg reichen die Schuppen der «subalpinen» Molasse ins Kartengebiet (s. tektonische Übersicht).

Die Molasse umfasst die Stufen vom ?Chattien und Aquitanien (Untere Süsswassermolasse) bis zum Helvétien und ?Tortonien (Obere Süsswassermolasse); die Sedimente des Burdigalien und Helvétien nehmen den grössten Teil der Oberfläche ein.

Der Südrand der Karte liegt nur rund vier Kilometer vom subalpinen Randflysch entfernt; ein dem Alpenrand so nahe liegender Abschnitt des Molassebeckens sollte erwartungsgemäss eine starke Nagelfluhentwicklung aufweisen. Konglomerate treten aber gerade hier stark zurück; die Molasse ist überwiegend aus sandigen, siltigen und tonig-mergeligen Sedimenten aufgebaut. Einzig an der Giebelegg und im Gebiet des Guggisberger-Schuttfächers S von Schwarzenburg sind Nagelfluhbänke wesentlich am Gesteinsaufbau beteiligt.

Die ältesten quartären Ablagerungen stammen aus der Riss-Eiszeit, in welcher der Rhonegletscher das Kartengebiet vollständig bedeckt hatte.

Älter als Riss sind morphologische Elemente in Gestalt einer ausgedehnten Einebnungsfläche; Ablagerungen der Günz- und Mindel-Eiszeit sind nicht nachweisbar.

In der Würm-Eiszeit drang der Rhonegletscher bis auf die Linie Schwarzenburg-Oberbalm-Ulmizberg vor, während der Aaregletscher den Ostteil des Kartengebiets bedeckte; zwischen beiden blieb eine ausgedehnte Region unvergletschert (vgl. geologische Übersichtskarte).

Die Rückzugsphasen der würmeiszeitlichen Gletscher sind durch Moränenwälle, randliche Stauschotter und Erosionsrinnen der Schmelzwässer gekennzeichnet. Die Gletscherbewegungen hatten zahlreiche Flussverlegungen zur Folge, von denen diejenige der

Sense die augenfälligste ist: Vor der Würm-Eiszeit floss die Sense in der Gegend nördlich von Plaffeien gegen Westen ab und hat den heutigen Süd-Nord gerichteten Lauf erst in dieser Eiszeit erodiert.

TERTIÄR (Molasse)

STRATIGRAPHIE

03 ?Chattien (Studweidformation BLAU 1966)

Sedimente, die dem Chattien zugewiesen wurden, stehen einzig in der Südostecke des Atlasblattes an. Der mittelsteil nach Südosten einfallende, aus Sandsteinen, Siltsteinen, grauen, schwarzgrauen und bunten, mehr oder weniger tonigen Mergeln bestehende Schichtkomplex gehört zur Seftigschwandschuppe (s. Abschnitt «Tektonik») und ist durch eine tektonische Störungsfläche von den nördlich anschliessenden miocaenen Sedimenten der Giebelegg-schuppe getrennt.

Bei Plötschweid knapp südlich des Kartenrandes (Koord. 602350/181925) fanden sich Steinkerne von Heliciden, die BAUMBERGER als *Cepaea rugulosa* (ZIETEN) bestimmt hat. Die Revision durch BLAU (1966: 141) ergab *Cepaea* ? sp. indet. Im Eisgraben (Koord. 601235/181710) fand der Verfasser Fruchtreste von *Celtis* («*Grewia crenata* UNGER»), Helicidenbruchstücke und Knochensplitter von Wirbeltieren (s. Profil in RUTSCH 1947: 10/11 und BECK und RUTSCH 1958: 7). Seither hat BLAU an der Fundstelle Eisgraben *Chara*-Oogonien, *Planorbinae*, *Helicidae* gen. indet. und unbestimmbare Nager-Zähne gefunden. GRAMBAST hat folgende Characeen-Arten bestimmt: *Tectochara meriani helvetica* MAEDLER, *Sphaerochara hirmeri* (RASKY) MAEDLER.

Das Alter dieser Schichtfolge im Gebiet des Atlasblattes 26 ist nicht sicher bestimmbar. In der südlich anschliessenden Region hat BLAU (1966: 91, 96) zwei Säugerfundstellen entdeckt, die eine genaue Datierung ermöglichen. Im Seligraben, stratigraphisch ca. 580 m höher als die Fundstelle im Eisgraben (ca. 700 m über der Basis der Seftigschwandschuppe), tritt eine von J. Hürzeler als aquitan datierte Säugerfauna auf. Eine weitere Fundstelle im Dürrbachgraben weist ebenfalls auf Aquitanien (BLAU 1966: 97). Die Frage, ob die stratigraphisch tieferen Schichten an der Giebelegg ebenfalls aquitan oder bereits chattisch sind, bleibt vorläufig offen.

BLAU (1966: 83) hat für den ca. 2200 m mächtigen Schichtstoss zwischen mittelländischer Molasse und Fuchsegg-Schuppe den formalen Begriff *Studweidformation* eingeführt. Die in unserer Karte als Chattien bezeichneten Sedimente sind dieser lithostratigraphischen Einheit zuzuweisen.

04

«Aquitanien»

Die im Atlasblatt als «Aquitanien» bezeichneten Sedimente der mittelländischen Molasse treten hauptsächlich im Nordwestteil des Kartengebiets zutage (s. tektonische Übersicht). Die Sense-schlucht von Laupen bis unmittelbar nördlich der Schwarzwasser-mündung und im Kern der Schwarzenburg-Antiklinale ist in diese Sandsteine, Siltsteine und Mergel eingeschnitten, ebenso die Tafer-naschlucht mit Ausnahme eines kurzen Abschnittes in der Achse der Abiligen-Synklinale W Niedermuhren (s. tektonische Über-sicht).

Es handelt sich um relativ weiche Sandsteine und Knauer-sandsteine, Siltsteine, graue, schwarzgraue und bunte, mehr oder weniger tonige Mergel (FRASSON 1947: 7), die im Querprofil Thörishaus-Scherligraben eine Mächtigkeit von $x + 210$ m er-reichen.

Die Ablagerungen weisen rasche vertikale und horizontale Fazieswechsel auf. Syntedimentäre Aufarbeitungserscheinungen (intraformationale Conglomerate etc.) sind häufig. Die zahlreich vorhandenen sedimentogenen Strukturen sind noch nicht näher untersucht. FRASSON (1947: 12) hat Erosionsrinnen aus der Sense-schlucht abgebildet.

Abgesehen von vereinzelten Geröllschnüren und isolierten Geröllen fehlt Nagelfluh fast ganz; einzig SE Thörishaus sind im oberen Teil einige quarzitreiche Geröll-Lagen vorhanden.

Glaukonit scheint, mit Ausnahme der stratigraphisch höchsten Schichten, zu fehlen.

Lithostratigraphische Leithorizonte, die über grössere Flächen verfolgbar wären, konnten nicht nachgewiesen werden.

Fossilien sind bis jetzt einzig aus der Senseschlucht unterhalb Katzensteig (W Schwarzenburg) bekannt; FRASSON (1947: 10) hat hier «*Cepaea* cfr. *rugulosa* (ZIETEN)» entdeckt (Koord. 591040/186925). Eine Korrelation I. Ordnung (RUTSCH 1958a) mit dem Typus des Aquitanien ist deshalb unmöglich.

Indizien für eine lakustre Entstehung dieser Sedimente (Süss-wasserfossilien, Kohleflöze, Süsswasserkalke) fehlen; in den weni-

gen bis jetzt untersuchten Gesteinsproben fehlt eine Mikro-Fauna oder -Flora. Es handelt sich offenbar um fluvioterrestrisch entstandene Sedimente, wobei ausbrechende Flussläufe weite Gebiete überschwemmten, die entstehenden Stillwasserbecken aber so rasch verlandeten, dass sich keine lakustre Fauna oder Flora ansiedeln konnte.

Grenze «Aquitaniens»/«Burdigalien»

Als lithostratigraphische Einheit für die Grenzziehung zwischen «Aquitaniens» und «Burdigalien» wurde ein Konglomerathorizont, die Scherlinagelfluh, gewählt. Im Profil der Sense Schlucht S Thörishaus treten in den Sandsteinen im unmittelbaren Liegenden dieser Nagelfluh jedoch Foraminiferen und Glaukonit auf, so dass die Faziesgrenze Untere Süßwassermolasse/Obere Meeresmolasse hier offenbar bereits im Liegenden der Scherlinagelfluh einsetzt.

Typlokalität der Scherlinagelfluh ist der Scherligraben westlich Niederscherli (RUTSCH 1933: 3, Koord. 595 750/192 625).

Dieser quarzitreiche Konglomerathorizont ist in der Sense Schlucht südlich Thörishaus, im Kern der Schwarzenburg-Antiklinale westlich Schwarzenburg, im Sodbach, im Zirkelsgraben und in der Schlucht des Tafersbaches aufgeschlossen.

Stellenweise bildet er eine einheitliche, bis acht Meter mächtige Bank, bald ist er durch Sandsteinzwischenlagen aufgeteilt oder auf einzelne Geröllschnüre beschränkt; streckenweise setzt er ganz aus. Häufig füllt das Konglomerat alte Erosionsrinnen in der Unterlage aus.

Über die sedimentologischen Kennzeichen und die Geröllführung haben FRASSON (1947: 14 ff.) und neuerdings VAN DER LINDEN (1963) berichtet. Diese Arbeiten sowie diejenige von SARKISYAN (1959) enthalten auch Abbildungen.

Fossilien wurden bis jetzt einzig in der Senseschlucht unmittelbar nördlich der Schwarzwassermündung gefunden. Es handelt sich um Steinkerne von *Mastra*- und *Tapes*-ähnlichen, nicht näher bestimmbar, marinen oder brackischen Pelecypoden; eine chronostratigraphische Zuweisung ist deshalb unmöglich.

m₁ «Burdigalien» (Senseschichten RUTSCH 1966)

Die in der Karte als Burdigalien bezeichneten Sedimente nehmen einen breiten, Südwest-Nordost verlaufenden Abschnitt des Kartengebietes ein (vgl. tektonische Übersicht). Als informalen lithostratigraphischen Begriff für die Schichtfolge zwischen dem

Dach der Scherlinagelfluh und der Basis der Bütschelbachnagelfluh (s.d.) wählen wir die Bezeichnung Senseschichten (RUTSCH 1966: 5)¹⁾.

In der Schwarzwasserschucht reichen die Senseschichten von der Mündung bis in die Gegend von Wislisau, in der Senseschlucht von der Schwarzwassermündung über den südlichen Blattrand hinaus bis in die Gegend der Guggersbachbrücke (TERCIER und BIERI 1961). Die Mächtigkeit beträgt im Querprofil Sense-Schwarzwasser-Bütschelbach ca. 320–350 m.

Es handelt sich überwiegend um blaugrau-gelbgraue, massig-bankige, glaukonitische Sandsteine, die früher in zahlreichen Steinbrüchen abgebaut worden sind («Bausandsteine»). Dazu kommen, hauptsächlich im oberen Teil, ausgesprochen plattige, z. T. auch feingeschichtete Sandsteine und Siltsteine. Graublau bis gelbgraue Mergel treten nur vereinzelt auf, so an der Sense zwischen Ruchmühle und Rappenfluh und an der Basis der Bausandsteinbrüche im Oberholz N Albligen (Koord. 591 675/189 625). Bunte Mergel sind stratigraphisch höher als die Scherlinagelfluh in den Senseschichten nirgends vorhanden.

Über die sedimentpetrographischen und sedimentologischen Eigenschaften der Senseschichten orientiert die Arbeit von VAN DER LINDEN (1963). Unter den Schwermineralien dominieren Granat und Epidot.

Nagelfluh fehlt fast ganz. FRASSON (1947: 14) beobachtete an einzelnen Stellen im Gebiet des Blattes Schwarzenburg ein selten mehr als dezimeterdickes Geröllband, das stratigraphisch etwa 50 m höher als die Scherlinagelfluh liegt. Geröll-Schnüre und -Nester oder Einzelgerölle dagegen treten häufig auf.

Lithostratigraphische Leithorizonte, die über grössere Flächen verfolgbare wären, scheinen zu fehlen.

In der Senseschlucht gegenüber Mösel und in der «Löcherigen Fluh» SW Breitenacker am Schwarzwasser weisen die Sandsteine Wabenverwitterung auf.

Makrofossilien sind in den Senseschichten selten. An verschiedenen Stellen (z. B. Harrissteg an der Sense) hat man schlecht erhaltene Landpflanzenreste gefunden. FRASSON (1947: 20) zitiert *Odontaspis cuspidata* AG. vom Scheibenstand bei Ratzenberg SE Schwarzenburg. Austern-Bruchstücke sind im Bütschelgraben S Buchholz, unbestimmbare Steinkerne mariner Pelecypoden in der Schwarzwasserschucht W Hohfuhren S Hinterfultigen nachweisbar.

¹⁾ Da noch kein lithostratigraphisches Detailprofil vorliegt, wurde von der Aufstellung eines formalen Begriffs abgesehen.

Ein Unterkiefer von *Amphitragulus* cfr. *aurelianensis* MAYET, der nach GERBER vielleicht aus den Steinbrüchen der Umgebung von Wislisau stammt, ist nach seiner Herkunft zu wenig gesichert, um für eine Altersbestimmung verwendet zu werden (STUDER 1896: 26, STEHLIN 1914, GERBER 1922, RUTSCH 1947: 13).

Schlecht erhaltene Foraminiferen sind von verschiedenen Stellen (Ruchmühlesteinbruch usw.) nachgewiesen, z.T. dürften sie aufgearbeitet sein; eine nähere Untersuchung fehlt.

Die Altersbestimmung der Senseschichten als Burdigalien beruht nicht auf einer Korrelation I. Ordnung mit dem Typus in der Aquitaine; sie ist einzig auf die Stellung im Schichtverband begründet.

Es handelt sich um eine marin-brackische Schichtfolge, die in sehr geringer Tiefe abgelagert worden ist (vgl. VAN DER LINDEN 1963).

Weitaus die besten Profile durch die Senseschichten bieten die Sense- und Schwarzwasserschucht. BOUMA und NOTA (1961: 69) haben ein Detailprofil aus der Schwarzwasserschucht N von Wislisau beschrieben.

Grenze Burdigalien-Helvétien

(Senseschichten/Belpberg-schichten)

Im Hangenden der Senseschichten folgt ein Schichtkomplex, der in der Karte als Helvétien bezeichnet ist. Da nach heutiger Auffassung der Stratotyp dieser Stufe mit seiner kennzeichnenden Fauna nur den obersten Teil der Schichtfolge (RUTSCH 1958) bildet, kann der vom Verfasser für die altersmässig entsprechenden Ablagerungen im Aaretalgebiet eingeführte Begriff Belpberg-schichten (RUTSCH 1928: 21)¹⁾ verwendet werden.

Bisher galt als Grenzhorizont zwischen den in der Karte als Burdigalien und Helvétien bezeichneten Schichtkomplexen die Ulmiznagelfluh. Die Kartierung für Atlasblatt 26 hat gezeigt, dass unter diesem Begriff verschiedenaltige Nagelfluhhorizonte zusammengefasst worden sind.

Die eigentliche Ulmiznagelfluh lässt sich von der Typlokalität am Ulmizberg (Koord. 599770/193950) bis in die Südabdachung des Liesebergs verfolgen. Sie liegt stratigraphisch nur ca. 180 m unter dem Muschelsandsteinhorizont des Stratotyps des Helvétien. Die weiter südlich mit der Ulmiznagelfluh korrelierten Nagelfluhhorizonte liegen stratigraphisch wesentlich tiefer und wechsellagern

¹⁾ Der Begriff ist informal, weil im Typusprofil der Belpberg-schichten (Marchbachgraben) die Untergrenze nicht festgelegt werden kann.

mit den für die Belpbergsschichten charakteristischen blaugrauen schiefrigen Mergeln, die in den Senseschichten nur ganz untergeordnet auftreten. Als Grenzhorizont zwischen Senseschichten und Belpbergsschichten wurde der tiefste Konglomerathorizont gewählt, der nach der Typuslokalität im Bütschelbachprofil (Koord. 597325/188550) als Bütschelbachnagelfluh bezeichnet sei. Der Verlauf dieses Nagelfluhhorizontes ist in RUTSCH (1947: 14; hier noch als Ulmiznagelfluh bezeichnet) eingehend beschrieben.

Es handelt sich um eine Quarzitnagelfluh mit ähnlichen Sedimentationserscheinungen, wie sie die Scherlinnagelfluh aufweist. Der Horizont kann mehrere Meter Mächtigkeit erreichen, sich auf kurze Distanzen in einzelne Geröllschnüre auflösen oder auch ganz auskeilen, um nach wenigen Metern wieder stark anzuschwellen. Diskordante Auflagerung ist häufig, ebenso rinnenförmige Einlagerung in die liegenden Sandsteine und Mergel (vgl. RUTSCH 1947: 13).

m₂ Helvétien (Belpbergsschichten RUTSCH 1928)

Die Sedimente im Hangenden der Senseschichten weisen eine wesentlich differenziertere lithologische Ausbildung auf, sowohl was vertikale Gliederung als horizontale Fazieswechsel betrifft.

Die Belpbergsschichten kommen einerseits in der mittelländischen Molasse vor, wo sie den Grossteil der Felsoberfläche des östlichen Kartengebietes einnehmen, andererseits aber auch als steilstehendes Schichtpaket in der Giebelegg-Schuppe in der Südostecke des Atlasblattes (vgl. tektonische Übersicht).

Genaue Mächtigkeitsbestimmungen sind wegen des sehr schwachen und unregelmässigen Einfallens schwierig. Im Profil Bütschelbach–Imihubel (Bütschelbachnagelfluh–Muschelsandsteinhorizont) ergibt sich eine Mächtigkeit von rund 350 m, in der Giebelegg-Schuppe von ca. 180–200 + x m.

Mittelländische Molasse

Untere Abteilung

In der untern Abteilung der Belpbergsschichten wechseln Nagelfluhbänke mit bankig-plattigen Sandsteinen, siltigen Sandsteinen, Mergelsandsteinen und mehr oder weniger sandigen und tonigen Mergeln ab. Die Mergel sind je nach Verwitterungsgrad blaugrau oder gelbgrau und häufig feingeschichtet («Blaugraue Schiefermergel»).

Die sedimentogenen Strukturen sind noch nicht näher untersucht, z. T. sind es offenbar die nämlichen wie in den Senseschichten; dazu kommen in den «blaugrauen Schiefermergeln» slump-structures und slumpballs. Eine solche Struktur an der Strasse

Wislisau-Rüschegg-Graben (Koord. 597675/183375) ist auf Tafel V abgebildet. Sie finden sich auch im Flühwald N P. 705 bei Wislisau (Koord. 597575/184475) und in den Senseschichten im Graben W Rappenfluh (N Lanzenhäusern, Koord. 592925/188875).

Prachtvolle submarine Gleitstrukturen sind an der Strasse zwischen Rüschegg-Graben und Gambach (Koord. 595760/181520) aufgeschlossen. Hier haben die Gleitbewegungen neben der Bildung von slumpballs auch zur Entstehung eines «Schlammsteins» geführt, in welchem tonigsiltige und sandige Komponenten mit grossen Geröllen, marinen Mollusken und verkohlten Schwemmhölzern regellos durchmischt sind.

VERNET (1959 und briefl. Mitt.) hat Proben dieser blaugrauen Schiefermergel aus dem «Helvétien» des Fallvorsassli (Koord. 589800/177700) röntgenanalytisch und granulometrisch untersucht. Illit herrscht vor, Kaolinit und Montmorillonit sind prozentual stark vertreten, Chlorit tritt zurück. VERNET hält den Montmorillonit für neogenetisch.

Die Nagelfluhhorizonte gehören zwei verschiedenen Schüttungsgebieten an. Im Osten handelt es sich um eine relativ feingeröllige Quarzitnagelfluh, die vermutlich als westlichster Ausläufer des Emmentaler-Schuttfächers zu deuten ist. Im Westen dagegen kommen grobgeröllige Konglomerate vom Typus des Guggisberger-Schuttfächers vor. Die Grenze zwischen den beiden Faziestypen liegt wenig westlich der Schwarzwasserschlucht. Östlich Brüggmatt an der Rüeggisberg-Egg (Koord. 599580/186525) steht ein Nagelfluhhorizont an, der einen Übergang zwischen den beiden Faziestypen bildet.

Die Kalknagelfluh vom Guggisberger-Typ ist in der Umgebung von Milken in mehreren Bänken aufgeschlossen. Besonders häufig sind darin Gerölle aus einem blaugrau-gelbgrauen Sandkalk, die bis 50 cm Durchmesser erreichen können. Diese Kalke stammen vermutlich aus dem Flysch der Simmendecke. Über die Geröllzusammensetzung dieser Konglomerate siehe RUTSCH (1947: 23) und FRASSON (1947: 31). Zusätzlich ist das Vorkommen von Mocausa-Konglomerat zu erwähnen. Im Zement der Nagelfluhhorizonte kommen marine Fossilien (*Chlamys*, *Ostrea*, *Tapes*?, *Meretrix*?) vor.

Die Quarzitnagelfluhhorizonte im östlichen Faziesgebiet sind meist nur wenige Dezimeter mächtig, lassen sich aber z.T. über bedeutende Flächen verfolgen. Es handelt sich um relativ feingeröllige Konglomerate, in denen Gangquarze, Quarzite, Hornsteine, Kieselkalke und andere verwitterungs- oder transportbeständige Komponenten vorherrschen. Zudem enthalten sie

Steinkerne von marinen Pelecypoden («*Tapes*», «*Macra*», Bruchstücke von Ostreiden und Pectiniden); einzelne Nagelfluhgerölle sind von Bohrmuscheln angebohrt.

Ähnlich wie in der Bütschelbachnagelfluh sind auch in diesen stratigraphisch höhern Konglomerathorizonten Mächtigkeitschwankungen, Auflösung in Geröllschnüre und diskordante Auflagerung häufig.

Wahrscheinlich liegen Ablagerungen vor, die nicht direkt durch Fluss-Schüttung entstanden, sondern durch submarine Strömungen aus Flußschottern umgelagert und über grössere Flächen ausgebreitet worden sind (RUTSCH 1947: 28).

In verschiedener stratigraphischer Höhe kommen Fossilbänke vor, die sich z. T. ebenfalls über grössere Gebiete verfolgen lassen und als Leithorizonte wertvoll sind (z. B. Fossilhorizont von Schwalmern, RUTSCH 1947: 15). Wenige Zentimeter bis über 1 m mächtig, enthalten sie Gerölle und massenhaft Steinkerne marin-brackischer Pelecypoden (*Macra*?, *Tapes*?, *Meretrix*?), ferner Schalenbruchstücke von Ostreiden und Pectiniden. Die artenarme, individuenreiche Fauna lässt auf eine Brackwasserbildung schliessen. Einzig in der Umgebung von Milken ist die Fauna artenreicher und offenbar ausgesprochener marin.

Bei Wuhr E Scherliau (Koord. 599910/192100) fand sich in einer Fossilbank ein von Terediniden angebohrtes Schwemmholz, das von MUELLER-STOLL (Potsdam) untersucht worden ist (RUTSCH 1964: XII). Es handelt sich um *Taxodioxydon taxodii*, das Holz der Sumpfcypresse. Das Holz selbst sowie die Ausfüllungsmasse der Terediniden-Bohrgänge sind verkieselt.

Obere Abteilung (m_{2b} , m_{2m} , m_{2g})

Längenberg. Im Gebiet Zingg-Lieseberg-Imihubel-Bütschelegg lässt sich der höhere Teil des Helvétien wie folgt gliedern:

- | | |
|---|--------------|
| 4. Sädelnagelfluh (Kalknagelfluh) | ca. 20 + x m |
| 3. Muschelsandstein (m_{2g}) | ca. 12 m |
| 2. Mergelzone mit den «Petrefaktenlagern» (m_{2m}) | ca. 60 m |
| 1. Bausandsteinzone (m_{2b}) | 65–70 m |

DELLA VALLE (1965: 146) hat den Schwer- und Leichtmineralgehalt dieser Sedimente untersucht. Auch hier herrschen Granat und namentlich Epidot vor.

Die Bausandsteinzone mit ihren zahlreichen, heute fast ausnahmslos verlassenen Steinbrüchen zieht sich vom Zingg durch die Südabdachung des Liesebergs, den Tschuggen- und Imihubel zur Südseite der Bütschelegg.

Über dieser Sandsteinzone folgt in einer Mächtigkeit von ca. 60 m die Mergelzone mit den «Petrefaktenlagern». Es handelt sich um eine Folge von blaugrau-gelbgrauen, sandig-siltigen, glimmerführenden Mergeln, denen plattige Mergelsandsteine und Kalksandsteinbänke zwischengeschaltet sind.

