

GEOLOGISCHE KOMMISSION
DER SCHWEIZ. NATURFORSCH. GESELLSCHAFT

COMMISSION GÉOLOGIQUE
DE LA SOC. HELV. DES SCIENCES NATURELLES

Geologischer Atlas
der Schweiz
1: 25 000

Atlas géologique
de la Suisse
1: 25 000

Auf Kosten der Eidgenossenschaft herausgegeben
von der Geologischen Kommission
der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft,
Präsident der Kommission: A. BUXTORF

Publié aux frais de la Confédération
par la Commission géologique
de la Société helvétique des Sciences naturelles,
M. A. BUXTORF étant Président de la Commission

Blätter:

186 Beromünster	187 Hochdorf
188 Sempach	189 Eschenbach

(Atlasblatt 18)

Erläuterungen

verfasst von

J. KOPP

mit 1 Textfigur und 1 Tafel

1945

In Kommission bei Kümmerly & Frey A. G., Geographischer Verlag, Bern

VORWORT DER GEOLOGISCHEN KOMMISSION

Die geologische Kartierung des *Atlasblattes 186-189 Bero-münster-Hochdorf-Sempach-Eschenbach* ist im Auftrag der Geologischen Kommission von Herrn Dr. J. Kopp, Ebikon bei Luzern, in den Jahren 1935-37 und 1940-41 ausgeführt worden. Von 1935-36 wurden diese Aufnahmen durch einen Kredit des Erziehungsdepartements des Kantons Luzern unterstützt, wofür wir dieser Amtsstelle unsern besten Dank aussprechen.

Basel, im Juni 1945.

Für die Geologische Kommission
der Schweiz. Naturf. Gesellschaft
der Präsident:

A. Buxtorf.

INHALTSÜBERSICHT

	Seite
Einleitung	4
Stratigraphie	6
Tertiär (Miocaen)	6
Helvétien	6
Tortonien	8
Quartär	9
Diluvium	9
Moränen der letzten Vergletscherung	9
Schotter des obern Seetales und von Beromünster	13
Alluvium	14
Tektonik	17
Quellen und Grundwasser	18
Nutzbare Ablagerungen	19
Talgeschichte und Morphologie	20
Entstehung der Molassetäler	21
Landschaftsformen	23
Seen	25
Reuss- und Rontal (SE-Ecke des Kartenblattes)	26
Veränderung der Landschaft durch den Menschen	27
Literatur	29



EINLEITUNG

Das Gebiet des Atlasblattes 186–189: Beromünster–Hochdorf–Sempach–Eschenbach liegt ganz im mittelschweizerischen Molasseland; die allgemeine geologische Lage ist am besten ersichtlich aus der Spezialkarte 1: „Glazialgeologische Übersichtskarte 1: 500 000“ (rechts am Rand des Kartenblattes), während Spezialkarte 2 (unten am Rand rechts) über die morphologisch-tektonischen Verhältnisse orientiert.

Politisch gehört das Kartengebiet grösstenteils zum Kanton Luzern; nur die NE-Ecke*) bildet den obern Teil des zum Kanton Aargau gehörenden Freiamtes.

Aus den Spezialkarten und dem Atlasblatt ist ersichtlich, dass das Gebiet von mehreren Tälern durchzogen wird, die fächerförmig von SE nach NW, bzw. N verlaufen. Von W nach E gehend, können dadurch