Im oberen Teil treten die als Sandkalke ausgebildeten Fossilbänke auf, die seit STUDER unter der Bezeichnung «Petrefaktenlager» bekannt sind. Diese z.T. über 1m mächtigen Bänke bilden als Ganzes einen vorzüglichen stratigraphischen Leithorizont, der vom Kühlewilwald S Egg durch die West- und Südabdachung des Liesebergs, auf dem Tschuggen, am Imihubel und von hier zur Südseite der Bütschelegg verfolgt werden kann.

Die Fauna, die schon BERTRAND (1754), GRUNER (1773) und STUDER (1825) bekannt war, ist artenreich und intrakontinentalmarin (BACHMAYER und RUTSCH 1962: 681). Für Einzelheiten siehe RUTSCH (1928, 1929, 1933, 1945, 1947, 1956, 1958a, 1966), RUTSCH und STEININGER (1961) und THALMANN (1923). Altbekannte Fossilfundstellen sind das Studholz S Egg, der Lieseberg, Aeppenacker, Tschuggen, Imihubel und die Bütschelegg.

Die spärlichen, z.T. korrodierten Foraminiferen sind meist schlecht erhalten (RUTSCH 1958a: 112); BARTENSTEIN (briefl. Mitt.) hat ausserdem *Elphidium crispum*, *Nonion commune*, *Triloculina* sp. und *Quinqueloculina* sp. bestimmt. Eine genauere Bearbeitung fehlt.

Die Molluskenfauna ist artenreich, aber mit Ausnahme der Ostreiden und Pectiniden nur als Skulptursteinkerne oder Steinkerne erhalten und zudem tektonisch deformiert (RUTSCH 1949a). Als besonders häufig oder stratigraphisch wichtig seien hervor gehoben:

- Muscheln: *Pecten helvetiensis* RUTSCH & STEININGER 1961
Chlamys (Aequipecten) seniensis (LAM. 1819)
Chlamys albina (TEPPNER 1918)
Chlamys (Flexopecten) palmata (LAM. 1819)
*Panopea*¹⁾ *menardi* (DESH. 1828)
Callistotapes vetulus (BAST. 1825)
Cordiopsis intercalaris (COSSM. & PEYR. 1910)
Cardium (Trachycardium) multicoatum BROCCHI 1814
Discors spondyloides (V. HAUER 1847)
Venericardia (Megacardita) jouanneti BAST. 1825
- Gastropoden: *Tudicla rusticula* (BAST. 1825)
Dorsanum baccatum (BAST. 1825)
Turritella doublieri MATH. 1843

¹⁾ Über diese Schreibweise siehe H. E. VOKES und L. R. COX (1961: 184).

Dazu kommen Bryozoen, Serpulidenreste, Ruhespuren von Seesternen¹⁾, Seeigelfragmente²⁾, Balaniden, Zähne von Haien, Rochen und Meerbrassen.

Die Ostracoden hat H. J. OERTLI (1956, ferner in RUTSCH, DROOGER und OERTLI 1958) beschrieben.

In verschiedenen Horizonten treten «Schraubensteine» und «Steinzylinder» auf.

Die «Petrefaktenlager» und der hangende Muschelsandstein (Schichten 5–10) repräsentieren den Stratotypus des Helvétien (RUTSCH 1958a).

Dieser entspricht sehr wahrscheinlich nur dem ältern Abschnitt der Zeitspanne zwischen Burdigalien und Tortonien; er ist jünger als die Eggenburgerschichten des Wienerbeckens, aber älter als das Sallomacien der Aquitaine und das Karpatien der Paratethys.

Der Muschelsandsteinhorizont (m_{2g}) ist am Lieseberg, auf dem Imihubel und an der West- und Südseite der Bütschelegg aufgeschlossen, ferner trat er in einem künstlichen Aufschluss bei Steinegg SE Niedermühlern (Koord. 602450/189375) zutage. Hier könnte es sich allerdings um einen grossen erratischen Block handeln.

Der gelblichgraue, kalkige, harte, grobkörnige, konglomeratische Sandstein zeigt lokale fazielle Übergänge in feinkörnige Sandsteine. An der Bütschelegg ist zwischen «Petrefaktenlagern» und Muschelsandstein eine ca. 1 m mächtige polygene Nagelfluhbank eingeschaltet.

Fragmente und unzerbrochene Exemplare von *Crassostrea gryphoides* (SCHLOTHEIM) treten in grosser Zahl auf. Dazu kommen Pectinidenreste, Cardien, Turritellen, Selachier- und Sparidenzähne. Die Crassostreen deuten auf brackische Sedimentationsbedingungen (RUTSCH 1956).

Der stratigraphisch höchste Molasse-Horizont des Längenberggebietes, die Sädelnagelfluh, tritt an der Bütschelegg und wahrscheinlich südlich des Thanwaldes ob dem Gehöft Breiten (Koord. 602300/185700) zutage³⁾. Dieser Leithorizont, der sich nach Osten zum Belpberg und ins Kiesental verfolgen lässt, unterscheidet sich

¹⁾ «*Asterias aranciaca*» in STUDER 1825: 315. Nach SEILACHER (1953: 94) handelt es sich um Ruhespuren im Sande liegender Ophiuren, die er als *Asteriacites lumbricalis* SCHLOTH. bezeichnet.

²⁾ KISSLING (1890: 8) erwähnt einen Seeigelfund («*Echinocardium Deikii* Des.») aus der Molasse zwischen Hinterfultigen und Rüeggisberg. Hier fand er auch *Tudicla rusticula* BAST.

³⁾ Anlässlich einer Brunnengrabung traf man sie auch im Rattenholz bei P. 977 (Koord. 601625/188550).

von allen stratigraphisch tieferen Konglomerathorizonten des Längenbergs durch seine Grobgerölligkeit und den hohen Volumenanteil kalkiger Komponenten (Gerölle bis zu 50 cm Durchmesser). Das Konglomerat zeigt eine äusserst schlechte Aufbereitung; es kommen innerhalb weniger Meter Übergänge in Bänke und Linsen von feinkörnigem Sandstein und siltigen Mergeln vor.

Bis jetzt konnten in der Sädelnagelfluh des Längenberggebiets weder Mikro- noch Makrofossilien nachgewiesen werden. Es dürfte sich bereits um eine fluvioterrestrische Bildung handeln.

Die Sädelnagelfluh gehört faziell dem Guggisberger-Schuttfächer an. Über ihre Bedeutung als Leithorizont im Gebiet des Aaretals und Emmentals siehe RUTSCH (1928, 1933).

Giebelegg. Die obere Abteilung der Belpbergschichten im Gebiet der Giebelegg zeigt gegenüber dem Längenberg bedeutende fazielle Abweichungen. Die «Petrefaktenlager» sind in ihrer charakteristischen Ausbildung nicht sicher nachweisbar, der Muschelsandstein fehlt. An ihre Stelle treten an der Giebelegg blaugraue Schiefermergel, die aber bereits mit Lagen bunter Mergel wechseln.

In dieser Schichtfolge finden sich zwar noch marine Fossilien (Pectiniden, Cardien, *Pholadomya* cfr. *alpina* MATH.), aber auch ein 2–3 cm mächtiges Kohleflözchen.

Im Hangenden folgt eine grobgeröllige Kalknagelfluh vom Typus Sädelnagelfluh-Guggisbergernagelfluh (= Fehli-Nagelfluh, RUTSCH 1947: 21). Knapp unter diesem Nagelfluhhorizont fand ED. GERBER (1932b: 68) «Süsswasser- oder Landschnecken». Falls die Fehli-Nagelfluh der Sädelnagelfluh zeitlich entspricht, was möglich, aber nicht zu beweisen ist, so vollzieht sich der Fazieswechsel Obere Meeresmolasse/Obere Süsswassermolasse im Giebelegg-Gebiet zeitlich früher als im Längenberggebiet, d.h. schon zur Zeit, während welcher weiter nördlich die Petrefaktenlager und der Muschelsandstein abgelagert wurden.

Die Belpbergschichten an der Giebelegg (Bütschelbachnagelfluh–Fehlinagelfluh) erreichen eine Mächtigkeit von ca. 350–370 m.

Schwarzenburg–Guggisberger-Gebiet. Im Abschnitt zwischen Schwarzwasser und Sense ist im Blattgebiet nur die tiefere Abteilung der Belpbergschichten erhalten; der obere Teil tritt weiter südlich, im Gebiet des Atlasblattes 36 (Gurnigel) auf. Im Kartenabschnitt westlich der Sense sind die Belpbergschichten vollständig abgetragen.

FRASSON (1947: 23/24) hat südlich Schwarzenburg Mollusken, Bryozoen und Foraminiferen nachgewiesen, die z. T. vielleicht autochthon (Rotalien, Globigerinen?), z. T. aber sicher aufgearbeitet sind (Discocyclus).

Stratigraphisch höher folgt zwischen Kalchstätten und Milken ein Fossilhorizont («Fossilhorizont von Pfadscheuer», FRASSON 1947: 25) mit einer Fauna, die mit derjenigen der Petrefaktenlager der Belpbergsschichten übereinstimmt¹⁾.

Den «Fossilhorizont von Pfadscheuer» überlagern im Guggisberger-Gebiet Kalknagelfluhbänke und Sandsteine mit Austern («Austernsandstein»). Wenn der «Fossilhorizont von Pfadscheuer» das zeitliche Äquivalent der Zone der Petrefaktenlager bildet, so reicht die marine Fazies im Guggisberger-Gebiet stratigraphisch höher hinauf als an der Giebelegg.

Giebelegg-Schuppe

In der Südflanke der Giebelegg steht zwischen den Sedimenten der Seftigschwandschuppe und der gefalteten mittelländischen Molasse eine überkippt nach SE einfallende Schichtfolge an, die in ihrem südlichen, älteren Teil auf Grund der Fossilfunde der Oberen Meeresmolasse zuzuweisen ist, während der nördliche Teil offenbar bereits zur Oberen Süsswassermolasse gehört.

Im Gebiet des Atlasblattes 26 ist diese Obere Meeresmolasse nur in einer räumlich beschränkten Region aufgeschlossen, grössere Verbreitung erlangt sie im Südfuss der Giebelegg (TERCIER und BIERI 1961).

Nach Osten verschwindet diese steilstehende Schichtfolge unter den mächtigen Moränenablagerungen des würmeiszeitlichen Aaregletschers, tritt aber zwischen Mieschern und Schnarzholz unmittelbar am östlichen Blattrand nochmals zutage (Koord. 602375/183075).

Im Gegensatz zu den Belpbergsschichten der mittelländischen Molasse erreichen die Quarzitnagelfluhbänke in der Giebelegg-Schuppe bedeutend grössere Mächtigkeiten. Zwischengeschaltet sind plattige Sandsteine und sandige Mergel von bläulichgrauer oder grünlichgrauer Farbe.

Marine Fossilien sind im Schnarzholz (knapp ausserhalb des Kartengebietes, RUTSCH 1947: 26; BECK und RUTSCH 1949) und W. P. 1023 Ringelplätz (Koord. 600450/182000) nachgewiesen (Ostreiden); manche Kalkgerölle der Nagelfluh sind von Bohrmuscheln angebohrt.

¹⁾ Seit dem Erscheinen des Atlasblattes Gurnigel sind bei Bauarbeiten neue reichhaltige marine Faunen im Helvétien SE Kriesbaumen (Koord. 593380/181320) und bei Kirchhalten (Koord. 590800/180100) entdeckt worden. Die von FRASSON beschriebene Fundstelle bei Mittlisried und der Fossilhorizont von Pfadscheuer sind im Atlasblatt Gurnigel nicht eingetragen.

Eine artenreichere Fauna ist weiter westlich im Südfuss der Giebelegg und im Wyssbachgraben gefunden worden (GERBER 1932b: 71). Es liegt unzweifelhaft die Fauna der Belpbergschichten vor.

Die Mächtigkeit dieser Oberen Meeresmolasse in der Giebelegg-Schuppe beträgt ca. 180–200 + x m.

m₃

?Tortonien

Mittelländische Molasse

Als lithostratigraphische Grenze zwischen Oberer Meeresmolasse und Oberer Süsswassermolasse wurde die Fehli-Nagelfluh gewählt (RUTSCH 1947: 24).

Die Schichtfolge über der Fehli-Nagelfluh besteht aus einem Wechsel von grobblockiger Kalknagelfluh vom Guggisberger-Faziestypus (vereinzelt auch Geröllbändern eines feingerölligen, quarzitreichen Konglomerats) mit z. T. schr grobkörnigen, feldspatreichen Sandsteinen, Mergelsandsteinen und Mergeln, die blaugrau, aber auch gelbbraun, gelbgrau rötlich und violett getönt sind. Sie weicht lithologisch von den Gesteinen der Oberen Meeresmolasse auffällig ab und dürfte fluvioterrestrischer Entstehung sein («Obere Süsswassermolasse»).

Die von GERBER (1932b: 68) entdeckten «Süßwasser- oder Landschnecken» stammen aus dem unmittelbaren Liegenden der Fehli-Nagelfluh; stratigraphisch höher konnten bis jetzt keine Fossilien nachgewiesen werden.

Eine chronostratigraphische Altersbestimmung ist vorläufig unmöglich. Falls die Fehli-Nagelfluh zeitlich der Sädelnagelfluh entspricht – was möglich, aber nicht sicher ist – dann setzt die fluvioterrestrische Fazies an der Giebelegg etwas früher ein als am Längenberg (RUTSCH 1947: 20). Die Schichtfolge über der Fehli-Nagelfluh ist in jedem Fall mindestens in ihrer oberen Partie jünger als der Typus des Helvétien am Imihubel. In der Karte wurde sie fraglich dem Tortonien zugewiesen. Nach unseren heutigen Kenntnissen ist diese Datierung unwahrscheinlich; es dürfte sich eher um das zeitliche Äquivalent des Sallomacien oder Karpathien handeln.

Die Mächtigkeit beträgt rund 280 + x m (GERBER 1932: 68; RUTSCH 1947: 24/25).

Giebelegg-Schuppe

In der Giebeleggschuppe treten nördlich der durch marine Fossilien als Obere Meeresmolasse ausgewiesenen quarzitnagelfluhreichen Schichtfolge Sedimente auf, die offenbar fluvioterrestri-

scher Entstehung sind. Die Grenze ist unscharf. Die Quarzitnagelfluhbänke werden nach Norden grobgerölliger, es schalten sich einzelne grössere Flyschsandkalkgerölle ein, bis schliesslich nordwärts die typische Guggisberger-Kalknagelfluhfazies mit zum Teil riesigen Geröllen folgt. Mit dieser Änderung der Nagelfluhfazies ändert auch der Habitus der zwischengeschalteten Sandsteine und Mergel, die z.T. grau, z.T. intensiv rot oder buntfleckig sind.

Die lithologische Übereinstimmung mit der Oberen Süsswassermolasse im mittelländischen Abschnitt der Giebelegg ist so auffallend, dass wir die Schichtfolge ebenfalls der Oberen Süsswassermolasse zuweisen (RUTSCH 1947: 25/26), obgleich auch hier Fossilien bis jetzt nicht nachgewiesen werden konnten.

Die Mächtigkeit beträgt ca. $350 + x$ m.

Magnesiumsulfat und Natriumkarbonat in der Molasse

Wie im Gebiet des Atlasblattes Münsingen/Heimberg (BECK und RUTSCH 1958: 29) kommen auch in der marinen Molasse im Gebiet des Atlasblattes 26 gelegentlich Effloreszenzen von Bittersalz vor. Die Analyse einer in den Senseschichten am Schwarzwasser westlich Steiglen (Koord. 595125/187250) entnommenen Probe ergab folgendes Resultat¹⁾:

| | |
|-------------------|--------------|
| MgSO ₄ | 62,1% |
| MgCO ₃ | 27,8% |
| CaCO ₃ | 10,1% |
| | <hr/> 100,0% |

Der Gehalt an Magnesiumsulfat ist verhältnismässig hoch.

Ferner hat MORELL (1788) aus zwei Höhlen in der Molasse beim Schloss Schwarzenburg ein «Mineralalkali» beschrieben. Herr Kantonschemiker Dr. E. Baumgartner, der die Angaben MORELL's überprüft hat, kommt in einem an den Verfasser gerichteten Bericht vom 26. November 1963 zu folgendem Ergebnis:

«Das von Morell untersuchte Salz besteht auf Grund des nachgeprüften Analysengangs mit grösster Wahrscheinlichkeit aus kristallwasserfreiem *Natriumkarbonat* (Mineralalkali) + *Natriumsulfat*. Das Mengenverhältnis der wasserfreien Salze beträgt nach Morell ca. 2:1, nach heutiger Berechnung ca. 1,7:1.»

Tertiäre verkieselte Hölzer

Verschiedentlich sind im Blattgebiet in quartären Ablagerungen verkieselte Hölzer, u. a. Stämme von Palmen, gefunden worden,

¹⁾ Der Verfasser dankt Herrn Kantonschemiker Dr. E. Baumgartner für diese Analyse bestens.

die man aus klimatischen Gründen kaum dem Quartär zuweisen darf. Ob sie aus der miocaenen Molasse stammen oder pliocänen Alters sind, konnte bis jetzt nicht abgeklärt werden. Nähere Angaben über diese Hölzer finden sich in RUTSCH (1947: 37).

Bis jetzt sind aus dem Kartengebiet folgende Fundstellen bekannt:

Bütschelegg (STUDER 1825: 264; BACHMANN 1881: 86; BALTZER 1896: 107). Krachenbach (Mullgraben) bei der Bachmühle NW Niedermuhlern (BACHMANN 1875a: 145; 1881: 87): Konifere.

Wislisau, Kiesgrube (GERBER 1937a: 16): Palmenholz.

Sensebett oberhalb Thörishaus (GERBER 1939: 15): Palmenholz.

Otzenbach W. Riggisberg, Kiesgrube (Koord. 601900/184825). Entdeckt von cand. P. Knabe.

Leider fehlt eine zusammenfassende Untersuchung dieser Hölzer.

TEKTONIK

(Vgl. tektonische Übersicht und Strukturlkarte in RUTSCH 1958b: 26)

Weitaus der grösste Teil des Atlasblattes gehört zur schwach gefalteten mittelländischen Molasse, einzig in der Südostecke reicht die «subalpine» Molasse ins Kartengebiet.

Von Norden nach Süden sind folgende tektonische Einheiten nachweisbar:

| | | |
|------------------------------------|---|-----------------------------------|
| «Mittelländische Faltenmolasse» | { | Belpberg- und Albligen-Synklinale |
| | | Schwarzenburg-Antiklinale |
| | | Riggisberg-Antiklinale |
| «Subalpine Molasse» | { | Giebelegg-Schuppe |
| | | Seftigschwand-Schuppe |

Mittelländische Faltenmolasse

Die Faltenmolasse ist gekennzeichnet durch mehrere sehr flache Südwest–Nordost streichende Brachy-Antiklinalen und Synklinalen, die axial nach Osten einfallen.

Belpberg-Synklinale

Die Belpberg-Synklinale streicht vom Belpberg ins Gebiet des Längenbergs, wo sie dank der stratigraphischen Leithorizonte im Helvétien genau erfassbar ist.

Als Folge des Axialgefälles tauchen die Leithorizonte, die am Längenberg die höchsten Erhebungen (Imihubel, Lieseberg) bilden, im Kiesental unter die Talsohle ab. Der Muschelsandsteinhorizont des Helvétien tritt im Achsenbereich am Längenberg in ca. 800, im Kiesental in ca. 600 m auf.

Ob die im Gebiet des Zusammenflusses von Bütschelbach und Schwarzwasser nachweisbare Mulde (Albligen-Synklinale) die Fortsetzung der Belpberg-Synklinale bildet, bleibt abzuklären.

Albligen-Synklinale

Diese von FRASSON (1947: 46; siehe ferner RUTSCH 1947: 31; SCHUPPLI 1950: 20) kartierte Falte ist vom Tifersbach (Taferna) bis zur Sense nachweisbar.

Schwarzenburg-Antiklinale

Im Süden schliesst an die Albligen-Synklinale die Schwarzenburg-Antiklinale an (FRASSON 1947: 46, Fig. 12; RUTSCH 1947: 31, 1958b: 27). Dank dieser Aufwölbung tritt in der Senseschlucht westlich Schwarzenburg die aquitane Untere Süsswassermolasse zutage. Vom Sensequerprofil lässt sich diese Falte bis ins Schwarzwassergebiet verfolgen.

Riggisberg-Antiklinale

Das Vorhandensein einer weiteren Falte, der Riggisberg-Antiklinale, im Nordfuss der Giebelegg (RUTSCH 1947: 32, Fig. 7), ist bis jetzt nur durch einzelne Fallmessungen belegt. Nach Westen scheint sie sich bis zum Gürbetal fortzusetzen, im Osten ist sie dagegen im Schwarzwasserquerprofil nicht mehr nachweisbar.

Alterswil-«Antiklinale» und Schmitten-Antiklinale

Schwarzenburg-Antiklinale und Albligen-Synklinale steigen gegen den Kartenwestrand axial an. Im westlich anschliessenden Gebiet von Alterswil-Tifers-Berg (LK Blatt 1185, Fribourg) taucht ein tektonisches Element auf, das KOPP (1947: 270), SCHUPPLI (1950: 20) und CRAUSAZ (1959: 61) untersucht haben. KOPP bezeichnet es als Alterswil-«Kulmination», SCHUPPLI und CRAUSAZ sprechen von einer Alterswil-«Antiklinale».

Die Beziehungen dieser von SCHUPPLI (1950, Taf. I und II) als Querspalte gedeuteten, annähernd S-N streichenden Struktur mit der Schwarzenburg-Antiklinale und der Albligen-Synklinale bedürfen weiterer Abklärung.

Nach SCHUPPLI (1950: 20) setzt in der Nordwestecke des Atlasblattes eine weitere Antiklinale, die «Schmitten-Antiklinale» ein: Die Untere Süsswassermolasse fällt im Tafernaquerschnitt nach SE (Nordschenkel der Albligen-Synklinale), bei Laupen dagegen nach Nordwesten ein. In unserem Kartengebiet konnte die Falte weder durch stratigraphische Leithorizonte noch durch Fallmessungen lokalisiert werden.

Eine Datierung der Faltungsvorgänge in der mittelländischen Molasse ist insofern möglich, als die Obere Süsswassermolasse mitgefaltet ist. Die Faltung kann daher frühestens nachhel-

vetisch eingesetzt haben; die Frage, ob dies auch für die Alterswil-Struktur gilt, bleibt offen.

Subalpine Molasse

Giebelegg-Schuppe

In der Südost-Ecke des Atlasblattes trennt eine steilstehende tektonische Fläche die mittelländische Molasse von der Giebelegg-Schuppe, die ihrerseits im Süden durch eine steile tektonische Trennungsfläche von der Seftigschwandschuppe abgeschnitten ist.

Die der Oberen Meeresmolasse und der Oberen Süßwassermolasse zuzuweisenden nagelfluhreichen Sedimente der Giebelegg-Schuppe sind offenbar überkippt. Für diese Deutung sprechen die stratigraphischen Verhältnisse und die der Einkippungsregel folgenden marinen Fossilien im Wissenbachgraben östlich Stössen (RUTSCH 1947: 33). Sedimentogene Strukturen, welche zur Lösung der Frage beitragen könnten, waren an der Giebelegg nirgends feststellbar.

Die Fortsetzung der Giebelegg-Schuppe nach Westen ist in Atlasblatt 36 (Gurnigel) dargestellt (TERCIER und BIERI 1961)¹⁾. Nach Osten konnte sie bis zum Gürbetal verfolgt werden. Über den weiteren Verlauf im Falkenflughgebiet siehe BECK und RUTSCH 1949.

BECK und der Verfasser haben die Giebelegg-Schuppe als abgescherten, verkehrt liegenden Nordschenkel der Falkenfluh-Antiklinale gedeutet (RUTSCH 1933, 1947; BECK 1946; BECK und RUTSCH 1958). BLAU (1966), der das unmittelbar südlich anschließende Gebiet kartiert hat, zweifelt jedoch an der Möglichkeit einer solchen Interpretation.

Seftigschwand-Schuppe

In der Südostecke reicht ein schmaler Abschnitt der Seftigschwand-Schuppe ins Blattgebiet. Die (?chattisch) aquitanen Sandsteine und Mergel der Studweidformation fallen mittelsteil nach Südosten. Die steilstehende tektonische Trennungsfläche zwischen Giebelegg- und Seftigschwand-Schuppe ist im Kartengebiet nirgends aufgeschlossen. BLAU (1966: 16) hat die tektonische Stellung dieser Schuppe eingehend diskutiert. Er vermutet einen Zusammenhang mit der Zugl-Hombach-Schuppe östlich des Aaretals und lässt die Möglichkeit offen, dass die stratigraphisch tieferen Teile der Seftigschwand-Schuppe aus einer verkehrt liegenden Schichtfolge aquitanen Alters aufgebaut sind.

¹⁾ Nach mündlicher Mitteilung von Herrn Dr. G. Schmid (Freiburg) setzt sich die Giebelegg-Schuppe weiter nach Westen fort als das im Atlasblatt 36 angenommen wurde.

Verwerfungen, Klüftung

Verwerfungen, die den tektonischen Bau der mittelländischen Molasse des Kartengebietes wesentlich beeinflussen würden, waren nirgends sicher nachzuweisen. An der Sense nördlich der Schwarzwassermündung (Koord. 593 660/191 100) ist eine Verstellung vorhanden, die aber wegen der Unsicherheit in der Deutung der stratigraphischen Leithorizonte nicht genau erfassbar ist. Wahrscheinlich existieren auch noch andere Verwerfungen, die aber aus denselben Gründen nicht zu erkennen sind. Über lokale Brüche mit ganz unbedeutenden Sprunghöhen siehe FRASSON (1947: 48) und RUTSCH (1947: 32).

Sowohl die Untere Süßwassermolasse wie auch die Obere Meeresmolasse weisen eine ausgeprägte Klüftung auf. FRASSON (1947: 49) hat sie aus dem Sense-Schwarzwassergebiet näher beschrieben; eine umfassende Untersuchung fehlt. Diese Klüfte scheinen in gewissen Abschnitten die Richtung der Sense- und Schwarzwasserschucht bestimmt zu haben (Abbildungen siehe RUTSCH 1947: 73/74). Es wäre allerdings auch denkbar, dass sie sich nach Entstehung der Schlucht als Folge von Entspannungsvorgängen gebildet haben.

QUARTÄR

PLEISTOCAEN

Präriß (vgl. Tafel IX)

Die ältesten datierbaren pleistocaenen Ablagerungen des Kartengebietes stammen aus der Riss-Eiszeit. Sedimente älterer Vereisungen konnten nirgends mit Sicherheit nachgewiesen werden, wohl aber sind vorrissseiszeitliche morphologische Elemente vorhanden. PENCK und BRÜCKNER (1909: 472) und NUSSBAUM (1922) haben die Hochfläche des Längenbergs als Teile der präglazialen Landoberfläche gedeutet, eine Annahme, die auf Grund der Untersuchungen von BECK (Simmeffluhniveau in 1600 m!) kaum haltbar ist. KIENER (1934) fasst sogar die würmeiszeitliche Stauschotterebene von Elisried als präglaziale Landoberfläche auf!

BÜCHI (1927: 227) nimmt einen Mindel-Rissinterglazialen Senselauf an, der vom Galterntal über Mellisried-Heitenried-Niedermuhren-Zirkels-Schmitten-Friesenheid nach Bösinggen abgeflossen wäre. Im selben Zeitabschnitt sei ein Nebenfluss zu diesem Sensetal durch die Talung Albligen-Überstorf nach Steinhaus-Blumisberg quer durch das heutige Tavernatal Richtung Bösinggen geflossen. Auch hier fehlen zwingende Beweise für ein so hohes Alter.

Zuverlässige Daten über prärisseiszeitliche morphologische Elemente sind vor allem im Abschnitt des Kartengebietes zu erwarten, der in der Würmeiszeit unvergletschert war (siehe geologische Übersichtskarte).

In diesem Gebiet ist nördlich der typischen Molasse-Denudationsflächen des Guggisbergergebiets eine von Süden nach Norden von ca. 900 m auf ca. 860 m absinkende, die Schichtköpfe der südostfallenden Molasse diskordant abschneidende Einebnungsfläche vorhanden, deren heute noch erhaltene Teilstücke in RUTSCH 1947, Taf. IV, dargestellt sind. Ihr liegen die Zelgschotter (vgl. unten) unmittelbar auf (vgl. Taf. IX und VOEGELI 1963).

Diese Fläche, auf welcher die Zelgschotter ursprünglich offenbar eine zusammenhängende Decke gebildet haben, ist durch spätere Erosion in einzelne Abschnitte zerlegt worden. Diese Durchtalung hat wesentlich unter die heutige Talsohle des Dorfbaches hinabgereicht (siehe Taf. IX). Der übertiefte Tallauf ist nun aber teilweise wieder zugeschottert worden, wobei die Abdämmung im Norden durch den Rhonegletscher im Würm-Maximum erfolgt sein muss. Auf Grund dieser Interpretation, die uns von verschiedenen Deutungsmöglichkeiten als die wahrscheinlichste erscheint, muss die Einebnungsfläche I (Taf. IX) und damit auch die Zelgschotter älter sein als Würm. Anhaltspunkte für ein Präriß-Alter dieser Schotter – AEBERHARDT (1912: 766) weist sie dem Mindel-Rissinterglazial («Haute terrasse interglaciaire») zu – sind unseres Erachtens nicht vorhanden.

Möglicherweise darf man derselben prärisseiszeitlichen Einebnungsfläche auch die östlich des Aaretals ausserhalb der Moränen des Würm-Maximums bei Diepoldshusenegg, Wäggenen usw. (LK-Blatt 1167, Worb) vorhandenen Altflächen zuordnen.

Riss-Eiszeit

In der Riss-Eiszeit hat der Rhonegletscher das ganze Kartengebiet bedeckt, das nirgends über 1136 m (Giebelegg) hinaufreicht, während die höchsten Rhoneerratika in der südlich anschliessenden Region in ca. 1350 m beobachtet worden sind.

Risseiszeitliche Ablagerungen sind vor allem in der Region nachweisbar, welche im Würm unvergletschert blieb.

q_{3s} Zelgschotter

Die nach der Lokalität Zelg E Schwarzenburg (RUTSCH 1947: 41; Koord. 593525/185100) benannten Zelgschotter sind schon von NUSSBAUM (1906: 26) und AEBERHARDT (1912: 766), in neuerer Zeit von RUTSCH (1947: 41), FRASSON (1947: 52) und VOEGELI (1963: 22) beschrieben worden.

Sie sind vor allem in dem ausserhalb der Moränen des Würm-Maximums gelegenen Gebietsabschnitt südlich Schwarzenburg (Waldgasse, Violenhubel, Galtern, Zelg, Wannhalten-Duntelen) in ca. 870–900 m, aber auch innerhalb des Verbreitungsgebietes des würmeiszeitlichen Aaregletschers bei Borbezried (Koord. 595 750/183 450) und Führen (Koord. 596 350/182 400; RUTSCH 1947: 42) nachgewiesen. Die Schotter bei Borbezried sind von Grundmoräne des würmeiszeitlichen Aaregletschers bedeckt, welche Tschingelkalkgerölle führt. VOEGELI (1963: 23) hat weitere Schotterrelikte im Gebiet des Atlasblattes Gurnigel (TERCIER und BIERI 1961) bei Rüschegg und in der Nordabdachung des Gurnigels als Zelgschotter gedeutet.

Es handelt sich um z.T. schräg geschichtete, lokal stark verfestigte Kiessande, wechselnd mit Sanden, die zahlreiche typische Rhoneleitgesteine enthalten (Allalinit, Montblanc-Granit, Arollagneis, Vallorcine-Konglomerat, Dzéman-Konglomerat, Mont Pélerin-Konglomerat usw.). Die Schotter zeigen auffallende Verwitterungserscheinungen (RUTSCH 1947: 42; VOEGELI 1963: 24). Die besten Aufschlüsse waren in der Kiesgrube auf der Waldgasse (Koord. 191 675/183 750) sichtbar. Es handelt sich um Verwitterungskörper, die durch ihre dunkle Färbung sofort auffallen (Taf. VII). In einer verlehmtten Verwitterungsmasse sind die Gerölle, mit Ausnahme von Quarziten, Kieselkalken usw. so stark zersetzt, dass sie mit dem Messer mühelos durchschnitten werden können.

Wie VOEGELI nachweist, handelt es sich nicht um die Auffüllungsmasse präexistenter Hohlräume, sondern um Verwitterungserscheinung in situ, die mit dem umgebenden, unverwitterten Kieskörper im normalen Verband stehen¹⁾. Er deutet sie als zonale physiko-chemische Verwitterung im Gebiet von Spalten im überlagernden Eis. «Die so eisfrei gewordenen Schotterpartien, entsprechend den Spaltenzonen, waren dann dem tageszeitlichen Auftau- und Wiedergefrierzyklus unterworfen, wobei die benachbarten, mit Eis bedeckten Schotterzonen verschont blieben» (VOEGELI 1963: 53). Vermutlich dürfte es sich um eine Toteismasse gehandelt haben.

Über den eigentlichen Zelgschottern («Untere Zelgschotter» VOEGELI) mit den erwähnten Verwitterungszonen folgt eine Deckschicht («Obere Zelgschotter») von 0,6–1,0 m Mächtigkeit, die Ver-

¹⁾ Die von F. BACHMANN (1966: 134) abgebildeten «Eiskeile» sehen den Verwitterungskörpern der Zelgschotter auffallend ähnlich. Nach BACHMANN unterbrechen die Eiskeilfüllungen die Schotterstrukturen und schneiden sie glatt ab, was in den Zelgschottern nicht der Fall ist. Ebenso sind offenbar die «Steinstreifen» (C. F. STEWART SHARPE 1960: Fig. 5) anderer Entstehung.

biegungen und Verwürgungen zeigt, die VOEGELI als Kryoturbationserscheinungen deutet. Der Verfasser vermutet, dass es sich um Material handelt, das sich aus der Toteismasse durch Aufschmelzung in situ bildete. VOEGELI fasst sie als Produkt einer «lokalisierten Akkumulationsphase» auf. Die Verwitterung der «Oberen Zelgschotter» ist nach VOEGELI im Riss-Würm-Interglazial erfolgt, die Kryoturbationserscheinungen wären in der Würmvergletscherung periglazial entstanden.

VOEGELI (1963: 37) hat von den eigentlichen Zelgschottern einen orographisch etwas tiefer gelegenen Schotterkomplex im Längmoos SW Schwarzenburg (Koord. 590 625/183 400) als Längmooschotter abgetrennt, die er als Vorstoss-Schotter der Würmvereisung betrachtet.

Die Zelgschotter sind wahrscheinlich als Stauschotter des abschmelzenden risseiszeitlichen Rhonegletschers zu deuten. Die Gründe für diese Alterszuweisung sind auf S. 26 bereits erwähnt worden. Nach VOEGELI (1963) sprechen auch die oben erwähnten Verwitterungserscheinungen für ein vorwürmeiszeitliches Alter.

Risseiszeitliche Rhone-Erratika

Im Abschnitt des Kartengebietes, welcher vom würmeiszeitlichen Rhonegletscher bedeckt war, ist es naturgemäss unmöglich, zwischen riss- und würmeiszeitlichem Rhonematerial zu unterscheiden. Dagegen sind alle Erratika in der Region, welche von den würmeiszeitlichen Gletschern nicht erreicht wurde, der Riss-Eiszeit zuzuweisen. In der Riss-Eiszeit ist der Rhonegletscher entlang der Gurnigel-Napflinie ins obere Emmental vorgestossen. Rhonegesteine treten deshalb auch innerhalb des Verbreitungsgebietes des würmeiszeitlichen Aaregletschers auf; auch sie sind sicher dem Riss zuzuweisen. Derartige Rhoneblöcke sind nicht allzu selten. Die Frage, wie gross der Anteil an risseiszeitlichem Rhonegletschermaterial im Würm-Aaregletschergebiet ist, bleibt für alle Gesteine, welche im Einzugsgebiet beider Gletscher anstehen, unbeantwortet. Er dürfte nicht unbeträchtlich sein. Sichere Rhoneleitgesteine innerhalb der Aaregletscher-Rückzugsmoränen sind aus der Region des Längenbergs schon seit langem bekannt.

Als besonders charakteristische Leitgesteine des Rhonegletschers seien hervorgehoben:

a) Smaragdit-Saussurit-Gabbro (Allalin-Gabbro) der Ophiolith-Zone von Zermatt-Saas-Fee

Trotz des relativ beschränkten Verbreitungsgebiets im alpinen Rückland¹⁾ treten die Smaragditgabbro-Blöcke dank ihrer Ver-

¹⁾ Siehe Geol. Atlas der Schweiz No. 43 (Randa).

witterungs- und Transportbeständigkeit im Rhone-Erratikum relativ häufig auf. Der östlichste dieser in der Riss-Eiszeit verfrachteten Gabbro-Blöcke im Kartengebiet liegt im Brandholz nördlich des Imihubels (Koord. 600400/189875). Weitere Angaben über risseiszeitliche Smaragditgabbro-Blöcke im Kartengebiet siehe RUTSCH (1947: 41).

b) Vallorcine-Konglomerat und -Sandstein aus dem Oberkarbon des Aiguilles-Rouges-Massivs¹⁾

Dieses ebenfalls verwitterungs- und transportbeständige Konglomerat tritt in der Region zwischen würmeiszeitlichem Rhone- und Aaregletscher und im Verbreitungsgebiet des würmeiszeitlichen Aaregletschers relativ häufig auf (FRASSON 1947: 52; RUTSCH 1947: 40). AEBERHARDT (1912: 756) erwähnt Blöcke von Schwanen WSW Rüeggisberg und bei Wiler.

Die östlichsten Vallorcine-Konglomeratblöcke des Kartengebietes fanden sich bei Aebi N Vorderfultigen (RUTSCH 1933: 10; Koord. 599375/188000; seither zerstört) und im Eichbühlgraben WSW Riggisberg (Koord. 600875/183975). Nach BECK und GERBER (1925) kommen Vallorcine-Blöcke auch noch bei Stierenweid und Hausmattern am Südostfuss der Giebelegg vor; sie treten aber auch auf der Ostseite des Aaretals ausserhalb der Moränen des Würm-Maximums auf (RUTSCH 1967b).

c) Dzéman-Konglomerat und -Sandstein²⁾

Dieses im Gegensatz zum Vallorcine-Konglomerat rot verfärbte, wahrscheinlich permische Gestein, das in der Literatur auch als «Verrucano», «poudingue rouge des Gorges» und «poudingue rouge d'Outre-Rhône» erwähnt wird, stammt aus demselben Verbreitungsgebiet wie das Vallorcine-Konglomerat. Risseiszeitliche Blöcke erwähnen FRASSON (1947: 52) und RUTSCH (1947: 40, hier als Verrucano bezeichnet); der östlichste Block des Kartengebietes liegt im Eichbühlgraben WSW Riggisberg. BALTZER (1896: 46) zitiert «Verrucano» von Niedermuhlern. Das Dzéman-Konglomerat ist im freiburgischen Erratikum weit verbreitet (BEHMER 1912).

Diese Rhonegesteine gaben Anlass zu den fast ein Jahrhundert dauernden Kontroversen über die Grenze zwischen Rhone- und Aaregletscher im Längenberggebiet, auf die wir im Abschnitt

¹⁾ Siehe Geol. Atlas der Schweiz Blätter 483 (St-Maurice) und 485 (Saxon-Morcles).

²⁾ Le Dzéman S Dents de Morcles. Siehe LK Bl. 272 (St-Maurice), Koord. 572000/114000.

«Würm-Eiszeit» eintreten werden. Offenbar hat der in die Talung des Grünibachs vorrückende Eislappen des Aaregletschers im Würm-Maximum einen Teil dieses risseiszeitlichen Rhonematerials wieder nach Westen zurückverfrachtet. Dadurch erklärt sich die Häufung der Rhoneblöcke am Westrand dieser Gletscherzunge im Gebiet von Rohrbach und S des Lindenbachgrabens.

Riss/Würm-Interglazial

Der Rhonegletscher ist in der Riss-Eiszeit, der «Gurnigel-Napflinie» folgend, von Westen nach Osten bis ins Oberemmental vorgedrungen, wo typische Rhone-Leitgesteine im Süden bis in die Gegend von Eggiwil und am Napf bis in 920 m Meereshöhe nachgewiesen sind (RUTSCH 1967b).

Beim Rückzug des Gletschers war diese West/Ost-Richtung für die damaligen Talrichtungen im Kartengebiet offenbar bestimmend: Die Moränen des Würm-Maximums dringen in diese West-Ost orientierten Täler vor (Grünibachtal¹), Scherligraben, Gurtental zwischen Kehrsatz und Köniz). Sie sind im Gegensatz zu den meisten Süd-Nord verlaufenden Schluchten übertieft (Sensetal zwischen Thörishaus und Neuenegg, Talungen von Schlatt-Gasel und Albligen-Überstorf).

Nach dem Rückzug des risseiszeitlichen Rhonegletschers und der damit verbundenen Tieferlegung der Erosionsbasis setzt eine intensive Talbildung ein.

Dieses vorwürmeiszeitliche Entwässerungsnetz war vom heutigen teilweise völlig verschieden.

Das bekannteste Beispiel eines später verschütteten Tallaufes im Kartengebiet ist die Sense, die, wie GILLIÉRON (1885), GREMAUD (1888), AEGERHARDT (1912), BÄRTSCHI (1913, 1916), HEIM (1919), BÜCHI (1927, 1935, 1937), MOLLET (1927), FRASSON (1947) und MORNOD (1952) nachgewiesen haben, vor der Würm-Eiszeit in der Region von Zumholz bei Plaffeien nach Westen ins Galterntal abbog und erst durch den vorrückenden Rhonegletscher nach Nordosten und damit in unser Blattgebiet abgelenkt worden ist (TERCIER und BIERI 1961).

Zahlreiche, in der Würm-Eiszeit zugeschüttete Rinnen im Gebiet östlich der Sense sind vom Verfasser (1933: 10; 1947: 44, Taf. V) beschrieben worden. GILLIÉRON (1885: 484), GREMAUD (1888), MICHEL (1907, 1910), AEGERHARDT (1912), BÄRTSCHI (1913,

¹) Die erste Anlage dieses Tales reicht vielleicht vor die Riss-Eiszeit zurück. Die im Abschnitt «Präriß» erwähnte Einebnungsfläche I in 900–920 m ist bei Rüeggisberg und am Nordfuss der Giebelegg deutlich Ost-West orientiert (RUTSCH 1947, Taf. IV).

1916), HEIM (1919), BÜCHI (1927) und FRASSON (1947) haben auf alte Talläufe im Kartengebiet westlich der Sense hingewiesen; wir werden auf sie im Abschnitt «Geomorphologie» eintreten.

Einzelne dieser vorwürmeiszeitlichen Flussläufe sind nach dem Rückzug der Würmgletscher wieder reaktiviert worden, die meisten blieben zugeschüttet und sind heute nur noch da sicher festzustellen, wo sie, durch spät- und nacheiszeitliche Erosion freigelegt, als schottererfüllte Rinnen in der Molasse aufgeschlossen sind.

Würm-Eiszeit

q_{4s}v Vorstoss-Schotter in Rinnen

Die mit Beginn der Würm-Eiszeit vordringenden Gletscher, der Rhonegletscher von Südwesten, der Aaregletscher von Osten, riegeln die vorwürmeiszeitlichen Flussläufe ab, sie werden mit «Schottern» (Kiessande und Sande), stellenweise auch mit «Seetonen» (sandige Silte, Silte und Silttone) zugefüllt und in dem innerhalb der Maximalphase der beiden Gletscher liegenden Kartengebiet vom Eis überfahren: An verschiedenen Stellen ist über diesen Schottern eine Moränenbedeckung nachweisbar.

Die Schotter sind oft sehr grobblockig, gelegentlich schwach verkittet, und enthalten häufig kaum gerundete oder kantenbestosene Molassesandstein-Gerölle. Der Verfasser hat diese Rinnenfüllungen aus der Region östlich der Sense beschrieben (1947: 44). MOLLET (1927) und FRASSON (1947: 54) erwähnen sie aus dem Dorfbach- und Sodbachtal.

Durch Sondierungen sind sie auch aus dem Talabschnitt Albligen/Überstorf bekannt. Das Bohrprofil erschloss unter alluvialen, z.T. torfigen Aufschüttungen zur Hauptsache Sande mit Geröllen, «Lehm» und «Moränenlehm mit Steinen» (offenbar geröllführende Silttone).

Die Frage, ob auch Schotter ausserhalb dieser Rinnen dem Frühwürm zuzuweisen sind, ist nicht sicher zu beantworten: Knapp ausserhalb des westlichen Kartenrandes bei Fendringen (LK-Blatt 1185, Koord. 584825/192125) sind in einer Kiesgrube schräggeschichtete Schotter aufgeschlossen, die von einer ca. 3 m mächtigen Grundmoränendecke überlagert werden. CRAUSAZ (1959) hat in seiner Karte nur die Grundmoräne eingetragen¹⁾.

¹⁾ In einer Kiesgrube bei Schmitten (Koord. 585375/189950) fand sich ein grosser, gut gerundeter, zweifellos transportierter Block aus stark verfestigtem, quartärem Schotter, offensichtlich aus einem vom würmeiszeitlichen Rhonegletscher aufgearbeiteten, weiter westlich gelegenen, älteren Schottervorkommen.

q_{4s}A Alterswil-Schotter

In der südwestlichen Kartenecke treten Schotter auf, die u. a. MOLLET (1927), BÜCHI (1935, 1937) und FRASSON (1947: 54) beschrieben haben. FRASSON und TERCIER & BIERI (1961) datieren sie als frühwürm (préwürm). Nach der Darstellung von MOLLET liegen sie über Seetonen, die ihrerseits die Rinnenfüllung der alten Senseschlucht überlagern. Die Alterswilschotter wären somit etwas jünger als die von uns als Vorstoss-Schotter in Rinnen (q_{4sV}) beschriebenen Ablagerungen.

Würm-Maximum

A. Rhonegletscher

Die Frage nach der Ostgrenze des würmeiszeitlichen Rhonegletschers im Kartengebiet war Gegenstand wiederholter Kontroversen, die bis auf CHARPENTIER (1841) und FAVRE (1884) zurückgehen.

Wir nehmen heute an, dass der Ostrand des würmeiszeitlichen Rhonegletschers in SW-NE Richtung über Schwarzenburg-Oberbalm zum Ulmizberg und Gurten verlief (RUTSCH 1947, Taf. V). Diese Grenze ist durch Moränenwälle, randliche Stauschotter und Schmelzwasserrinnen gekennzeichnet. Die am Längenberg nachgewiesenen Rhone-Erratika, die FAVRE, AEBERHARDT u. a. als Beweise für die «Längenberglinie» gedeutet hatten, stammen aus der Riss-Eiszeit und sagen über die Ostgrenze des würmeiszeitlichen Rhonegletschers nichts aus (s. Abschnitt «Zelgschotter»).

Moränenwälle der Maximalphase sind westlich der Sense bei Herrgarten und Schwenny (FRASSON 1947: 56) erhalten; ihre südliche Fortsetzung S Umbertschwenny geht aus Atlasblatt Gurnigel (TERCIER und BIERI 1961) hervor. Östlich der Sense gehören der Maximalphase die Wälle bei Amselboden, Voremberg-Höhe NW Schwarzenburg, bei Buttnigen, Krummoos-Nydeggen, Schlatthubel und Oberbalm an (FRASSON 1947: 56; RUTSCH 1947: 49). Am Rande des Gletschers entstanden Stauseen, die mit Siltonen («Seetone») und mit z. T. schief geschichteten Kiessanden zugefüllt wurden (Dorfbachtal bei Schwarzenburg, Ebene von Elisried). Die «Seetone» sind sowohl im Dorfbachtal wie bei Elisried durch Bohrungen nachgewiesen (MOLLET 1927: 230; FRASSON 1947: 56; RUTSCH 1947: 50). Vgl. Abschnitt «Geomorphologie».

B. Aaregletscher

Die Westgrenze des Aaregletschers im Würm-Maximum ist vom Verfasser (1947: 55, Taf. III und V) beschrieben worden: Vom

Längenberg ist eine Zunge in die präexistente Talfurche des Grünibaches bis über das Schwarzwasser vorgedrungen, weitere stiessen in die Talung des Scherlibaches und ins Köniztal vor.

Rückzugsstadien¹⁾

A. Rhonegletscher

Im Gegensatz zum würmeiszeitlichen Aaregletscher, dessen Rückzugsstadien durch Moränenwälle deutlich gekennzeichnet sind, lassen sich diejenigen des Rhonegletschers im Kartengebiet allein auf Grund der Moränenwälle kaum ermitteln; zusätzliche Anhaltspunkte bieten randliche Stauschotter und Abflussrinnen. FRASSON (1947: 56) hat verschiedene Stadien im Gebiet des Blattes Schwarzenburg beschrieben. Der Verfasser (1947: 51) unterscheidet in der Region östlich der Sense das Niederscherli-, Mengestorf- und Thörishaus-Stadium.

Westlich der Sense hat FRASSON Moränenwälle eines Rückzugsstadiums im Gebiet von Lehwil (Koord. 588 000/187 000) und Niedermuhren (Koord. 587 500/188 000) kartiert; die Wälle E Oberzirkels (Koord. 587 500/189 000) dürften die Fortsetzung bilden.

Ein weiteres Stadium ist durch die Moränen E Schmitten (Koord. 586 500/189 750), bei Blumisberg (Koord. 589 000/181 000) und S Grossried (Koord. 591 000/192 000) nachweisbar.

Auf die Talgeschichte dieser Region kommen wir im Abschnitt «Geomorphologie» zu sprechen.

B. Aaregletscher

Die Rückzugsstadien des würmeiszeitlichen Aaregletschers sind vom Verfasser (1947: 57, vgl. Taf. V) behandelt worden. Es sind im Kartengebiet sechs Rückzugsstadien vorhanden (Seftigschwand-, Gurten-, Bern-, Schosshalden-, Muri- und Kirchenthurnen-Stadium), die BLAU (1966: 102) – mit Ausnahme des Schosshalden-Stadiums – auch im südlich anschliessenden östlichen Gurnigelgebiet ausscheiden konnte.

q4s Schotter der Würm-Eiszeit im allg.

Würmeiszeitliche Schotter sind im Kartengebiet weit verbreitet. Über die Vorkommen in der Region der SA-Blätter Oberbalm, Rüeggisberg und Schwarzenburg orientieren die Arbeiten von FRASSON (1947) und RUTSCH (1933, 1947).

¹⁾ Der Begriff Stadium ist hier informal verwendet und entspricht nicht der Definition LÜTTIG's (1959).

Neben Schotterterrassen, die sich einem heutigen Flußsystem zuordnen lassen, kommen Schotter vor, die ihre Entstehung offenbar lokalen Stauwirkungen des Gletschers verdanken und die häufig mit Moräne verknüpft sind. In solchen Gebieten ist denn auch die Abgrenzung von Schottern und Moräne äusserst schwierig und muss, wenn Aufschlüsse fehlen, sehr willkürlich gezogen werden.

Die auf der Ostseite der Senseschlucht in verschiedenen Niveaux erhaltenen Schotterterrassen (RUTSCH 1947) des Niederscherli-, Mengestorf- und Thörishausstadiums lassen sich auch auf der Westseite der Schlucht nachweisen und mit denjenigen der Ostseite korrelieren.

Schotterterrassen begleiten auch den Lauf der Taferna. Im Ost–West verlaufenden Abschnitt der Sense zwischen Thörishaus und Laupen treten Schotterterrassen westlich der Tafernamündung bei Siegelacker (Koord. 589 500/193 200), Nussbaumen (Koord. 587 600/193 000) und Grenchen (Koord. 586 000/193 250) auf. Wir kommen auf diese Schottervorkommen im Abschnitt «Geomorphologie» zu sprechen.

95. Spätglaziale Schotter und Terrassen

In der Nordwestecke des Blattes bei Noflen ist eine Schotterterrasse vorhanden, die einer jüngsten, spät-postglazialen Erosionsphase der Sense entspricht.

Ebenfalls nacheiszeitlich ist die grobgeröllige, wesentlich aus Molassematerial zusammengesetzte kleine Schotterterrasse im Bütschelbach zwischen Mättenbach und Fuhrenbach (Koord. 598 250 bis 599 750/188 500 bis 188 050).

Erratische Blöcke

A. Aaregletscher

Die Moränen des würmeiszeitlichen Aaregletschers enthalten das kristalline und metamorphe Gesteinsmaterial des Aar-(Gastern)-Massivs, die Gesteine des autochthonen Sedimentmantels des Aarmassivs, der helvetischen und ultrahelvetischen Decken, der Niesendecke, der Klippen-, Simmen- und Breccien-Decke, des subalpinen Randflyschs sowie der im Aaretal südlich des Kartengebiets anstehenden Molasse.

Leider sind nur wenige Gesteine für den Aaregletscher leitend. Es sind in erster Linie der Grindelwaldner-Marmor, der Tschingelkalk («Bänderkalk», Hauterivien-Barrémien?, Parautochthon der Wellhorn-Schreckhorngruppe, Doldenhorndecke des Kientalge-

bietes) und der Gasterngranit, letzterer allerdings nur bedingt, da das Gastern-Teilmassiv z.T. auch ins Einzugsgebiet des Rhonegletschers reicht.

Der Habkerngranit ist keineswegs ein Leitgestein des Aaregletschers, wie HEIM (1919: 230) annimmt. Habkerngranitblöcke kommen hauptsächlich im Verbreitungsgebiet des Emmegletschers, aber auch im Rhonegletschergebiet (Wildflysch) vor. Ein aus dem Wildflysch im Rhonegletschergebiet stammender Habkerngranit ist der in das Verzeichnis der geschützten Naturdenkmäler aufgenommene prächtige Block im Wyssenbachgraben bei Stössen (Koord. 589290/180870; ITTEN 1953: 119; TERCIER und BIERI 1961). STUDER (1825: 170) kannte bereits einen Habkerngranitblock an der Strasse zwischen Riggisberg und dem Gurnigel. Weitere Blöcke fand der Verfasser am Nordabhang der Giebelegg bei Vord. Hohlenweg und bei Holzhaus (Koord. 598775/183425), BLAU (1966: 102) im östlichen Gurnigelgebiet¹⁾.

Aargranite und Gasterngranite treten sehr häufig auf, Blöcke aus Gasterngranit namentlich in den Moränenwällen des Gurtenstadiums E Niedermuhlern und an der Nord- und Westseite der Giebelegg. Auch Tschingelkalke sind stellenweise häufig, namentlich an der Nordwestflanke der Giebelegg. Ein besonders grosser Tschingelkalkblock im Walde ob der Mittleren Wilerallmend ist heute als Naturdenkmal geschützt (Koord. 598475/183060; RUTSCH 1947: 55).

Häufig sind in der würmeiszeitlichen Aaremoräne auch die Eisensandsteine aus dem Unteren Dogger des Helvetikums. In einem solchen Block hat STUDER (1867) NE Oberbütschel Ammoniten («*Ammonites murchisonae*») gefunden, die es ermöglichten, das Alter des Eisensandsteins genauer zu bestimmen.

B. Rhonegletscher

Der Rhonegletscher weist eine ganze Anzahl von Leitgesteinen auf, deren bekannteste bereits im Abschnitt «Zelgschotter» behandelt worden sind. Dazu kommen Eklogit, Eklogitamphibolit, Montblancgranit²⁾, Miévillegranit, Arollagneis, Triasquarzit, Mont Pélerin-Konglomerat usw.

¹⁾ SCHNITTMANN (1926) zitiert Habkerngranit aus pleistozänen Schottern bei Düdingen.

²⁾ STUDER (1825: 225) erwähnt «Granitblöcke mit grossen Feldspatkristallen» von Überstorf, Heitenried, Schwarzenburg und Riedburg, die er nicht vom Reuss- oder Aaretal herleiten kann. Es handelt sich offensichtlich um Montblancgranite.

Auffallenderweise stammen diese Leitgesteine zum grossen Teil aus den südlichen Seitentälern des Wallis (Saastal etc.): Die Gletscher der südlichen Wallisertalseite stiessen vermutlich ihre Zungen über den Gletscher im Haupttale vor, so dass die Blöcke auf die rechte Seite des Rhonegletschers gelangten. SCHNITTMANN (1926) betont, das Kristallin des freiburgischen Diluviums stamme hauptsächlich aus den südlichen Seitentälern des Wallis.

Geschützt sind folgende Blöcke:

Saussurit-Smaragditgabbro bei Grabweid SSW Oberbalm. Koord. 596220/189860. Würm-Eiszeit (NUSSBAUM 1909, 1910; ITTEN 1953: 119).

Montblancgranit auf dem Krummooshubel SSE Steinenbrünnen. Koord. 594960/188000. Würm-Eiszeit (ITTEN 1953: 120).

Saussurit-Smaragditgabbro im Brandholz WSW Niedermuhlern. Koord. 600400/189900. Riss-Eiszeit (RUTSCH 1933: 10).

Wirbeltierfunde aus quartären Ablagerungen

Am häufigsten sind, wie im Gebiet des Atlasblattes Münsingen/Heimberg, die Murmeltierfunde. *Arctomys marmota* L. ist an folgenden Stellen nachgewiesen:

Zimmerwald, in der Nähe der Pfarrhausscheuer. Koord. ca. 602400/191500. Würm-Moräne des Aaregletschers (BACHMANN 1867: 13; STUDER 1889: 74 und 77; BALTZER 1896: 108).

Säge («Öle») bei Wislisau SW Rohrbach. Koord. 597975/184200. Skelettreste von 5 Individuen. Schotter des würmeiszeitlichen Aaregletschers (GERBER 1927: 11, 1936: 27; RUTSCH 1947: 58; DUBOIS und STEHLIN 1933: 108).

Neuer Friedhof Neuenegg. Koord. 589450/194075. Würmeiszeitlicher Rhonegletscher. Die Fundstelle liegt knapp ausserhalb des Kartengebietes (GERBER 1936: 28).

Schwarzenburg. DUBOIS und STEHLIN (1933: 108). Nähere Angaben über die Fundstelle fehlen.

Nachgewiesen ist ferner das Rentier (*Rangifer tarandus* L.) in würmeiszeitlichen Ablagerungen des Rhonegletschers N Brüchen SW Oberbalm (Koord. 596380/190225; RUTSCH 1933: 11; DUBOIS und STEHLIN 1933: 145) und nach BACHMANN (1867: 13) der Dachs (*Meles taxus* L.) zusammen mit den oben erwähnten Murmeltierfunden in der Würm-Moräne bei Zimmerwald¹⁾.

¹⁾ Die Knochenfunde von Fluhmätteli SE Thörishaus (Koord. 593625/193400) sind postglazial. Es wurde Edelhirsch, Wolf, Katze, Reh, Wildschwein und Rind nachgewiesen (GERBER 1930: 13/14).

Gletschertöpfe (Strudellöcher)

Mehrere Gletschertöpfe sind anlässlich der Fassungen für die Trinkwasserversorgung der Stadt Bern im Jahre 1874 bei Neuhaus W Niedermuhlern (Koord. 600634/190072) entdeckt worden (BACHMANN 1875a, 1875b, 1877; RUTSCH 1933). Eines dieser Strudellöcher ist heute als Naturdenkmal geschützt (ITTEN 1953: 123). Sie verdanken ihre Entstehung den Schmelzwässern des Gletscherarmes, den der würmeiszeitliche Aaregletscher während des Seftigschwandstadiums in das präexistente Tal des Scherlibaches vorstieß.

Solche Strudellöcher entstehen in der Molasse in relativ sehr kurzer Zeit; beim Elektrizitätswerk Maigrange bei Fribourg war in den Molassesandsteinen der neu erstellten Fischtreppe nach 18 Jahren ein Strudeloch von über 3 m Tiefe entstanden (DE LAPARENT 1898).

JUNGPLEISTOCAEN-HOLOCAEN

Bergstürze, Rutschungen, Schlipfe, Blockschutt

Bedeutende Bergstürze fehlen im Gebiet des Atlasblattes. In den Schluchten des Schwarzwassers und der Sense, namentlich da, wo die Schluchtwände aus den Gesteinen der Oberen Meeresmolasse aufgebaut sind, stürzen grössere Gesteinspakete oder einzelne Blöcke, offenbar primär durch Klüfte bedingt, in die Schluchtssole ab und bilden dort Blockmassen, die mit der Zeit vom Fluss verfrachtet und zerstört werden.

Rutschungen und Schlipfe¹⁾ sind in gewissen Abschnitten des Kartengebiets häufig. Die Terrainbewegungen erfassen z.T. den Felsuntergrund, z.T. die überlagernden Lockergesteine, oft sind die Bewegungsvorgänge auch kombiniert. Sie treten hauptsächlich in der Unteren Süsswassermolasse auf, wo durch Rückwitterung der Mergel die überlagernden Sandsteinbänke entlang von hangparallelen Klüften zusammen mit den Mergeln abgleiten (Hundsfelh S Thörishaus, Golaten W Thörishaus, Tafernaschlucht).

Relativ häufig sind Terrainbewegungen auch im oberen Teil der Oberen Meeresmolasse, wo in den Belpbergschichten siltig-tonige Mergel auftreten (Nordflanke der Rüeggisberg-Egg, Koord. 600/187²⁾, östlich Milken, Koord. 594/182, Gambachschlucht,

¹⁾ Die hier als Schlipfe bezeichneten Terrainbewegungen müssten nach der Terminologie von WINTERHALTER, SCHNEIDER und SCHIELLY (1964) z.T. als Sackungen, untergeordnet auch als Schlipfstürze bezeichnet werden.

²⁾ Eine dieser Terrainbewegungen ist 1694 erfolgt (JAHN 1857: 375).

Koord. 596/182) und in der Oberen Süsswassermolasse (SW-Flanke der Giebelegg).

Dagegen erweisen sich die massig-bankigen «Bausandsteine» der Oberen Meeresmolasse als standfest; selbst in äusserst steilen Böschungen fehlen Terrainbewegungen.

Bedeutende Rutschungen in quartären Lockergesteinen treten vor allem an den Steilhängen auf, wo Schotter von siltig-tonigen Sedimenten unterlagert sind, die als Grundwassersohle wirken, durchnässt werden und zusammen mit den hangenden Kiessanden abgleiten, aber auch da, wo diese Lockergesteine auf wasserstauenden Molassegesteinen liegen. Besonders ausgedehnte Schlipfgebiete dieser Entstehung bedecken den Hang gegen den Dorfbach N Elisried (Koord. 595/186), den ebenso steilen Hang gegen das Schwarzwasser bei Buttnigen (Koord. 594750/187000), nördlich Nydegg (Koord. 595250/189250) und den Hang gegen die Sense bei Brünnbach NW Schwarzenburg (Koord. 592/186).

Kalktuff, Quelltuff

Quelltuffablagerungen von grösserer Mächtigkeit, die früher auch technisch genutzt worden sind, finden sich an folgenden Stellen des Kartenblattes:

Schwenny E der Sense. Koord. 589750/182775 (FRASSON 1947: 58). Dieses Tufflager wird schon von GILLIÉRON (1885) erwähnt.

Burgbachgraben N Mühlelehn. Koord. 594830/186380 (RUTSCH 1947: 64, 78).

Brännacher ENE Schwarzenburg. Koord. 593550/185475 (FRASSON 1947: 58).

Die Vorkommen im Eichbühlgraben an der Giebelegg und im Schwandbach S Vorderfultigen (RUTSCH 1947: 64, 78) sind ganz unbedeutend.

Torfmoore, Ried, Sumpf

Am verbreitetsten sind Moor-, Ried- und Sumpfgebiete westlich der Sense: Albligenmoos S Überstorf, Steinhaus, Lanthenmoos, Schmittenmoos, südlich Niedermuhren (Muhrenbach, Mengishausbach, Littiswilbach), bei Lettiswil, das Tannmattmoos bei Obermonten, im Gäuholz S Stoffelsmatt, Elswil u. a.

In der Region zwischen Sense und Schwarzwasser sind die Mooregebiete im Dorfbachtal und Langenwiltälchen S Schwarzenburg, das Gänsemoos N Wahlern, das Landgarbenmoos und das Kühmoos S Elisried hervorzuheben.

Östlich des Schwarzwassers ist das Grünimoos im Grünibachtal W Riggisberg das bedeutendste. Das «Torfhölzli» E Obermuhlern (Koord. 602020/190830) ist Naturschutzgebiet (ITEN 1953: 88 und 113, Taf. IV). Die meisten dieser Moore sind heute drainiert. Über Torfgewinnung siehe S. 41.

NUTZBARE ABLAGERUNGEN

Molasse-Sandsteine

Molasse-Sandsteine sind früher in zahlreichen Steinbrüchen z. T. im Untertagbau (Ruchmühle, Zirkelsgraben W Dutzishaus) abgebaut worden (vgl. MUSY 1884: 46 ff; DE GIRARD 1910: 163, 169). Die massig-dickbankigen «Bau-Sandsteine» fanden Verwendung als Quadern für Haus- und Brückenbauten, Treppenstufen, Mauern usw., die plattigen dienten zur Herstellung von Öfen oder als Bodenbeläge usw. An der Hundsfluh S Thörishaus und bei Krummatt S Flamatt wurden Molasse-Sandsteine der Unteren Süsswassermolasse für den Bau der Bern–Freiburg-Bahn gebrochen (MUSY 1884: 47).

Die Mehrzahl dieser Steinbrüche liegt in den Sandsteinen der Senseschichten (Burdigalien) und in der «Bausandsteinzone» der Oberen Belpbergschichten (Helvétien), sie sind aber auch in den Sandsteinen der Unteren Süsswassermolasse recht häufig.

Sogar die fossilreichen Plattensandsteine im obersten Helvétien des Imihubels und des Lieseberges haben Verwendung als Bodenplatten gefunden¹⁾. Viele dieser Brüche wurden jeweils für einen Hausbau eröffnet und später wieder zugeschüttet. So sind die von MUSY (1884: 47) erwähnten Steinbrüche bei Wünnewil heute völlig verschwunden.

Gegenwärtig sind nur noch ganz wenige dieser Steinbrüche im Betrieb, so der Ruchmühlebruch unterhalb Niedereichi (Koord. 592350/188350), wo früher Ofenplatten und Platten für Bodenbeläge (z. B. altes Städt. Gymnasium in Bern), heute hauptsächlich Quadern für Gartenanlagen gebrochen werden. Über die technischen Eigenschaften des «Ruchmühlesteines» orientiert GERBER (In: GRUBENMANN 1915: 123). Ganz unbedeutend ist der Abbau in den Steinbrüchen bei Vorder Brügglern (RUTSCH 1947: 76), unterhalb Helfenstein an der Strasse Schwarzenburg–Sodbach und im Spitalholz bei Alterswil (FRASSON 1947: 60).

¹⁾ Nach DÜRR (Berner Tagesnachrichten 3.12.65) sind beim Strassenbau im Rattenholz N der Bütschelegg Mühle aus Muschelsandstein des Helvétien zum Vorschein gekommen.

Molasse-Nagelfluh

In Gebieten, wo quartäre Lockergesteine fehlen, wird Molassenagelfluh für Strassenbauzwecke ausgebeutet. Sie ist qualitativ den quartären Schottern keineswegs ebenbürtig (RUTSCH 1947: 76). Solche Nagelfluhkiesgruben sind in der Bütschelbachnagelfluh, in den verschiedenen Quarzitnagelfluh-Horizonten der Belpberg-schichten, aber auch in den gleichaltrigen groben Kalknagelfluh-bänken bei Milken und in der Fehli-Nagelfluh an der Giebelegg angelegt (FRASSON 1947: 60; RUTSCH 1947: 76).

Kalktuff, Quelltuff

Quelltuff wurde früher an der Sense bei Schwenny (GIL-LIÉRON 1885: 476; DE GIRARD 1910: 159; FRASSON 1947: 60; Koord. 589700/182800), bei der Stolzenmühle ENE Schwarzenburg (FRASSON 1947: 60; Koord. 593550/185475) und im Burgbachgraben N Elisried (RUTSCH 1947: 78; Koord. 594830/186400) ausgebeutet. Er fand Verwendung als Quader für Mauerwerk, namentlich für Riegbauten¹⁾.

Heute ist im Kartengebiet keine Tuffgrube im Betrieb.

Waschgold

Waschproben aus der Sense und dem Schwarzwasser verliefen mit Ausnahme von zwei Proben, die im Schwarzwasser ca. 120 und 150 m oberhalb der Einmündung in die Sense entnommen worden waren, völlig negativ (RUTSCH 1947: 76/77). In den beiden erwähnten Proben war je ein winziges Goldblättchen vorhanden.

Molasse-Kohle

KISSLING (1903: 44) zitiert aus den Akten im Berner Staatsarchiv Angaben über angebliche Kohlevorkommen bei Neuenegg und im Amt Laupen. Einzelheiten über die Fundstellen fehlen. Es dürfte sich um verkohlte Schwemmhölzer gehandelt haben, die in der oligocaenen und miocaenen Molasse nicht selten sind.

Einzig an der Giebelegg ist ein 1–2 cm mächtiges Kohleflözchen in der Grenzzone Obere Meeresmolasse/Obere Süsswassermolasse nachgewiesen (RUTSCH 1947: 79).

Kohlevorkommen von praktischer Bedeutung sind nirgends vorhanden.

¹⁾ In der Ruine Grasburg sind die Tuffquadern teilweise besser erhalten als die Molassesandsteine. Die Sarkophage des frühmittelalterlichen Gräberfeldes von Elisried bestehen z.T. aus Quelltuff.

Kiessande und Sande

Quartäre Kiessande und Sande für Bauzwecke (Betonkies, Strassenbaukies usw.) wurden namentlich früher in zahlreichen Gruben ausgebeutet. Viele dieser Kleinbetriebe sind heute verlassen, weil sie der Konkurrenz der grossen Kieswerke nicht gewachsen waren.

Man beutet die Zelgschotter südlich Schwarzenburg (Kiesgruben Klösterli, Galgenzelg, Hausmattweidli) und bei Führen W Rüscheegg-Graben, die Alterswil-Schotter (z. B. Kiesgrube S Benevil), die würmeiszeitlichen Vorstoss-Schotter in den Molasserinnen (z. B. Lindenbachgraben SSE Granegg, Schärenmatt), vor allem aber die würmeiszeitlichen Schotterfelder (z. B. Muri-Muriboden W Riggisberg, Schotterfelder von Elisried und S Schwarzenburg, Finel N Lanzenhäusern, Mittelhäusern, Niedermuhren, N Übertorf, N Bagewil, NW Schmitten, N Grenchen bei Ober-Zirkels usw.) aus.

Im Sensetal wurden früher auch alluviale Schotter als Steinbettsteine, zum Unterhalt von Flussverbauungen, Schwellen usw. genutzt.

Sande gewinnt man aus Sandzwischenlagen in den Schottern oder durch Aussieben («Gattern») sandiger Schotter.

Über die frühere Verwendung erratischer Blöcke für Hausbauten, Mauern, Prellsteine, Brunnenstöcke, im Strassenbau für Steinbettsteine usw. siehe RUTSCH (1947: 77).

In zahlreichen Gruben wird Moränenmaterial ausgebeutet, das wegen seiner siltig-tonigen Beschaffenheit, namentlich auf geeigneten Strassen, ein willkommenes Belagsmaterial liefert.

Über die bei Guggisberg vorhandenen Molasse-Quarzsande hat der Verfasser (1947: 77) berichtet; im Gebiet des Atlasblattes 26 sind keine kalkfreien Sande bekannt.

Torf

Über Torfausbeutung liegen nähere Angaben vor vom Schmittenmoos, wo in den Jahren 1917–1920 ca. 3800 Tonnen abgebaut wurden, vom Lanthenmoos («Erhebungen»: 42; DE GIRARD 1910: 153, Jahresproduktion 1500–2000 m³) und vom Obermuhlernmoos («Torfhölzli») («Erhebungen» 1922: 8; ITTEN 1953: 88). Über weitere Torfausbeutungsstellen fehlen Unterlagen.

Pflastersteingewinnung

Die in den Alluvialschottern der Sense häufig vorhandenen Sandkalke aus dem Gurnigelflysch wurden früher von einigen Steinhauern an Ort und Stelle zu Pflastersteinen und Moëllons verarbeitet. Heute scheint diese Nutzung aufgegeben worden zu sein (RUTSCH 1947: 79; FRASSON 1947: 60).

Lehm- und Tonlager

Eine Ziegelei war früher in Otzenbach NW Riggisberg im Betrieb (LETSCH 1907, I: 157 und II: 148). Das Rohmaterial stammte vom Murimoos im Grünibachtal, von Mieschern S Riggisberg und von Henzischwand S Elisried. Alle drei Abbaustellen sind heute aufgelassen und verschüttet. Bei der Grube im Grünibachtal handelte es sich offenbar um mehr oder weniger siltige Tone («Seetone»), die hier von Schottern überlagert waren. Die Grube bei Mieschern lag nach FISCHER (in: LETSCH) in verrutschtem Moränen- und Molassenmaterial. Diejenige bei Henzischwand dürfte ebenfalls Silttone («Seetone») im Liegenden des Elisrieder-Schotterfeldes geliefert haben. Nähere Angaben in RUTSCH (1947: 78).

Vermutlich war früher eine Tongrube auch bei Leimen (Name!) SSE Oberscherli vorhanden. Nach NICOLAS wurde hier eine Töpferwerkstatt betrieben, welche Tonfiguren für die Wallfahrer von Oberbalm herstellte. Die Sulpicius-Balm im Molasse-sandstein befand sich an der Stelle, wo heute die Kirche von Oberbalm (Name!) steht (NICOLAS 1923: 102).

HYDROGEOLOGIE¹⁾

Grundwasserführung der Molasse²⁾

Im Felsuntergrund des Kartengebiets tritt Grundwasser in der Gestalt von Schichtquellen, Kluftquellen und der Kombination beider Typen zutage³⁾. Durch senkrecht zu den Kluftflächen vor-

¹⁾ Die Karte vermittelt keineswegs einen vollständigen Querkataster, ein solcher bleibt einer besonderen Kartierung vorbehalten. In vielen Fällen mussten Brunnstuben eingetragen werden, ohne dass die Lage der Quelfassung selbst bekannt war.

²⁾ Wir verwenden folgende Begriffe:

Grundwasser: Unterirdisches Wasser, das Hohlräume der Erdrinde zusammenhängend erfüllt und nur der Schwere (hydrostatischer Druck) unterliegt.

Grundwasserleiter: Der Teil der Erdrinde, welcher Grundwasser enthält und geeignet ist, es weiterzuleiten.

Quelle: Örtlich begrenzter, natürlicher Grundwasseraustritt.

Schotter: Ein in fließendem Wasser transportiertes und abgelagertes, quartäres Lockergestein (Komponenten: Ton, Silt, Sand, Kies, Steine, Blöcke). Die Fraktionen Kies (2–60 mm) und Steine (60–200 mm) sind vorherrschend. Schotter können verkittet sein. Diese geologisch-genetische Definition des Begriffs Schotter ist vom technischen Begriff «Schotter» (= Brechkies 30–60 mm) zu unterscheiden.

³⁾ Eine graphische Darstellung dieses Quelltyps hat RAMSEYER (1952: 212) veröffentlicht.

getriebene Stollen («Minen») können gelegentlich relativ ansehnliche Schüttungen erreicht werden. So weist ein ca. 100 m langer, bereits im 18. Jahrhundert erstellter Stollen in Oberbalm eine Schüttung von ca. 100 l/min. auf.

Derartige Quellen sind im Kartengebiet in grosser Zahl gefasst. Sie sind dort besonders häufig, wo die Untere Süsswassermolasse den Felsuntergrund bildet (Sandsteine = Grundwasserleiter, Mergel = Grundwassersohle) fehlen aber auch in der Oberen Meeresmolasse nicht, namentlich im oberen Teil der Belpbergschichten, wo Sandsteine und Mergel wechsellagern. Selbstverständlich spielt dabei die tektonische Exposition mit eine Rolle.

Ausser aus Quellen und Wasserstollen wird Molassegrundwasser auch noch häufig aus handbetriebenen Sodbrunnen genutzt, besonders W der Sense (Elswil N Schmitten, Vorstaffels S Grenchen, in der Umgebung von Überstorf usw.).

Die Schüttung dieser Molassequellen schwankt meist stark, namentlich da, wo offene Klüfte bis unmittelbar unter die Oberfläche reichen; sie sind dann meist auch qualitativ ungünstig zu beurteilen, besonders wenn das Einzugsgebiet im Kulturland liegt.

Mengen- und gütemässig besser sind diejenigen Quellen, die zwar aus Klüften der Felsunterlage austreten, bei denen jedoch die Molasse von Schottern überlagert ist, die primär den Grundwasserleiter bilden.

Als Beispiele solcher Molassekluftquellen seien diejenige bei der Mühle Äckenmatt (Koord. 593950/189375), an der Rappenfluh N Lanzenhäusern (Koord. 593150/188925) und im Tafernatal W Burg (Koord. 586575/188150) erwähnt, die letztere hat eine Schüttung von etwa 100 l/min.

Grundwasserführung der quartären Lockergesteine

Als Lockergesteins-Grundwasserleiter kommen die folgenden geologischen Einheiten in Frage:

- a) Moränen
- b) Schotter der Riss-Eiszeit (Zelgschotter)
- c) Schotter der Würm-Eiszeit
- d) Schotter in der Talsohle der Sense und des Schwarzwassers

a) Moränen

Die Wallmoränen des würmeiszeitlichen Rhonegletschers, aber auch die in der Karte als «Moräne i.allg.» kartierten Lockergesteine sind häufig verschottert; selbst in den markanten Moränenwällen des Längenbergs treten Kiessande nicht selten auf.

Diese verschotterten Partien wirken als Grundwasserleiter, wobei entweder quartäre, siltig-tonige Schichten oder die Molasse die Grundwassersohle bilden. Oft versickert ein Teil des Wassers in die Felsunterlage selbst und tritt aus Klüften wieder aus. Derartige Quellen sind in der im Würm vergletscherten Region der Karte häufig, die Schüttung ist aber meist gering. Als Beispiel seien die zahlreichen Fassungen der Wasserversorgung der Stadt Bern südlich Niedermuhlern und im Rattenholz genannt (vgl. Wasserversorgung der Stadt Bern 1958, Bl. 1187), ferner die der Wasserversorgung Köniz dienenden Quellen im Dürsgraben S des Zingg.

b) Schotter der Riss-Eiszeit (Zelgschotter)

Die risseiszeitlichen Zelgschotter bilden trotz lokal starker Verfestigung einen Grundwasserleiter, der von der Molasse als Grundwassersohle unterlagert ist. Quellen mit geringer Schüttung sind in der Waldgasse, ferner im Gebiet Wannhalten–Duntelen (Schwandersbifang, Koord. 594375/184500) usw. gefasst (RUTSCH 1949a: 13, 1949b: 9).

c) Schotter der Würm-Eiszeit

Die Schotter ausserhalb der heutigen Talsohlen des Schwarzwassers, der Sense und der Taferna erfüllen z. T. alte zugeschüttete Talläufe, z. T. begleiten sie als Terrassen heutige oder ältere («tote») Flusstäler, vereinzelt handelt es sich um Stauschotter ausserhalb erkennbarer Talläufe.

Für eine Grundwassernutzung unbedeutend sind die Schotter in denjenigen Rinnen in der Molasse, welche durch spätere Talbildung in relativ kurze Teilstücke zerschnitten (Verlust des ursprünglichen Einzugsgebiets) und nachträglich mit Moräne eingedeckt worden sind.

Ein ausgezeichnetes Beispiel für eine solche Zerstückelung bietet die Rinne in der Lindenbachschlucht (Koord. 596750/183850) mit ihrer ursprünglich S–N verlaufenden Fliessrichtung; der heutige Lindenbach hat sie rechtwinklig durchschnitten. Aus der Sohle der alten Rinne in der Südflanke des heutigen Lindenbachgrabens treten Quellen aus, auf der Nordseite ist die Sohle entsprechend der Abflussrichtung der alten Rinne dagegen trocken.

Die Schotterfelder, welche die Sense und das Tafernatal in verschiedenen Höhen begleiten, sind meist wenig mächtig, durch spätere Flusserosion zerschnitten und für die Speicherung grösserer Grundwassermengen wenig geeignet. Das Wasser tritt als Quellen

an der Basis der Schotter über einer siltig-tonigen, pleistocaenen Sohle oder über Molasse, aber auch erst aus Klüften dieser selbst aus (Quellen bei Harris, N Niedereichi, Aeckenmatt, Unt. Mittelhäusern, zwischen Flamatt und Grenchen usw.). Für die Quellen am Nordfuss der Schotterterrasse von Muri W Riggisberg bilden offenbar «Seetone» die Grundwassersohle.

Bedeutende Grundwasserspeicher bilden die verschütteten alten Talläufe in folgenden Gebieten:

Büschigasse zwischen Schlatt und Gaselmoos. Dieser Ost–West orientierte alte Tallauf ist übertieft. Eine Bohrung W P. 693 hat die Molasse in –41,3 m unter der Talsohle nicht erreicht. Das Grundwasser wird von der Wasserversorgung der Stadt Bern mittels einer Gravitationsfassung genutzt (RUTSCH 1950).

Schotterrinne im Ob. Wangental bei Thörishaus. Eine alte Rinne in der Molasse, die einen aus Schottern (Kies, Sand, Silt) bestehenden Grundwasserleiter aufweist, ist in Thörishaus nachgewiesen (Koord. 593325/193400). Aus ihm bezieht Thörishaus einen Teil seines Trinkwassers. Ein seismisches Profil lässt die Felssohle in ca. 12–15 m unter der Oberfläche erwarten. Die S der Bern–Freiburg-Strasse abgeteufte Bohrung (Koord. 593300/193745) hat die Felssohle in –8 m (Kote 567.15) nicht erreicht.

Schotterfeld Elisried. Als Grundwassersohle unter diesen würmeiszeitlichen Stauschottern sind «Seetone» («lehmige Sande», «Schlammsande», «Letten») durch Bohrungen nachgewiesen, die ihrerseits einer offenbar sehr unregelmässigen Molasseoberfläche aufliegen. Das Grundwasser tritt hauptsächlich am Nordrand des Schotterfeldes am Steilhang gegen den Burghachgraben aus und hat Anlass zu ausgedehnten Terrainbewegungen gegeben; die Quellen liegen z.T. innerhalb dieses Sackungsgebietes; die Mehrzahl dient der Wasserversorgung der Stadt Bern. Ausserdem wird dem Schotterfeld von Elisried Grundwasser in einem Filterbrunnen für den Kurzwellensender Schwarzenburg entnommen (RUTSCH 1949b: 11).

Schotterfeld Dorfbachtal bei Schwarzenburg. Dieses ausgedehnte Grundwasserfeld, auf welchem das Dorf Schwarzenburg steht, erstreckt sich nach NE gegen Schlüchtern–Stolzenmühle–Wellenried–Kehr, nach SW bis Langenwil und im Dorfbachtal bis in die Gegend von Schönenboden. Die im Dorfbachtal

und im Dorf Schwarzenburg abgeteuften Bohrungen haben Lockergesteine in sehr wechselnder Zusammensetzung erschlossen (Kies-
sande, «Schlammsande», «Seetone»). Die Bohrung bei P. 809 E
Walke (Koord. 593200/184600) hat die Molasse in ca. 46 m Tiefe
erreicht. Aus diesem Grundwasserfeld bezieht Schwarzenburg
einen Teil seines Trinkwassers («Thomasbrunnen», Koord. 592600/
183450), einen Filterbrunnen besitzt auch die Milchsiederei Tobler
(Koord. 592400/185300).

Am Nordrand dieses Grundwasserfeldes treten mehrere Quel-
len aus, die zum Teil der Wasserversorgung der Stadt Bern dienen.
Die wichtigste ist die Stolzenmühlequelle (Koord. 593400/185775);
ihre Schüttung (1918–1922: Min. 914 l/min., Max. 2070 l/min.)
lässt vermuten, dass sie einer mit Schotter erfüllten Rinne in der
Molasse entstammt.

Schotterfelder Brünnbach-Wart und Weihermatt-
Schlössli NW Schwarzenburg. Topographisch etwas tiefer
als das Grundwasserfeld von Schwarzenburg liegen die Schotter-
vorkommen zwischen Brünnbach-Wart und Weihermatt-Schlössli,
die geologisch ähnlich zu deuten sind wie das Schotterfeld von
Schwarzenburg: Es handelt sich um Stauschotter des Rhone-
gletschers. Wie in Elisried treten zahlreiche Quellen aus, die Anlass
zu Terrainbewegungen am Steilhang gegen die Sense gegeben
haben. Das Wasser dient zur Hauptsache der Wasserversorgung
der Stadt Bern (RUTSCH 1949b). Die N Wart abgeteuften Bohrun-
gen haben die Molasseoberfläche erst in – 30 m erreicht.

Schotterrinne bei Sodbach. FRASSON (1947: 55) hat
eine schottererfüllte Rinne zwischen Sense und heutigem Sodbach-
lauf nachgewiesen; sie mündet bei der Sodbachmühle in die heutige
Sodbachschlucht. Die hier austretende ungefasste Quelle soll eine
Schüttung von ca. 1200 l/min. aufweisen.

Schotterrinne der präwürmeiszeitlichen Sense im
Galtertäl. Dieser alte Tallauf wurde auf S. 30 bereits be-
handelt. Der in den Schottern der Rinnenfüllung vorhandene
Grundwasserstrom dient der Wasserversorgung der Stadt Freiburg
(BÜCHI 1935, 1937, 1954; FRASSON 1947; MORNOD 1952).

Grundwasser im Tal Albligen-Überstorf. Die Boh-
rungen in dem sehr wechselvollen Lockergesteinsmaterial dieses
übertieften Trockentals nahe der Kantonsgrenze NE P. 642 haben
die Molasseoberfläche erst in ca. 20 m erreicht. Die Gemeinde
Überstorf bezieht einen Teil ihres Trinkwassers aus diesem Grund-
wasserfeld (MORNOD 1952: 7).

d) Schotter in der Talsohle der Sense und des Schwarzwassers

Die bedeutendsten Grundwasservorkommen des Kartengebietes sind in der Talsohle der Sense im Abschnitt zwischen der Schwarzwassermündung und Neuenegg nachgewiesen. Geophysikalische Sondierungen, die 1963–1965 ausgeführt worden waren, haben im Abschnitt zwischen der Au S Thörishaus und dem «Heitibüffel» E Kohlholz eine schluchtartige Rinne in der Molasse ermittelt, deren Achse E Kohlholz etwa 15 m und S der Au etwa 25 m unter der Terrainoberfläche zu erwarten war. Eine S Au abgeteufte Bohrung (Koord. 593 430/193 065) hat die Molasseoberfläche in –21,83 m unter der Talsohle erreicht. Dem fast in der ganzen Mächtigkeit aus grobgerölligen Kiessanden bestehenden Grundwasserleiter wurden in einem Pumpversuch bei relativ geringfügiger Absenkung ca. 5000 l/min. entnommen. Die Rinne setzt sich von der Au S Thörishaus nach Westen fort. Weitere Vertikalfilterbrunnen S Thörishaus (Koord. 592 925/193 375; Entnahmemenge ca. 1500 l/min.), NE Flamatt (Koord. 590 850/193 425, max. Entnahmemenge ca. 7000 l/min.; siehe RUTSCH 1950, MORNOD 1952) und namentlich in der Au in Neuenegg (3 Vertikalfilterbrunnen und eine Gravitationssickerfassung mit einer Gesamtergiebigkeit von über 20 000 l/min., RUTSCH 1950, ANONYMUS 1956) bestätigen nicht nur das Vorhandensein eines übertieften Tallaufes bis ins Gebiet von Neuenegg, sondern auch eine bedeutende Grundwasserführung mit weiteren Nutzungsmöglichkeiten.

Ein wesentlicher Anteil des Grundwassers im Sensetal stammt aus Uferfiltrat der Sense.

Westlich Neuenegg ist das Sensetal offenbar nicht mehr übertieft; alle bis jetzt zwischen Neuenegg und Laupen abgeteufte Bohrungen haben die Molasse in ganz geringer Tiefe erreicht (ca. 1,5 bis 3,5 m; RUTSCH 1950, vgl. auch Abschnitt «Geomorphologie»).

Im Gegensatz zum Abschnitt unterhalb der Schwarzwassermündung sind in der Senseschlucht zwischen Kartensüdrand und Schwarzwasser keine Grundwasseraufstösse vorhanden. Sie ist offensichtlich nicht übertieft (RUTSCH 1949a).

Dagegen konnte in der Schwarzwasserschlucht, zumindest im untersten Abschnitt, eine Rinne nachgewiesen werden. Eine beim Dücker der Schwarzenburgleitung abgeteufte Bohrung der Wasserversorgung Bern endete in ca. 10 m Tiefe im Sensekies, während andere Bohrungen beim Zusammentreffen von Sense und Schwarzwasser die Molasse bereits in –3 m erreichten. Aus einem Filterbrunnen (Koord. 594 300/190 350) unterhalb der alten Bern–

Schwarzenburgbrücke können der Schwarzenburgleitung der Wasserversorgung Bern ca. 1700 l/min. zugeführt werden.

Im Unterlauf des Schwarzwassers muss die Rinne sehr schmal sein, offenbar steht sie mit der S Thörishaus erbohrten in Verbindung (RUTSCH 1949b).

Unbedeutende (z.T. wohl temporäre) Grundwasseraustritte sind bei Wislisau, S Schärenmatt, bei der Mündung des Schwandbaches und in der Au S Breitenackern vorhanden (RUTSCH 1949b).

Etwas bedeutender sind die Quellen, die beim Zusammenfluss von Schwarzwasser und Biberzen aus dem Grundwasserleiter der Talsohle austreten (Koord. 597700/182300).

Die Grundwasserleiter in den Talsohlen der Sense und des Schwarzwassers bestehen meist aus grobgerölligem, gut durchlässigem Schotter, wobei unter den alluvialen Kiessanden als Rinnenfüllung auch pleistocene (frühwürm- bis spätwürmeiszeitliche) Ablagerungen möglich sind. Ob auch Grundwasser in der Sohle des Tifersbaches vorhanden ist, wissen wir nicht. Untiefe Bohrungen in der Talsohle bei Zirkels haben nur Torf und sandig-kiesigen «Lehm» erschlossen, ohne die Molasse zu erreichen.

Mineralquellen

Einzige «Mineralquelle» des Blattgebietes ist die Buttnigen- oder Riedbad-Quelle (Koord. 594980/187300). Sie wird bereits von GOHL (1862: 200) und MEYER-AHRENS (1867: 265) erwähnt. Eine Analyse enthält die Veröffentlichung «Mineralquellen der Schweiz» (1937: 137). Über die Radioaktivität orientieren PAYOT und JAQUEROD (1953: 301).

Einzugsgebiet ist das ausgedehnte Schlipfgebiet zwischen Ried und Gschneitholz. Es handelt sich um eine «einfache, kalte Quelle mit akratrischer Mineralkonzentration» (RUTSCH 1947: 65).

GEOMORPHOLOGIE

Bedeutung des Felsuntergrundes

Die Ausgangslage für die geomorphologische Entwicklung des in der Karte dargestellten Gebiets ist durch die Tektonik und die formbestimmenden lithologischen Eigenschaften der Molasse gegeben. Die zur Zeit des Helvétien auf Meeresniveau entstandenen Sedimente stehen heute an der Bütschleegg auf über 1000 m ü. M. an, sie müssen seit dem Mittelmiozen durch tektonische Vorgänge mindestens um diesen Betrag gehoben worden sein.

Nach der endgültigen Verlandung des Molassebeckens sind über der Oberen Meeresmolasse die fluvioterrestrischen Ablagerungen der Oberen Süßwassermolasse aufgeschüttet worden; wir kennen im Kartengebiet weder ihre ursprüngliche Mächtigkeit noch das Alter der Schlussphase der Molassesedimentation, dürfen aber aus Analogie mit den Verhältnissen im Napfgebiet annehmen, dass die Obere Süßwassermolasse eine Mächtigkeit von mindestens 600–800 m erreicht hat.

Die Molassesedimente sind seither in sehr ungleichem Ausmass abgetragen worden. Während an der Giebelegg ein Teil der Oberen Süßwassermolasse erhalten geblieben ist, haben Erosion und Denudation in andern Abschnitten des Kartengebiets die Untere Süßwassermolasse freigelegt; es wurden also Molasseablagerungen in einer Mächtigkeit von mindestens 1100 m (Unt. Süßwassermolasse $x + 210$ m, Burdigalien 350 m, Helvétien 300 m, Obere Süßwassermolasse $280 + x$ m), vermutlich wesentlich mehr, abgetragen.

Formbestimmende lithologische Eigenschaften der Molasse

Die formbestimmenden lithologischen Eigenschaften der Molassesedimente machen sich in verschiedener Hinsicht geltend.

Gegen Erosion und Denudation relativ am widerstandsfähigsten sind diejenigen Teile der Gesteinsfolge, in welchen die Nagelfluhfazies vorherrscht. Das ist in der Giebelegg und im Guggisbergergebiet der Fall. Die nagelfluhreichen Höhenzüge der Giebelegg und des Kammes Schwendelberg–Guggershorn bilden denn auch die höchsten Erhebungen in der Molasseregion zwischen Gürbe und Sense; in der Giebelegg kommt der tektonischen Stellung (steilstehende Schuppe) als zusätzlichem abtragresistentem Faktor eine gewisse Bedeutung zu.

Diese lithologisch bedingte Relieferhaltung dürfte relativ sehr jung sein. Sie kam erst zur Geltung, als die überlagernden Schichten der Oberen Süßwassermolasse abgetragen waren, im wesentlichen wohl erst im Altquartär.

Die primär durch den Gesteinswechsel Nagelfluh/Sandstein oder Mergel bedingten ausgeprägten Denudationsterrassen N des Guggershorn–Schwendelberg–Kammes in 1100–1000 m (RUTSCH 1947, Taf. IV) und die auf der Denudationsterrasse von Wahlenhaus nachgewiesenen eluvialen Quarzsande (RUTSCH 1947: 39, 77), die sonst in der Molasse des Kartengebiets nirgends vorkommen, sind wahrscheinlich erst nach dem Rückzug des risseiszeitlichen Rhonegletschers, also im Riss/Würm-Interglazial und periglazial während der Würm-Eiszeit entstanden.

Im Vergleich zu den Sedimenten der Unteren Süsswassermolasse sind die massig-bankigen Sandsteine der Oberen Meeresmolasse abtragungsresistent. Ihre lithologisch bedingte grössere Widerstandsfähigkeit dürfte mitverantwortlich sein für die relativ bedeutende mittlere Höhenlage des Kartengebietsabschnitts, in welchem die Obere Meeresmolasse die Oberfläche bildet.

Die formbestimmenden lithologischen Eigenschaften der Molasse spielen auch eine Rolle für die Gestalt der Täler und Schluchten des Kartengebiets.

Die von keinen mächtigen Mergellagen unterbrochenen Sandsteine der Senseschichten bilden in den Schluchten der Sense und des Schwarzwassers steile, häufig senkrechte Felswände; die Sandsteinwände sind von Klüften durchsetzt und weisen eine charakteristische Exfoliation auf (BRADLEY 1963). Felsabbrüche entlang diesen Klüften, mitverursacht durch die Unterschneidung des seitlich erodierenden, mäandrierenden Flusses, lassen die Schlucht mit der Zeit breiter werden, sie behält aber ihr U-förmiges Querprofil¹⁾.

Da wo die Sense nördlich des Zusammenflusses mit dem Schwarzwasser in die Untere Süsswassermolasse eingeschnitten ist, wird das Tal dagegen wesentlich breiter.

Der Abschnitt des Sensetales zwischen Schwarzwassermündung und Laupen ist älter als derjenige zwischen Guggersbachbrücke und Schwarzwasser (RUTSCH 1947: 71). Der Altersunterschied ist aber offensichtlich für die Formgebung nicht allein massgebend. In der Unteren Süsswassermolasse bedingt der wiederholte Wechsel von Mergeln und Sandsteinen eine Terrassierung (Rückwittern der Mergel zu Terrassen, Nachbrechen der Sandsteinbänke entlang von Klüften); dadurch entsteht ein V-förmiges, offenes Tal.

Wäre der Gestaltunterschied der Talbildung allein altersbedingt, so müssten auch die in die Senseschichten eingeschnittenen Abschnitte der Schwarzwasserschlucht, die älter sind als der Sensecañon zwischen Guggersbachbrücke–Schwarzwassermündung ein offenes, V-förmiges Querprofil aufweisen (z.B. Abschnitt zwischen Bütschelbach und Sense); das ist nicht der Fall.

Bezeichnenderweise nimmt die Schwarzwasserschlucht S Wislisau, sobald sie in die aus einem Wechsel von Sandsteinen und Mergeln aufgebauten Sedimente der Belpbergschichten («Helvétien») tritt, wieder einen breiten, offenen Charakter an.

¹⁾ Eine Abbildung der Senseschlucht bei der Ruine Grasburg hat ALB. HEIM in der Geologie der Schweiz, Bd. I, Tafel XIV, veröffentlicht. ADRIAN und GERBER (1948) haben diese Photographie reproduziert. BALTZER (1896: 21, Fig. 4) gibt eine Skizze der Schwarzwasserschlucht bei Fultigen und NUSSBAUM (1956, Taf. 5) ein Bild der Schwarzwasserschlucht bei Nydeggen.

Der formbildende Einfluss der Lithologie des Felsuntergrundes macht sich auch in zahlreichen Kleinformen geltend. Ausser den bereits erwähnten Denudations-Terrassen im Guggisberger-Gebiet ist eine primär durch den Wechsel Nagelfluh/Mergel bedingte Terrassierung in der Umgebung von Milken augenfällig. Der Wechsel Sandstein/Mergel bedingt die Terrassierung im Gebiet des Riedhubels, des Imihubels und Liesebergs. Auch da, wo die Fossilbänke des Helvétien mit Mergeln alternieren, entsteht ein charakteristisches, terrassiertes Verwitterungsprofil.

Dagegen sind Böschungen in den Sandsteinen der Sense-schichten (und z. T. auch der Belpbergschichten) äusserst stabil.

Zu der durch die Felsunterlage bedingten Formgebung gehört schliesslich auch die Herauswitterung von charakteristischen Felsbastionen entlang von Klüften («Heitibüffel» in der Senseschlucht S Thörishaus, Flüh S des Tschuggen).

Einfluss der Tektonik auf die Formgestaltung

Eines der wichtigsten tektonischen Elemente des Kartengebiets, die Trennfläche zwischen Mittelländischer Molasse und Giebelegg-Schuppe, kommt morphologisch nicht zur Geltung. Dasselbe gilt für den im Kartengebiet liegenden Abschnitt der Trennungsfläche zwischen Giebelegg- und Seftigschwandschuppe. Erst östlich des Kartengebiets gegen das Gürbetal tritt die Schuppenstruktur morphologisch markant hervor (BECK und RUTSCH 1949, 1958).

Auch die Falten der mittelländischen Molasse machen sich morphologisch kaum bemerkbar. Glaziale Akkumulation und fluviatile Erosion haben Oberflächenformen erzeugt, die von den tektonisch bedingten formgehenden Einflüssen unabhängig sind.

Einzig im Schwarzwasserlauf macht sich der tektonische Bau morphologisch geltend. Im Teilstück des periklinalen Falten-schlusses der Schwarzenburg-Antiklinale zwischen Schwandmattgraben und Muttwald bildet das Schwarzwasser eine nach Osten ausgreifende Schleife, um im nördlich anschliessenden Bereich der Synklinalachse (Buttnigenbad) nach Westen auszubiegen (RUTSCH 1958: 26/27).

Im Gegensatz dazu hat die junge, in ihrer Lage durch den Eisrand des würmeiszeitlichen Rhonegletschers bestimmte Sense-schlucht vom Kartensüdrand bis zur Schwarzwassermündung einen von der tektonischen Struktur der Molasse unabhängigen Verlauf.

Verwerfungen, welche die Oberflächengestaltung massgebend bestimmen würden, sind nirgends feststellbar.

Die «Präglaziale Landoberfläche»

Verschiedene Glazialgeologen und Morphologen haben die Hypothese einer «Präglazialen Landoberfläche» d. h. einer von den Alpen nach Norden absinkenden Einebnungsfläche (Peneplain) vertreten (MOUSSON, MÜHLBERG, DU RICHE PRELLER, DU PASQUIER, PENCK und BRÜCKNER, ROMAN FREY, OSKAR FREY, NUSSBAUM, BECK u. a.).

PENCK und BRÜCKNER (1909: 472) und NUSSBAUM (1922: 4) haben im Längenberg–Gurnigel-Gebiet Reste dieser Altfläche zu erkennen geglaubt. BECK (1933) setzt sie am Alpenrand wesentlich höher an («Simmeffluhniveau» 1500–1600 m).

Nach unserer Auffassung liegen keine Anhaltspunkte für ein so hohes Alter der im Blattgebiet vorhandenen Einebnungsflächen vor; ebensowenig liessen sich Beweise für eine Günz- oder Mindelvereisung erbringen. Im Gebiet des Atlasblattes sind nur zwei Vereisungen (Riss und Würm) feststellbar, dagegen sind Formenelemente nachweisbar, die wahrscheinlich als prärisseiszeitlich gedeutet werden dürfen.

Prärisseiszeitliche Formenelemente

In denjenigen Abschnitten des Atlasblattes, die in der letzten Eiszeit vom Rhone- und Aaregletscher bedeckt waren, sind ältere Formenelemente weitgehend zerstört oder durch Akkumulation verschüttet und daher, wenn überhaupt, nur sehr schwer zu erkennen.

Wesentlich günstiger sind die Verhältnisse im Gebiet, das in der Würm-Eiszeit unvergletschert blieb (RUTSCH 1947: Taf. V). Hier ist eine nach Norden absinkende, die südostfallende Molasse unter spitzem Winkel schneidende Einebnungsfläche erhalten, auf die schon NUSSBAUM (1916) aufmerksam gemacht hat, und die der Verfasser (1947: 38 und 70, Taf. IV) als «Riss-Landoberfläche mit isolierten Vorkommen von Zelgschottern» bezeichnet hat. Sie setzt topographisch tiefer als die Molasse-Denudationsterrassen des Guggisbergergebietes, in 920–900 m, ein und sinkt nach Norden auf 880–860 m ab. In Tafel IX der vorliegenden «Erläuterungen» ist sie als Fläche I (Vor-risseiszeitliche Einebnungsfläche) dargestellt.

Diese Fläche ist südwestlich und südöstlich von Schwarzenburg erhalten; sie setzt sich nach Osten in den Nordfuss des Gurnigelgebiets (Gambach, Wyssenbach; Dürrbach) fort und ist im Grünibachtal (Giebelegg-Nordseite, Rüeggisbergegg-Südseite) sowie im Gebiet von Hinter- und Vorderfultigen nachweisbar.

Auf ihr liegen die «Zelgschotter», die wir aus den auf S. 26 behandelten Gründen der Riss-Eiszeit zuweisen.

Im Grünibachtal läuft diese Fläche den Höhenzügen der Giebelegg und Rüeggisbergegg parallel; es könnte sich um die Sohle einer Ost–West verlaufenden, bereits vor der Riss-Eiszeit vorhandenen Talfurche handeln.

Im übrigen ist die Frage, in welchem Ausmass diese Altfläche bereits durchtalt war, völlig offen. Auf Grund der Verhältnisse in der Zentral- und Ostschweiz müsste man annehmen, die Tiefenerosion sei im Mindel/Riss-Interglazial am bedeutendsten gewesen. BÜCHI (1927: 227, Fig. 1) vermutet ein solches tiefstes Sensetal, das von Plaffeien nach Nordwesten über Niedermuhren–Zirkels–Schmitten–Friesenheid und Bösinggen zur Saane geführt hätte. Diese vorrissseiszeitliche Sense habe einen von Osten kommenden Bach aufgenommen, der von Albligen nach Überstorf–Steinhaus, Blumisberg nach Bösinggen floss. Wir haben weder das von BÜCHI skizzierte Flußsystem, noch überhaupt zuverlässige Anhaltspunkte für einen prärisseiszeitlichen Senselauf in dieser Region nachweisen können. Auch FRASSON (1947: 53, 56) spricht sich gegen einen solchen Senselauf aus.

Riss-Eiszeit und Riss/Würm-Interglazial

In der Riss-Eiszeit dringt der Rhonegletscher, dem nördlichen Alpenrand folgend, in west–östlicher Richtung, quer über das Aaretal bis ins Napfgebiet und Oberemmental vor («Gurnigel–Napf-Linie»).

Die im Gurnigelgebiet mindestens bis auf 1300 m Meereshöhe reichende Eismasse hat offenbar die Oberflächengestaltung entscheidend beeinflusst; ein grosser Teil der vorrissseiszeitlichen Oberflächenformen und Ablagerungen dürfte zerstört worden sein. Die prärisseiszeitliche Einebnungsfläche und ihre Decke aus Zelgschotter wurde in zahlreiche Teilstücke zerschnitten oder völlig zerstört.

Aller Wahrscheinlichkeit nach hat diese West–Ost gerichtete Vorstoss- und Abschmelzrichtung die Talbildung in wesentlichem Ausmass bestimmt. In ihrer primären Anlage auf die Riss-Eiszeit und das Riss–Würm-Interglazial zurückzuführende Täler und Schluchten sind teilweise heute noch sichtbar, zum Teil wurden sie durch die Akkumulation während der Würmvergletscherung verschüttet und sind nur noch da erkennbar, wo nacheiszeitliche Flusserosion sie wieder freigelegt hat.

Nach dem endgültigen Rückzug des rissseiszeitlichen Rhonegletschers und der damit verbundenen Tieferlegung der Erosionsbasis (Talfurche entlang dem Jura-Südrand) muss eine intensive Durchtalung eingesetzt haben.

Ein prähwürmeiszeitliches Alter dieser Talfurchen ist überall da eindeutig bewiesen, wo die Moränen der Maximalphase der würmeiszeitlichen Gletscher in sie eindringen und ihnen folgen. Das ist der Fall im Biberzengraben¹⁾, im Grünibachtal, im Scherligaben und im Köniztälchen.

Sicher vorwürmeiszeitlich angelegt sind auch alle Täler, welche durch den würmeiszeitlichen Aare- und Rhonegletscher abgedämmt, mit Schottern und «Seetonen» (Silte und Silttone) zugefüllt und nachträglich vom vorrückenden Gletscher mit Moräne zugedeckt worden sind.

Solche alte Talrinnen kennt man im Kartengebiet von zahlreichen Stellen; wahrscheinlich sind weitere vorhanden, die erst durch mechanische oder geophysikalische Sondierungen ermittelt werden können.

Mehrere dieser verschütteten Rinnen hat der Verfasser (1947: 44) beschrieben. Östlich des Schwarzwassers sind sie in der Büschigasse zwischen Schlatt und Gasel, im Scherlibachgraben S Oberscherli und W Salisweg bei Niederscherli, ferner im Grünibachtal bei Rohrbach nachgewiesen²⁾.

Im Abschnitt zwischen Schwarzwasser und Sense kennt man zugeschüttete Rinnen westlich des heutigen Schwarzwasserlaufes zwischen Schärenmatt und Muttwald, im Gebiet des Lindenbachgrabens (s. Bild in RUTSCH 1947: 44) und des Wydengrabens. Durch Bohrungen nachgewiesene verschüttete Talläufe liegen

¹⁾ TERCIER und BIERI (1961) weisen die Moränen im Oberlauf des Biberzengrabens der Riss-Eiszeit zu. Für diese Alterszuweisung liegen keine zwingenden Gründe vor; die Ablagerungen liegen höhenmässig innerhalb des Ausbreitungsgebietes des würmeiszeitlichen Aaregletschers. Massgebend für die Zuweisung zur Rissvergletscherung waren für TERCIER die hier vorhandenen Rhone-Erratika. Wie auf S. 28 ff. gezeigt wurde, handelt es sich um Rissblöcke innerhalb des Ausbreitungsgebietes des würmeiszeitlichen Aaregletschers.

²⁾ In der Rinne SE Rohrbach (Koord. 598575/184200) ist durch Kiesabbau ein interessantes Profil aufgeschlossen worden. Über der Molasse liegen zunächst Schotter mit schief abgeschnittener Oberfläche, darüber lehmige, ungeschichtete Moräne mit Blöcken bis 3 m Durchmesser und schlecht gerundeten, gelegentlich gekritzten Geröllen aus Molasse- und Flyschgesteinen, Eisensandstein, zahlreichen Aar- und Gastergraniten usw. Im Hangenden dieser Moräne folgen gut geschichtete Kiessande. Es könnte sich beim unteren Schotterhorizont um Vorstoss-Schotter, beim oberen um Rückzugs-Schotter der Aaregletscherzunge im Grünibachtal, aber auch nur um eine ganz lokale Oszillation handeln (Profilaufnahme durch cand. P. Knabe).

unter den Schotterebenen von Elisried und des Dorfbachtals S Schwarzenburg, ferner eine schmale Rinne bei Längmoos SE Schwarzenburg (vgl. Tafel IX und VOEGELI 1963: 37).

Übertieft und wieder zugeschüttet ist ferner der Unterlauf des Schwarzwassers¹⁾ und das Sensetal zwischen Schwarzwassermündung und Neuenegg (s. S. 47).

Der bedeutendste Ost–West orientierte und verschüttete Tal-
lauf, derjenige der Sense, liegt südlich unseres Kartengebiets (TERCIER und BIERI 1961). Vor der Abdrängung der Sense in den heutigen S–N gerichteten Lauf in der Würm-Eiszeit entwässerte sich der Westhang des Guggisberger- und Dorfwaldgebiets nach Westen zu einem alten Sodbachtal, was bereits AEBERHARDT (1912: 768) erkannt und ALB. HEIM (1919: 388, Fig. 64) in einem Profil dargestellt hat. Durch die epigenetische Senseschlucht rechtwinklig durchschnittene Bachläufe verlaufen vom Dorfwald (Hohlehalten) nach Schwenny, ferner vom Amselboden (wo in der östlichen Flanke der Senseschlucht Schotter bis ca. Kote 790 aufgeschlossen sind) nach Blattera und bei Fellmatt N Henzenried. Hier hat FRASSON (1947: 55) eine verschüttete, wesentlich höher als die heutige Sodbachs-
chlucht liegende Rinne nachgewiesen.

Ein weiterer SE–NW orientierter verschütteter Tallauf ist zwischen Albligen und Ueberstorf vorhanden.

Die tiefste der im Albligental abgeteufte Bohrungen hat die Molasseoberfläche erst 20 m unter der heutigen Talsohle auf Kote ca. 620 m erreicht²⁾.

GILLIÉRON (1885: 484) war es aufgefallen, dass N Zirkels im Tafernatal Quartärablagerungen bis in die Sohle der Taferna-
schlucht hinabreichen. Eine verschüttete Rinne scheint NW Ober-
zirkels vorhanden zu sein³⁾.

¹⁾ Eine Bohrung W der alten Schwarzwasserbrücke erreichte die Fels-
oberfläche in –10 m unter Terrain nicht (RUTSCH 1949c).

²⁾ Die Seitentälchen, die auf der Westseite bei Hofmatt und Aenetmoos
zur Talsohle des Albligenmoos führen, waren offensichtlich auf die Erosions-
basis dieser tiefern Talsohle eingeschnitten; heute sind sie inaktiviert.

³⁾ Die in der Talsohle bei Zirkels abgeteufte Bohrungen sind leider alle
untief (max. 5,5 m). Die Molasseoberfläche wurde im Schacht W P. 601 be-
reits in –3 m angetroffen.

Auch in der flachen Talung, die N Schmitten gegen Friesenheim (LK =
Frieseneit) und von hier weiter in den Tallauf Richterswil–Fendringen-
Grenchen führt, haben die Sondierungen die Felssohle in geringer Tiefe er-
schlossen. In der Sondierung W der Strasse bei P. 611 Station Schmitten
traf man die Molasse in –5 m (Kote ca. 600 m). Die W der Bahnüberführung
nach Schmitten quer durch die Talsohle gelegten Sondierbohrungen haben
die Felsoberfläche alle schon in geringerer Tiefe als 5 m unter der Talsohle
erreicht.

Die Verbindung dieser alten Ost–West verlaufenden Rinnen zu einem zusammenhängenden Entwässerungsnetz stösst auf grosse Schwierigkeiten. Gemeinsame Erosionsbasis war die Jurafuss-Senke mit ihrer bedeutenden Übertiefung; die Bohrungen im alten Aaretal S Gimmiz bei Aarberg haben die Molasseoberfläche in –100 m (Kote 342,5 m) unter der heutigen Talsohle (Kote 442,8 m) nicht erreicht.

Die E–W gerichteten Flussläufe des Kartengebiets sind also mindestens teilweise die älteren, die S–N oder SW–NE orientierten die jüngeren; es liegt nahe, anzunehmen, das Tal zwischen Laupen und Aarberg (und vielleicht auch das Saanetal S Laupen) seien erst in der Würm-Eiszeit angelegt worden. Auf jeden Fall wurde die Molasseoberfläche im Querprofil des heutigen Aaretals S Aarberg bis jetzt nirgends tiefer als 14 m¹⁾ erbohrt. Dasselbe gilt auch vom Saanelauf zwischen Laupen und der Aaremündung, wo alle Bohrungen den Felsuntergrund in ganz geringer Tiefe erschlossen haben.

Es scheint daher nicht ausgeschlossen, dass sowohl die Saane (vereinigt mit der Sense), wie das Schwarzwasser und die Aare im Riss/Würm-Interglazial unabhängig voneinander nach Westen zur Jurafuss-Senke geflossen sind²⁾.

Der Verfasser (1947: 43 ff., 70 ff., Tafel V) hat das mutmassliche Gewässernetz östlich der Sense behandelt; in Tafel X zum vorliegenden Erläuterungsheft wurde versucht, diese Zusammenhänge für das gesamte Blattgebiet darzustellen. Viele dieser Verbindungen sind hypothetisch, eine zuverlässigere Interpretation wird erst auf Grund neuer Sondierungsergebnisse möglich sein.

Würm - Eiszeit

Aaregletscher

Die von Osten in die präexistenten Ost–West gerichteten Tal-furchen vordringenden Seitenzungen des Aaregletschers füllen die tiefsten Talrinnen mit Schottern auf und bedecken weite Teile des östlichen Blattgebietes mit Moränenmaterial von wechselnder Mächtigkeit.

In der Maximalphase reicht die Zunge im Grünibachtal nach Westen bis in die Gegend von Henzischwand. Zwischen ihr und dem

¹⁾ Siehe RUTSCH et al. (1966): Geologische Karte des Grundwassergebietes zwischen Kallnach und Büren a. d. Aare 1:25000.

²⁾ Im Ost–West gerichteten Aarelauf zwischen Wohlen und dem Zusammenfluss mit der Saane ist eine Übertiefung durch Bohrungen nachgewiesen. Nach P. ARBENZ (Mitt. Bern 1919: XXI) setzte sich dieser Aarelauf von der Wolei nach Südosten gegen das Marzili fort.

von Westen vordringenden Rhonegletscher entsteht im Gebiet von Elisried ein Staubecken, das mit Silttonen, Silten, Sanden («Seetone») und Schottern zugefüllt wird; es entsteht die ausgedehnte Ebene von Henzischwand/Elisried in ca. 800 m. Im Bütschelbach- und Scherlibach-Graben entstehen durch Stau die durch spätere Erosion in einzelne Relikte zerschnittenen Schotter NW und NE von Hinterfultigen und zwischen Scherliu und Bach. Sie liegen N Hinterfultigen in einer Höhe von maximal ca. 800 m, während die Rhoneablagerungen bei Steinenbrünnen und auf dem Schlatthubel SW Oberbalm bis ca. 840 m hinaufreichen; der Stau durch das Rhoneeis ist also ohne weiteres gegeben. Es handelt sich bei diesen Schottern durchaus nicht um «Lokalschotter» periglazialen Ursprungs, wie GRAUL (1962: 437) annimmt, sondern um typisches Aarematerial, in welches der Gletscher Molassegesteine aufgearbeitet hat.

Während der Rückzugsphasen des Aaregletschers entstehen durch Erosion der randlichen Schmelzbäche in der Nordabdachung des Gurnigelgebietes und der Giebelegg die z. T. wohl präexistenten Bachläufen folgenden Schmelzwasserrinnen (Wyssenbachgraben, Seligraben, Dürrbachgraben, Biberzengraben, Mühlebachtal). Die augenfälligste dieser Abflussrinnen, das Trockental von Grundbach-Rüti, diente nach der Kartierung durch R. V. BLAU (1966: 103, Taf. II) der Entwässerung während des Gurtenstadiums.

Im östlichen Teil des Grünibachtales entsteht (wohl als Folge der Abdämmung durch den Moränenwall des Gurtenstadiums E Helgisried) ein Staubecken, in welches die von Osten kommenden Schmelzwasserbäche des Aaregletschers, ähnlich wie bei Elisried, Tone, Silte, Sande und Schotter sedimentieren. Die postglaziale Erosion des Grünibachs hat aus dieser Ebene die Terrasse von Muriboden/Muri und Thanboden W von Riggisberg herausgeschnitten.

Geomorphologisch sehr augenfällig dokumentieren sich die Rückzugshalte des würmeiszeitlichen Aaregletschers durch die Seitenmoränenwälle im östlichen Randgebiet des Atlasblattes.

Rhonegletscher

Im Gegensatz zum Aaregletschergebiet spielen im Verbreitungsareal des würmeiszeitlichen Rhonegletschers Moränenwälle eine untergeordnete Rolle. Die Wallformen bestehen häufig nicht aus unsortiertem Moränenmaterial, sondern aus verschotterter Moräne oder Schottern, und es ist dann meist kaum möglich, zu entscheiden, ob es sich um verschotterte Moränenwälle, kamesar-

tige Schotterrelikte oder um Formen handelt, die aus einem Schotterkörper erodiert worden sind¹⁾.

Geomorphologisch ausgeprägter äussert sich die würmeiszeitliche Rhonevereisung durch Schotter-Felder und -Terrassen und namentlich durch randliche Schmelzwässerrinnen, die z.T. heute noch der Entwässerung dienen, z.T. nur als Trockentäler erhalten sind.

Die Schottervorkommen lassen zwei verschiedene Typen erkennen. Einerseits sind schotterbedeckte Terrassen vorhanden, welche das heutige Flusssystem (Schwarzwasser, Sense, Taferna und ihre Nebenbäche) in verschiedener Höhe begleiten, andererseits aber auch Schotter, welche, offenbar beim Rückzug (oder Vorstoss?) des Gletschers entstanden, vom heutigen Flussnetz unabhängig sind.

Solche hochgelegene Stauschotter sind beispielsweise W und E von Ueberstorf (Terrassen S Blattishaus und zwischen Ueberstorf und Niedermettlen in ca. 660 m, bei Steinhaus in ca. 620 m, S Staffels in ca. 650 m) aufgeschlossen²⁾.

Der Versuch, die genetische Abfolge zu rekonstruieren, ergibt folgendes Bild:

Der vom Südwesten vordringende Rhonegletscher deckt das vorwürmeiszeitliche Relief ein und dringt auf die Linie Schwarzenburg–Oberbalm–Gurten vor.

In der Maximalphase wird das Dorfbachtal S Schwarzenburg abgedämmt. Die nach Nordosten abgedrängte Sense und das Entwässerungssystem des Guggisbergergebietes werden gestaut und das vorwürmeiszeitliche Relief mit «Seetönen» und Schottern zugedeckt: Es entsteht in ca. 800–810 m die Ebene von Schwarzenburg.

Das Schwarzwasser, dem der Weg nach Westen verbarrikadiert ist, beginnt sich vom Buttnigenbad zum Bütschelbach einen neuen, nach Nordosten gerichteten Lauf einzuschneiden, wobei die Talsohlen während des grössten Teils der Würm-Eiszeit, vielleicht

¹⁾ So bestehen beispielsweise die Wallformen des Schwennyhubels auf der Westseite der Senseschlucht SSW Schwarzenburg, zwischen Zumholz und Hübeli SW St. Antoni und im Blumisbergholz NW Ueberstorf aus Schottern.

²⁾ BÄRTSCHI (1913: 258) nimmt an, Muhrenbach und Ledeubach hätten, an der Flanke des Gletschers gestaut, einen nach Nordosten zum Albligental orientierten Lauf eingenommen. Als weitere randliche Abflussrinne dieser Phase dürfte der Mühlebach zwischen Blattishaus und Riedern gedient haben.

Wahrscheinlich sind auch die in ca. 720–730 m gelegenen Schotter N des Bursthubels E Thörishaus hierherzuzählen und nicht dem Riss/Würm-Interglazial, wie der Verfasser (1933: 10) vermutet hatte.

sogar bis zu ihrem Ende, wesentlich höher liegen als die der heutigen, spät- bis postglazial erodierten Schluchten.

Im Schwarzwasser tal sind älteren Talböden entsprechende Schotterterrassen S und N von Wislisau (z. B. Schwalmern 785 m, Boden 745 m, Allmend 735 m) erhalten.

Das Schwarzwasser ist demnach heterogener Entstehung: Vom südlichen Kartenrand bis zum Buttnigenbad folgt der Fluss der ursprünglichen, vorrisszeitlichen Talung¹⁾. Das Teilstück Buttnigenbad–Bütschelbachmündung ist epigenetisch (Schmelzwasser rinne des Rhonegletschers im Würm-Maximum), während die Strecke von der Bütschelbachmündung bis zur heutigen Einmündung in die Sense dem Bütschelbach angehörte; das heutige Sense tal Aeckenmatt–Thörishaus–Neuenegg gehörte vor der Würm-Eiszeit zum Schwarzwasser, das vom Buttnigenbad Richtung Wager ten–Farnern–Trunggli floss (NUSSBAUM 1926).

Der Rückzug des würmeiszeitlichen Rhonegletschers scheint in zwei Hauptphasen erfolgt zu sein:

In einer ersten folgen die randlichen Schmelzwässer («Sense» und «Schwarzwasser» mit ihren Seitenbächen) dem abschmelzen den Rhonegletscher in nordöstlicher Richtung und fliessen nach Norden über Köniz zur Aare ab.

In einer zweiten zog sich der Rhonegletscher so weit nach Westen zurück, dass die Hauptentwässerung nun zur Saane erfolgen konnte.

In der ersten «Nord-Phase» entsteht das Trockental Oberscherli–Schlatt–Schliern–Köniz, das schon BALTZER (1896: 26) als Abflussrinne des Scherlibachs gedeutet hat, ferner die Talung Kehrmühle–Niederscherli–Gasel–Köniz, diejenige von Mittelhäusern–Mengistorfbach–Gasel und schliesslich das Wangental zwischen Thörishaus und Bümpliz, das auch SCHARDT und BÄRTSCHI als altes Sensetal interpretiert haben.

Der Verfasser hat diese Talläufe (1947: 51) näher beschrieben und sie als Niederscherli-, Mengestorf- und Thörishaus-Stadium bezeichnet.

Die dieser zur Aare orientierten «Nord-Phase» entsprechenden Talböden sind sensetalaufwärts als schotterbedeckte Terrassen beidseitig des postglazial erodierten Cañons in verschiedenen Höhen

¹⁾ Es ist allerdings auch möglich, dass das Schwarzwasser im Riss/Würm-Interglazial NW Wislisau Richtung Elisried floss und von hier den Lauf Buttnigen–Wager ten–Farnern einschlug. In diesem Falle wäre die Rinne Schärenmatt–Spielmannswald–Muttwald ein rechtsseitiger Zufluss aus dem Schwandmattgraben und Schwandbach. Diese Auffassung hat NUSSBAUM (1926: VIII) vertreten.

feststellbar (vgl. Tafel X). Nähere Angaben über die Flächen östlich der Sense siehe RUTSCH (1947).

Auf der westlichen Seite der Senseschlucht sind entsprechende Terrassen bei Riedern (ca. 595, 625 und 635 m), Kohlholz (ca. 620 m), Burlingen (ca. 630, 650 und 685 m), S Martisried (ca. 665 m), SW Hochstetten, S Schädler, S Hergisberg (ca. 730–735 m) und bei Harris¹⁾ (ca. 735 m) erhalten.

Weiter südlich folgen die Schotterterrassen E Hint. Schönfels (ca. 740 m) und im Sodbachtal bei Konradshaus (ca. 745 m). Die steile Sodbachschlucht zwischen Blatteraholz und Thorensteg ist erst spät- bis postglazial erodiert worden und steht in auffallendem morphologischem Gegensatz zum südlich anschliessenden, älteren Sodbachtal.

Eine weitere, bedeutende Etappe im Rückzug des würmeiszeitlichen Rhonegletschers bildet das Tafernatal, wobei wahrscheinlich verschiedene ältere Teilstücke vereinigt wurden. Die Achse des südlichsten Abschnitts (Seeliggraben) streicht bei Benewil in die Luft aus²⁾.

Mit der Taferna haben sich schon GREMAUD (1888, Taf. I), MICHEL (1907, 1910), BÄRTSCHI (1913: 246) und BÜCHI (1927: 229) befasst. Nach GREMAUD wäre das Tafernatal ursprünglich von der Sense durchflossen worden, während MICHEL eine Fortsetzung über Tafers zur Aergera annimmt³⁾.

Sicher sind die Schmelzwässer beim Rückzug des würmeiszeitlichen Rhonegletschers durch das Tafernatal abgeflossen. Die Sohle lag jedoch, analog wie bei der Sense, höher als die heutige, postglazial erodierte Schlucht. Das beweisen die aus Rhonematerial

¹⁾ Auf diesen Talboden haben vermutlich die wohl vorübergehend als Schmelzwasserrinnen dienenden, heute sumpfigen und inaktivierten Tälchen von Hangbühl-Schulhäusern und Selgiswil-Tannacher ausgemündet. Sie endigen stufenförmig über der postglazial erodierten Schlucht, die E Albligen einsetzt und entgegen der ursprünglichen, nach Westen orientierten Fliessrichtung, zur Sense (Ruchmühle) führt.

²⁾ Im Atlasblatt ist bei Tolgli Molasse in der Talsohle eingetragen. Ob dies zutrifft, kann mangels Aufschlüssen nicht beurteilt werden. BÜCHI (1927: 229) nimmt an, der Oberlauf des Tafernatales habe sich ursprünglich nach Westen (Langebitzenbach) gegen Tafers zur präwürmeiszeitlichen Sense entwässert.

³⁾ Möglicherweise sind die dem Lokalgletscher der Kalten und Warmen Sense entströmenden, zunächst noch im ursprünglichen, nach Westen orientierten Sensetal abfließenden Schmelzwässer, vom vorstossenden würmeiszeitlichen Rhonegletscher gestaut worden und haben sich vorübergehend zunächst einen Weg durch das Tafernatal und in einer späteren Phase durch das Sodbachtal geschaffen.

zusammengesetzten Schotterterrassen, welche die Tafernaschlucht und ihre Seitenbäche (Zirkelsgraben, Schürgraben) begleiten (zwischen Balsingen und Wünnewil in ca. 595 m, bei Zelg N Ueberstorf ca. 590 m, E Blumisberg ca. 605 m, Ebnet N Oberzirkels ca. 640 m, W St. Antoni ca. 710 m).

Entsprechende Terrassen sind im Zirkelsgraben (E Knell ca. 640 m, S Blattera ca. 650 m), im Schürgraben bei Dutzishaus (ca. 640 m) und N Breitenried (ca. 760 m) erhalten¹⁾.

Der Talboden dieses würmeiszeitlichen Tafernatales sinkt von ca. 600 m bei Wünnewil auf ca. 585 m bei Steig W Flamatt ab. Solange der Rhonegletscher das westlich anschliessende Gebiet bedeckte, hatten die Schmelzwässer keine Möglichkeit, nach Westen abzufließen. Damit erhält eine von MICHEL (1910: 58) vertretene – allerdings von einem ganz anderen hydrologischen Regime ausgehende – Hypothese eine Stütze. MICHEL nahm an, die Taferna sei von Flamatt nach Osten Richtung Thörishaus und von hier vereint mit der Sense durch das Wangental abgeflossen. Eine 1965 im Dorf Thörishaus abgeteufte Bohrung wurde auf Kote 567,15 in quartären Lockergesteinen aufgelassen. Die geophysikalischen Sondierungen lassen die Molasseoberfläche in der Rinnenachse in Thörishaus in ca. 562 m vermuten.

Die Felsoberfläche im alten, übertieften Sensetal S Thörishaus, die durch mehrere Bohrungen erschlossen ist, liegt dagegen in ca. 530 m. Der Felssockel des Trockentales im Dorf Thörishaus bildet somit eine Schwelle, die ca. 30 m höher liegt als das präwürmeiszeitliche Haupttal. Die Gefällsverhältnisse würden somit eine Verbindung des Trockentals in Thörishaus (562 m) mit der Talsohle der würmeiszeitlichen Taferna bei Steig (ca. 585 m) ohne weiteres zulassen.

In dieser Phase hat der Rhonegletscher vermutlich die Aare aus dem von Bern (Marzili) nach Westen (Wohlen) gerichteten Aarelauf nach Norden (Zollikofen–Emmental) abgedrängt.

Erst nachdem sich der würmeiszeitliche Rhonegletscher in die Jurarandsenke zurückgezogen hatte, war ein Abfluss der Sense und Taferna nach Westen Richtung Laupen–Aarberg möglich. Aber auch diese Talsohle lag noch wesentlich höher als diejenige der heutigen Sense. Dies beweisen die Schotterterrassen, die sich an der Südseite des Sensetales von Flamatt nach Westen bis gegen Laupen verfolgen lassen (W Steig bei Flamatt ca. 585 m, NE Nuss-

¹⁾ Der im Atlasblatt fraglich als Moränenterrasse eingetragene Steilhang bei Kreuzhubel SSW Ueberstorf besteht, wie eine kürzlich eröffnete Kiesgrube beweist, aus schräggeschichteten Schottern.

baumen ca. 575 m, Ebnet N Grenchen in ca. 575 m)¹⁾. Die Ebnetterrasse setzt sich nach Westen in die Terrasse N Zelg und von hier in den Tallauf Fendringen–Richterswil (ca. 580 m) fort (LK-Blatt 1185, Fribourg).

Spätglazial/Postglazial-Zeit

Eine intensive Erosionsphase setzt offenbar mit dem Rückzug des Rhonegletschers aus der Jurasüdfuss-Senke und der damit verbundenen Tieferlegung der Erosionsbasis in der Spät- und Postglazialzeit ein. Erst jetzt entsteht die heutige Gestalt der Sense-, der Schwarzwasser- und der Taferna-Schlucht. Die rückschreitende Erosion macht sich bis weit in die Oberläufe ihrer Zuflüsse geltend, es entstehen die schluchtartigen Abschnitte im Unterlauf des Bütschelbachs, Schwandbachs, Schwandmattgrabens, Wydengrabens, Lindnbachs, des Burgbachgrabens bei Schwarzenburg, des Sodbachs, des Einschnitts W Abbligen zur Ruchmühle, des Scherlibachs, des Zirkelsgrabens und Schürgrabens usw. In vielen dieser Seitenbäche ist die Grenze zwischen postglazialer Erosionsschlucht und älterem Talboden deutlich erkennbar (Bütschelbach bis Baumgarten, Burgbach bis E Schwarzenburg, Sodbach bis Blatteraholz, Zirkelsgraben bis Ledeu usw.).

Einer Zwischenphase entspricht offenbar die Terrasse von Noflen E Laupen.

Der vorliegende Versuch einer morphogenetischen Analyse enthält noch sehr viele Unsicherheiten und lässt zahlreiche abweichende Deutungsmöglichkeiten offen. Viele Einzelheiten mussten weggelassen werden, um den Rahmen des Erläuterungsheftes nicht allzu sehr zu sprengen. Es wird Aufgabe kommender Untersuchungen sein, auf Grund neuer Aufschlüsse, geophysikalischer und mechanischer Sondierungen und namentlich neuer Arbeitsmethoden, die Geomorphologie dieses Gebietes zuverlässiger zu deuten.

¹⁾ Die Terrassen N des Sensetales zwischen Thörishaus und Laupen sind noch nicht genauer kartiert worden.

LITERATURVERZEICHNIS

- | | |
|---------------------------|--|
| Beitr. Schweiz | Beiträge zur Geologischen Karte der Schweiz. |
| Beitr. Schweiz, geotechn. | Beiträge zur Geologie der Schweiz, Geotechnische Serie. |
| Bull. fribourg. | Bulletin de la Société fribourgeoise des Sciences naturelles. |
| Bull. VSP | Bulletin der Vereinigung schweizerischer Petroleum-Geologen und -Ingenieure. |
| Eclogae | Eclogae geologicae Helvetiae. |
| Mitt. Bern | Mitteilungen der naturforschenden Gesellschaft in Bern. |
-
- AEBERHARDT, B. (1912): *L'ancien glacier de l'Aar et ses relations avec celui du Rhône*. Eclogae 11, 752.
- ADRIAN, H. und GERBER, ED. (1948): *Bodengestaltung und Geologie*. In: Schweiz. Alpenposten: Längenberg-Gurnigel-Gantrisch. Bern (PTT).
- ANONYMUS («H. B.») (1956): *Probleme der Wasserbewirtschaftung im Dorfe Neuenegg*. Achetringeler 31, 626.
- BACHMANN, F. (1966): *Fossile Strukturböden und Eiskeile auf jungpleistocänen Schotterflächen im nordost-schweizerischen Mittelland*. Zürich (Kunz-Druck AG).
- BACHMANN, I. (1867): *Über die in der Umgebung von Bern vorkommenden versteinerten Thierreste*. Bern (Weingart).
- (1871): *Die wichtigsten erhaltenen oder erhaltungswürdigen Fundlinge im Kanton Bern*. Mitt. Bern 1870, 32.
 - (1875a): *Neuentdeckte Riesentöpfe in der Nähe von Bern*. Mitt. Bern 1874, 136.
 - (1875b): *Die neu entdeckten Riesentöpfe am Längenberg im Kanton Bern*. Jb. schweiz. Alpenclub 10, 594 (1874-75).
 - (1877): *Der erhaltene Riesentopf am Längenberg*. Berner Taschenbuch Jahr 1878, 206.
 - (1881): *Verwerfungen in einer Kiesgrube bei Bern und neu entdeckte verkieselte Hölzer im Gletscherschutt*. Mitt. Bern 1880, 79.
- BACHMAYER, F. und RUTSCH, R. F. (1962): *Brachyurenfunde (Crustacea) aus der miozänen Meeresmolasse der Schweiz*. Eclogae 55, 675.
- BALTZER, A. (1896): *Der diluviale Aargletscher und seine Ablagerungen in der Gegend von Bern mit Berücksichtigung des Rhonegletschers*. Beitr. Schweiz 30.
- BÄRTSCHI, E. (1913): *Das westschweizerische Mittelland*. N. Denkschr. schweiz. natf. Ges. 47.
- (1916): *Sensetal westlich von Guggisberg und Schwarzenburg*. Mitt. Bern 1915, XLII.
- BECK, P. (1933): *Über das schweizerische und europäische Pliozän und Pleistozän*. Eclogae 26, 335.
- (1946): *Über den Mechanismus der subalpinen Molassetektonik*. Eclogae 38, 353.

- BECK, P. und GERBER, ED. (1925): *Geologische Karte Thun-Stockhorn*. Beitr. Schweiz, Spezialkarte 96.
- BECK, P. und RUTSCH, R. F. (1949): *Geologischer Atlas der Schweiz*, Blatt 21 (336 Münsingen, 337 Konolfingen, 338 Gerzensee, 339 Heimberg). Bern (Kümmerly und Frey).
- (1958): *Erläuterungen zum Geologischen Atlas der Schweiz*, Blatt 21 (336 Münsingen, 337 Konolfingen, 338 Gerzensee, 339 Heimberg). Bern (Kümmerly und Frey).
- BEHMER, C. (1912): *Die erratischen Blöcke der Freiburger Ebene*. Jb. geol. Inst. Univ. Freiburg (Schweiz) 1912, 1.
- BERTRAND, E. (1754): *Essai sur les usages des montagnes*. Zürich (Heidegger).
- BLAU, R. V. (1966): *Molasse und Flysch im östlichen Gurnigelgebiet (Kt. Bern)*. Beitr. Schweiz, N.F. 125.
- BOUMA, A. H. and NOTA, D. J. G. (1961): *Detailed graphic logs of sedimentary formations*. Rep. int. geol. Congr. XXI. Sess. Norden 1960, Part XXIII, 52.
- BRADLEY, W. C. (1963): *Large-Scale Exfoliation in Massive Sandstones of the Colorado Plateau*. Bull. geol. Soc. Amer. 74, 519.
- BÜCHI, O. (1927): *Interglacielle Senseläufe*. Eclogae 20, 226.
- (1935): *Geologische Resultate der Wasserbohrung von der Hofmatt bei Alterswil (Kt. Freiburg)*. Eclogae 28, 536.
- (1937): *Die neue Trinkwasserversorgung der Stadt Freiburg. Geologie und Hydrologie der Hofmattquellen (Alterswil)*. Bull. fribourg. 33, 46 (1934–35).
- (1954): *Die Entwicklung der Trinkwasserfassung der Stadt Freiburg*. Bull. fribourg. 44, 216.
- CADISCH, J., GENGE, E., NICOL, G. und RUTSCH, R. F. (1953): *Bericht über die Exkursion der Schweizerischen Geologischen Gesellschaft in die Molasse des Sense-, Längenberg- und Gurnigelgebietes und in die Klippendecken des Simmentales (Berneroberland)*. Eclogae 45, 305.
- CHARPENTIER, J. DE (1841): *Essai sur les glaciers et sur le terrain erratique du bassin du Rhône*. Lausanne (Ducloz).
- CRAUSAZ, CH. U. (1959): *Géologie de la région de Fribourg*. Thèse Univ. Fribourg. Fribourg (St-Paul).
- DELLA VALLE, G. (1965): *Geologische Untersuchungen in der miozänen Molasse des Blasenfluhgebietes (Emmental, Kt. Bern)*. Mitt. Bern, N.F. 22, 85.
- DUBOIS, A. et STEHLIN, H. G. (1933): *La grotte de Cotencher, station moustérienne*. Mém. Soc. paléont. suisse 52/53.
- DUPLAIX, S., GUILLAUME, S. et LEFAVRAIS-RAYMOND, A. (1965): *Le Tertiaire de la Bresse, Stratigraphie et Minéralogie, comparaison avec les régions voisines*. Rev. Géogr. phys. et Géol. dynamique 7, 135.
- Erhebungen (1922): *Erhebungen über die Torfausbeutung in der Schweiz in den Jahren 1917–1921 mit Karte in 1:530000*. Eidg. Inspektion Forstwesen, Jagd u. Fischerei, Abt. Torfversorgung. Bern (Kümmerly und Frey).
- FAVRE, A. (1884): *Carte du phénomène erratique et des anciens glaciers du versant nord des Alpes suisses et de la Chaîne du Mont-Blanc 1:250000*. Winterthur.

- FRASSON, B. (1947): *Geologie der Umgebung von Schwarzenburg (Kt. Bern)*. Beitr. Schweiz, N.F. 88.
- FRÜH, J. und SCHRÖTER, C. (1904): *Die Moore der Schweiz mit Berücksichtigung der gesamten Moorfrage*. Beitr. Schweiz, geotechn. 3.
- Geotechnische Karte der Schweiz 1:200 000* (hrsg. Schweiz. geotechn. Komm.). Zweite Auflage, Blatt Nr. 1: Neuchâtel–Bern–Basel. 1964. Bern (Kümmerly und Frey).
- GERBER, ED. (1916): *Geologisches Profil von Thörishaus bis zur Pfeife*. Mitt. Bern 1915, XLI.
- (1919): *Demonstration von Molasseprofilen zwischen Bielersee und Gurnigel*. Mitt. Bern 1918, XXII.
 - (1920): *Über den Zusammenhang der Seitenmoränen am Gurten und Längenberg mit den Endmoränen von Bern und Umgebung*. Mitt. Bern 1919, XXXIV.
 - (1922): *Über die subalpine Molasse zwischen Aare und Sense*. Eclogae 17, 346.
 - (1925): *Geologie des Gurnigels und der angrenzenden subalpinen Molasse (Kanton Bern)*. Beitr. Schweiz, N.F. 50.
 - (1927): *Mineralogische und geologische Sammlungen. Naturhistorisches Museum der Stadt Bern*. Verw.-Ber. Burgerrat Stadt Bern 1924–1926, 7.
 - (1928): *Über quartäre Säugetierreste aus dem Kanton Bern*. Eclogae 21, 218.
 - (1930): *Bericht über die mineralogischen und geologischen Sammlungen des Naturhistorischen Museums der Stadt Bern*. Verw.-Ber. Burgerrat Stadt Bern 1927–1929, 10.
 - (1931): *Naturschutz und erratische Blöcke*. Schulpraxis 21, 69.
 - (1932): *Zur Stratigraphie und Tektonik der subalpinen Molasse von Rüschegg (Kt. Bern)*. Mitt. Bern 1931, 67.
 - (1933a): *Geologie*. In: Bericht der bernischen Naturschutz-Kommission 1930–1932 v. Dr. La Nicca. Mitt. Bern 1932, 144.
 - (1933b): *Über die diluvialen Murmeltiere aus dem Gebiet des eiszeitlichen Aare- und Rhonegletschers*. Eclogae 26, 221.
 - (1936): *Über neuere Murmeltierfunde aus dem bernischen Diluvium*. Mitt. Bern 1935, 24.
 - (1937a): *Naturhistorisches Museum der Stadt Bern, Bericht der Museumskommission über die Jahre 1933 bis und mit 1935*. Verw.-Ber. Burgerrat Stadt Bern 1933/35, 9.
 - (1937b): *Verzeichnis der paläontologischen Originalien und abgebildeten oder beschriebenen Arten im Naturhistorischen Museum Bern* (Fortsetzung aus Band 1935). Mitt. Bern 1936, 1.
 - (1939): *Naturhistorisches Museum der Stadt Bern. Bericht der Museumskommission über die Jahre 1936 bis und mit 1938*. Verw.-Ber. Burgerrat Stadt Bern 1936/1938, 8.
- GERBER, P. (1927): *Morphologische Untersuchungen am Alpenrand zwischen Aare und Saane (Freiburger Stufenlandschaft)*. Mitt. natf. Ges. Freiburg, Sér. Géol. Géogr. 10, 125.
- GILLIÉRON, V. (1885): *Description géologique des territoires de Vaud, Fribourg et Berne, compris dans la feuille XII entre le lac de Neuchâtel et la crête du Niesen*. Beitr. Schweiz 18.

- GILLIÉRON, V., JACCARD, AUG. und BACHMANN, I. (1879): *Geologische Karte der Schweiz 1:100000*, Dufourblatt XII (Freiburg-Bern).
- GIRARD, R. DE (1910): *Les exploitations minérales du Canton de Fribourg*. Ann. Inst. géol. Univ. Fribourg (Suisse). Fribourg (St-Paul).
- GOHL, F. W. (1862): *Die Heilquellen und Badeanstalten des Kantons Bern*. Bern (Heuberger).
- GRAUL, H. (1962): *Aare- und Rhonegletscher zur Zeit ihres letzteiszeitlichen Maximums und des Beginns ihres Rückschmelzens*. Hermann von Wissmann-Festschr. Tübingen.
- GREMAUD, A. (1888): *Quelques données sur les vallées primitives et les vallées d'érosion dans le canton de Fribourg*. Bull. fribourg. 5, 25 (1883/87).
- GRUBENMANN, U., JEANNET, A., NIGGLI, P. und MOSER, R. (1915): *Die natürlichen Bausteine und Dachschiefer der Schweiz*. Beitr. Schweiz, geotechn. 5.
- GRUNER, G. S. (1773): *Die Naturgeschichte Helvetiens in der alten Welt*. Bern (Wagner).
- HEIM, ALB. (1919): *Geologie der Schweiz I, Molasseland und Jura gebirge*. Leipzig (Tauchnitz).
- ITTEN, H. (1953): *Verzeichnis der geschützten Naturdenkmäler im Kanton Bern*, Stand 1. Januar 1953. Mitt. Bern, N.F. 10, 110.
- JAHN, A. (1857): *Chronik des Kantons Bern*. Bern (Stämpfli) u. Zürich (Schulthess).
- JENNY, F., BALTZER, A. und KISSLING, E. (1896): *Geologische Excursionskarte der Umgebungen von Bern 1:25000*. Beitr. Schweiz 30.
- KIENER, M. (1934): *Beitrag zur Orographie des westschweizerischen Mittellandes*. Jb. geogr. Ges. Bern 1934, 5.
- KISSLING, E. (1890): *Die versteinerten Thier- und Pflanzenreste der Umgebung von Bern*. Bern (Wyss).
- (1903): *Die schweizerischen Molassekohlen westlich der Reuss*. Beitr. Schweiz, geotechn. 2.
- Kommission (1911): *Bericht der Kommission für Erhaltung erratischer Blöcke im Kanton Bern über ihre Tätigkeit im Jahre 1909*. Mitt. Bern 1910, 1.
- KOPP, J. (1947): *Zur Tektonik der westschweizerischen Molasse*. Eclogae 39, 269.
- LAPPARENT, A. DE (1898): *Marmites torrentielles dans la Sarine*. La Nature 26, 3.
- LETSCHE, E., ZSCHOKKE, B., ROLLIER, L. und MOSER R. (1907): *Die schweizerischen Tonlager*. Beitr. Schweiz, geotechn. 4.
- LÜTTIG, G. (1959): *Eiszeit-Stadium-Phase-Staffel. Eine nomenklatorische Betrachtung*. Geol. Jb. 76, 235.
- MEYER-AHRENS, C. (1867): *Die Heilquellen und Kurorte der Schweiz*. 2. Ausg. Zürich (Orelli Füßli).
- MICHEL, G. (1907): *Contribution à l'étude des cours d'eau du plateau fribourgeois. Gérine, Gotteron, Taferna*. Bull. Soc. neuchâtel. Géogr. 18, 88.
- (1910): *Les «coudes de capture» du pays fribourgeois. Contribution à l'étude des cours d'eau du plateau suisse*. Mém. Soc. fribourg. Sci. nat., Géol. Géogr. VII, 1.
- Mineralquellen (1937): *Die Mineral- und Heilquellen der Schweiz*. Hrg. schweiz. Ver. analyt. Chemiker, eidg. Gesundheitsamt u. schweiz.

- Ges. Balneologie u. Klimatologie, unter Mitarbeit v. J. Cadisch, A. Keller, A. Nussberger und J. Werder. Bern (Zimmermann).
- MOLLET, H. (1927): *Ein alter Senselauf*. Eclogae 20, 229.
- MORELL, C. F. (1788): *Entdeckung eines neuen Mineralalkali ohnweit Schwarzburg im Kanton Bern und Freyburg*. Chem. Ann., hrg. v. Crell 1788/2, 222.
- MORNOD, L. (1952): *Hydrogéologie: Rôle et application dans le domaine de l'eau potable*. Bull. mens. Soc. suisse Industr. Gaz et Eaux 1952, 1.
- MUSY, M. (1884): *Notice géologique et technique sur les carrières du canton de Fribourg*. Bull. fribourg. 3e à 4e année, 21.
- NICOLAS, R. (1923): *Streifzüge um Bern*. Bern (Francke).
- NUSSBAUM, F. (1906): *Die eiszeitliche Vergletscherung des Saanegebietes*. Jb. geogr. Ges. Bern 20, 1.
- (1909): *Über Diluvialbildungen zwischen Bern und Schwarzenburg*. Mitt. Bern 1908, XI.
 - (1910): *Block bei Borisried*. In: Bericht der Kommission für Erhaltung erratischer Blöcke im Kanton Bern über ihre Tätigkeit im Jahr 1909. Mitt. Bern 1910, 11.
 - (1916): *Morphologische und anthropogeographische Erscheinungen der Landschaften von Schwarzenburg und Guggisberg*. Mitt. Bern 1915, XL.
 - (1922): *Das Moränengebiet des diluvialen Aaregletschers zwischen Thun und Bern*. Mitt. Bern 1921, 42.
 - (1926): *Zur Morphologie der Landschaft von Schwarzenburg*. Mitt. Bern 1925, VIII.
 - (1934): *Ältere und jüngere Diluvialschotter bei Bern*. Eclogae 27, 352.
 - (1936): *Exkursionskarte der Umgebung von Bern*, geologisch bearbeitet 1:75000, I. Aufl. 1922, II. Aufl. 1936. Bern (Kümmerly und Frey).
 - (1939): *Über Eiszeiten und Flussverlegungen in der Westschweiz*. Mitt. Bern 1938, VIII.
 - (1956): *Über die geologisch-geographische Beschaffenheit des Amtsbezirks Schwarzenburg*. Guggisberg Jb. 1954/56, 3.
- OERTLI, H. J. (1956): *Ostrakoden aus der oligozänen und miozänen Molasse der Schweiz*. Schweiz. paläont. Abh. 74, 1.
- PAYOT, R. et JAQUEROD, A. (1953): *Distribution de la radioactivité en Suisse*. Mém. Soc. Phys. Hist. nat. Genève 42, 253.
- PENCK, A. und BRÜCKNER, E. (1902/09): *Die Alpen im Eiszeitalter*. Leipzig (Tauchnitz).
- RAMSEYER, R. (1952): *Geologie des Wistenlacherberges (Mont Vully) und der Umgebung von Murten (Kt. Freiburg)*. Eclogae 45, 165.
- RUTSCH, R. F. (1926): *Zur Stratigraphie und Tektonik der Molasse südlich von Bern*. Eclogae 19, 673.
- (1928): *Geologie des Belpbergs*. Mitt. Bern 1927, 1.
 - (1929): *Die Gastropoden des subalpinen Helvétien der Schweiz und des Vorarlbergs*. Abh. schweiz. paläont. Ges. 49.
 - (1933): *Beiträge zur Geologie der Umgebung von Bern*. Beitr. Schweiz, N.F. 66.
 - (1945): *Neue Auffassungen über die Entstehung der Molasse-Sedimente*. Eclogae 38, 407.

- (1947): *Molasse und Quartär im Gebiet des Siegfriedblattes Rüeeggisberg (Kanton Bern)*. Beitr. Schweiz, N.F. 87.
 - (1948): *Geology of the Molasse Region to the South of Berne*. Proc. geol. Ass. London 59, 182.
 - (1949a): *Die Bedeutung der Fossil-Deformation*. Bull. VSP 15/49, 5.
 - (1949b): *Geologischer Bericht über die Grundwasservorkommen im Flussgebiet 36: Sense bis Schwarzwassermündung*. Manuskript. Wasserrechtsamt Kt. Bern.
 - (1949c): *Geologischer Bericht über die Grundwasservorkommen im Flussgebiet 37: Schwarzwasser*. Manuskript. Wasserrechtsamt Kt. Bern.
 - (1950): *Geologischer Bericht über die Grundwasservorkommen im Flussgebiet 38: Sense und Saane vom Schwarzwasser bis zur Aare*. Manuskript. Wasserrechtsamt Kt. Bern.
 - (1952a): *Geologische Probleme der Erschliessung unterirdischer Wasservorkommen*. Monatsbull. schweiz. Ver. Gas- u. Wasserfachmänner 1952, 157.
 - (1952b): *Geologisches Panorama vom Leuenberg, südlich von Bern*. Topogr. Zeichnung v. M. Adrian. Bern (Kümmerly und Frey).
 - (1956): *Die fazielle Bedeutung der Crassostreen (Ostreidae, Mollusca) im Helvétien der Umgebung von Bern*. Eclogae 48, 543.
 - (1958a): *Das Typusprofil des Helvétien*. Eclogae 51, 107.
 - (1958b): *Eine Strukturkarte der Molasse zwischen Kiesen und Taferna*. Bull. VSP 25/68, 25.
 - (1964): *Treibholz mit Bohrgängen des Schiffsbohrwurms aus der Oberen Meeresmolasse bei Oberscherli (Kt. Bern)*. Mitt. Bern, N.F. 21, XII.
 - (1966): *Bericht über die Exkursionen*. Committee on Mediterranean Neogene Stratigraphy: Proc. 3rd Sess. Berne. Leiden (Brill).
 - (1967a): *Geologischer Führer der Schweiz, Exkursion Nr. 15: Biel-Bern-Thun*. Basel (Wepf), 44.
 - (1967b): *Leitgesteine des rissseiszeitlichen Rhonegletschers im Ob. Emmental und Napfgebiet (Kt. Bern und Luzern)*. Mitt. Bern, N.F. 24, 26.
- RUTSCH, R. F. und FRASSON, B. (1953): *Geologischer Atlas der Schweiz, Blatt 26 (332 Neuenegg, 333 Oberbalm, 334 Schwarzenburg, 335 Rüeeggisberg)*. Bern (Kümmerly und Frey).
- RUTSCH, R. F. und HÜGI, TH. (1956): *Bemerkungen zur Arbeit von F. Hofmann: Beziehungen zwischen Tektonik, Sedimentation und Vulkanismus im schweizerischen Molassebecken*. Bull. VSP 22/63, 33.
- RUTSCH, R. F., DROOGER, C. W. und OERTLI, H. J. (1958): *Neue Helvétien-Faunen aus der Molasse zwischen Aare und Emme*. Mitt. Bern, N.F. 16, 1.
- RUTSCH, R. F. und STEININGER, F. (1961): *Eine neue Pecten-Art aus dem Typus-Profil des Helvétien südlich von Bern (Schweiz)*. Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. I, 170/3 und 4, 165.
- SARKISYAN, S. G. (1959): *The Fifth International Congress on Sedimentology in Switzerland. Excursion to Berne Vicinities*. Nation. sci.-tech. Committee Ministries RSFSR. – Nation. Inst. sci. Invest. for sci.-tech. Inform. [russ.]. Moscow.

- SCHARDT, H. (1920): *Sur les cours interglaciaires et préglaciaires de la Sarine dans le canton de Fribourg*. Eclogae 15, 465.
- (1932): *Geologische Verhältnisse. Werk Flamatt*. In: Die verfügbaren Wasserkräfte der Schweiz. I. Teil: *Allgemeine Ausführungen und Speicherungsmöglichkeiten im Aaregebiet*. Mitt. Amt Wasserwirtschaft 25.
- SCHNITTMANN, F. X. (1926): *Über kristalline alluviale und diluviale Saane-Gerölle*. Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 6, 359.
- SCHUPPLI, H. M. (1950): *Erdölgeologische Untersuchungen in der Schweiz*, III. Teil, 8 Abschn. *Ölgeologische Untersuchungen im Schweizer Mittelland zwischen Solothurn und Moudon*. Beitr. Schweiz, geotechn. 26/3.
- SEILACHER, A. (1953): *Die fossilen Ruhespuren (Cubichnia)*. N. Jb. Geol. Paläont. 98, 87.
- STEHLIN, H. G. (1914): *Übersicht über die Säugetiere der schweizerischen Molasseformation, ihre Funde und ihre stratigraphische Verbreitung*. Verh. natf. Ges. Basel 25, 179.
- STEWART SHARPE, C.F. (1960): *Landslides and related phenomena*. New Jersey (Pageant Books Inc.).
- STUDER, B. (1825): *Beyträge zu einer Monographie der Molasse*. Bern (Jenni).
- (1867): *Geologische Mitteilungen*. Mitt. Bern 1866, 293.
- STUDER, TH. (1889): *Über die Arctomysreste aus dem Diluvium der Umgegend von Bern*. Mitt. Bern 1888, 71.
- (1896): *Die Säugetierreste aus den marinen Molasseablagerungen von Brüttelen*. Abh. schweiz. paläont. Ges. 22.
- TERCIER, J. und BIERI, P. (1961): *Geologischer Atlas der Schweiz 1:25 000*. Blatt 36: *Gurnigel*. Bern (Kümmerly und Frey).
- THALMANN, H. (1923): *Die Fauna des Vindobonien vom Imihubel bei Niedermuhlern (Kt. Bern)*. Eclogae 18, 366.
- VAN DER LINDEN, W. J. M. (1960): *Eine sedimentologische Beschreibung des Burdigals in der schweizerischen mittelländischen Molasse*. Manuskript.
- (1963): *Sedimentary structures and facies interpretation of some Molasse deposits. Sense-Schwarzwasser area, Canton Berne, Switzerland*. Eindhoven (De Wereld).
- VERNET, J. P. (1959): *Etudes sédimentologiques et pétrographiques des Formations Tertiaires et Quaternaires de la partie occidentale du Plateau suisse*. Eclogae 51, 1115.
- VOEGELI, H. P. (1963): *Zur Kenntnis des Quartärs im Gebiet zwischen Sense und Schwarzwasser*. Diss. natw.-math. Fak. Albert-Ludwigs-Univ. Freiburg i. Br.
- VOKES, H. E. and COX, L. R. (1961): *Proposal to validate the generic name Panopea Ménard de la Groye 1807 (Mollusca: Bivalvia) under the plenary powers, together with certain related proposals*. Bull. zool. Nomencl. 18, 184.
- Wasserversorgung der Stadt Bern (1958): *Übersichtskarte 1:25 000*, Ausgabe 1958: Blatt 1186 *Schwarzenburg*.
- WINTERHALTER, R. V., SCHNEIDER, T. R. und SCHIELLY, H. (1964): *Terrainbewegungen*. Schweiz. Ges. Bodenmech. u. Foundationstechnik Nr. 57.

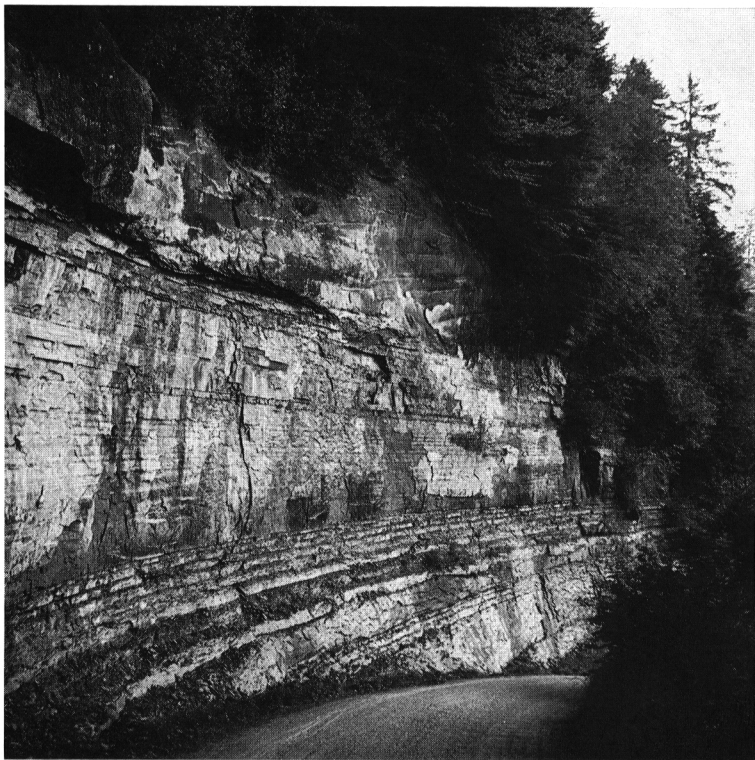


Photo: Koninkl. Shell Exploratie en Productie Labor
(Rijswijk, Holland).

Sedimentogene Strukturen in den Senseschichten («Burdigalien») an der Strasse Ruchmühle–Niedereichi (Koord. 592400/188500). Wechsel von feinkörnigem Sandstein und siltigem Ton (mit Rippeln) in \pm paralleler Lagerung, im unteren Teil der Schichtfolge. Im oberen Drittel: Schräggeschichteter Sandstein mit einzelnen Geröllen an der Basis. Rinnenbildung an der Basis des Sandsteins.

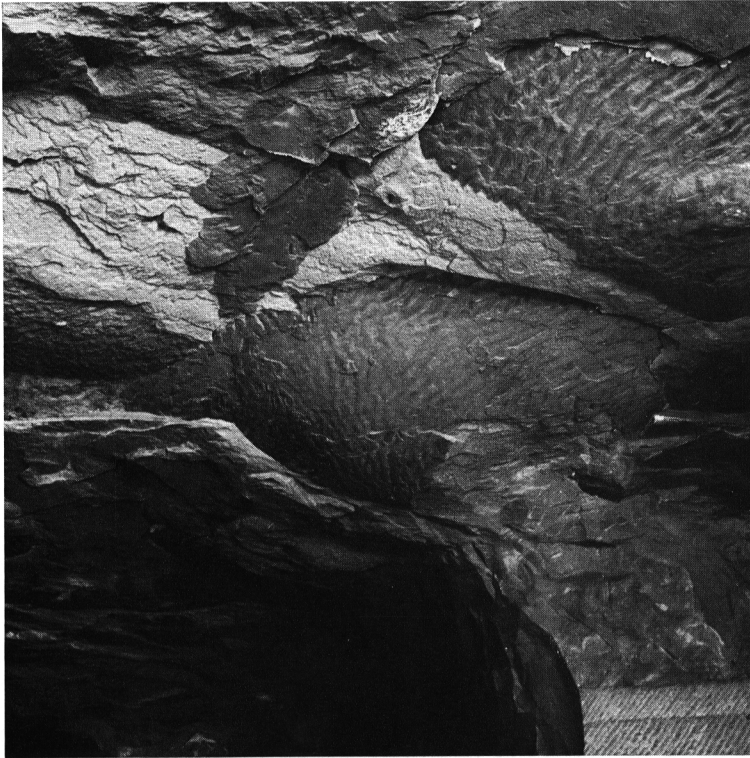


Photo: Koninkl. Shell Exploratie en Productie Labor
(Rijswijk, Holland).

Sedimentogene Strukturen in den Senseschichten («Burdigalien») im Steinbruch Ruchmühle bei Niedereichi (Koord. 592400/188325). Gerippte Ausmoldungen an der Basis des in Taf. I im oberen Teil des Bildes sichtbaren Sandsteins. *Untersicht* an die Decke der Kaverne des Steinbruchs.

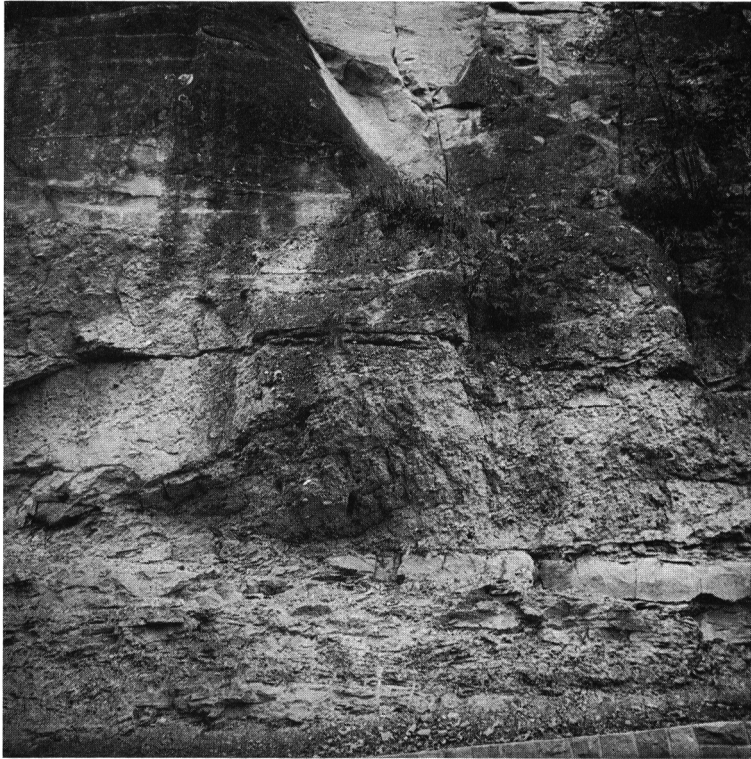


Photo: Koninkl. Shell Exploratie en Productie Labor
(Rijswijk, Holland).

Strasse Sodbachmühle-Schwarzenburg (Koord. 591125/185450). Basis der
Senseschichten («Burdigalien»). Schrägschichtung in der Scherlinagelfluh.



Photo: Koninkl. Shell Exploratie en Productie Labor
(Rijswijk, Holland).

Strasse Sodbachmühle-Schwarzenburg (Koord. 591125/185450). Sense-
schichten («Burdigalien»). Sandlinsen als Einlagerung in kreuzgeschichteten
Bänken der Scherlinagelfluh.



Photo: Koninkl. Shell Exploratie en Productie Labor
(Rijswijk, Holland).

Belpbergsschichten («Helvétien») an der Strasse Wislisau–Rüschegg-Graben bei P. 732, E Scheurried (Koord. 597675/183375). Wechsel von Sandstein und gerippten feinsandig-siltig-tonigen Ablagerungen («blaugraue Schiefermergel»). Im obersten Drittel «slumpstructures» im Sandstein, im unteren Drittel «slumpballs». Rechts oben ein Grabgang («Steinzylinder»).

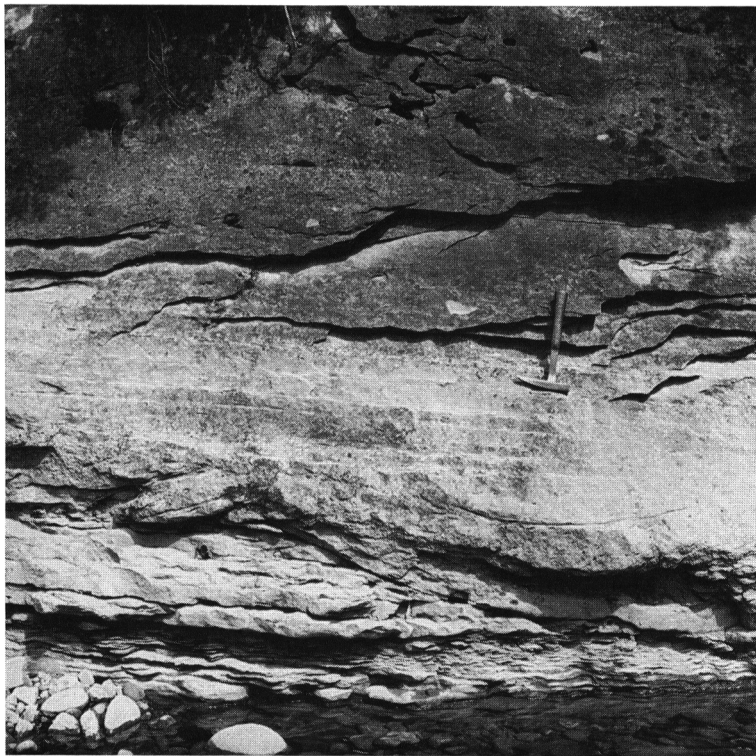


Photo: Koninkl. Shell Exploratie en Productie Labor
(Rijswijk, Holland).

Belpbergsschichten («Helvétien») in der Schwarzwasserschluft S Wislisau
(Koord. 597750/183875). Rinnenbildung an der Basis eines kreuzgeschich-
teten Sandsteins über einer Wechsellagerung gerippelter, feinsandig-toniger
Schichten.

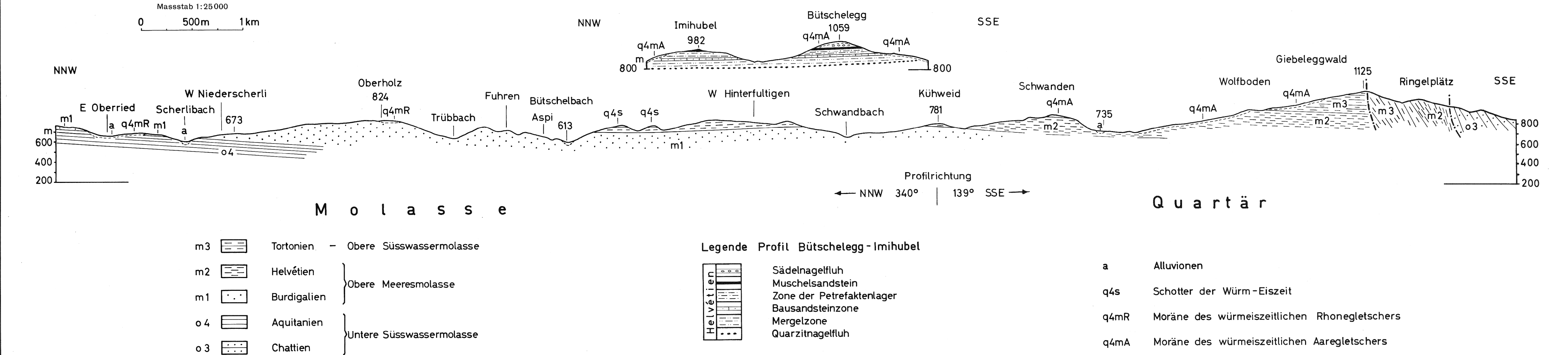


Photo: H. P. Voegeli.

Waldgasse S Schwarzenburg (Koord. 591675/183750). Verwitterungskörper
in den Zelg-Schottern (Riss).

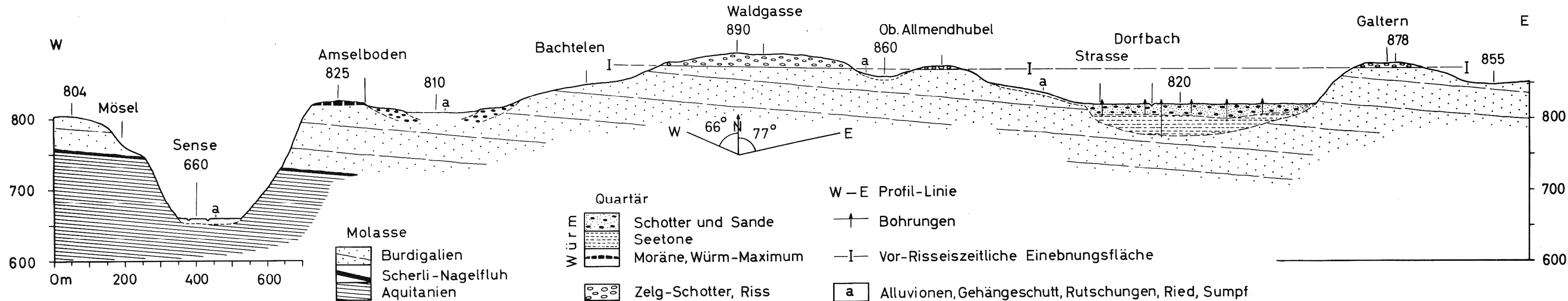
Geologisches Querprofil zwischen Niederscherli und Giebelegg

von
R. F. Rutsch



von
R. F. Rutsch

Längenmassstab: 1:10 000
Höhenmassstab: 1:5 000



Versuch einer geomorphologischen Kartenskizze

von
R. F. Rutsch

Denudationsterrassen in der miocänen Molasse

- 1100 m – Fläche
- 1000 m – Fläche

Vorrisszeitliche Einebnungsfläche mit isolierten Vorkommen von Zelgschottern

- 920–900 m – Fläche
- 880–860 m – Fläche
- Vorkommen von Zelgschottern

Schotterflächen des Würm-Maximums

- Stauschotterfläche in 810–800 m (Schwarzenburg, Elisried, NW Hinterfultigen)

Schotterflächen der Würm-Rückzugsphasen

- Aaregletscher (Muri/Riggisberg)
- Rhonegletscher (Nordphase) Entwässerung zur Aare
- Rhonegletscher (Westphase) Entwässerung zur Saane

Schotterflächen des Spät- bis Postglazials

- Terrasse von Noflen

Präwürmeiszeitliches Gewässernetz (Riss/Würm-Interglazial)

- Tallauf nachgewiesen oder wahrscheinlich
- Tallauf vermutet

Würmeiszeitliches Gewässernetz

- Abflussrichtung bedingt durch die Rückzugsphasen des Aaregletschers
- Abflussrichtung bedingt durch die Rückzugsphasen des Rhonegletschers (ausserhalb der präwürmeiszeitlichen Talrichtungen)

Spät- bis postglaziales Gewässernetz

- Durch spät- bis postglaziale rückschreitende Erosion entgegen der ursprünglichen Richtung entwässerte Talabschnitte
- Heutiges Gewässernetz

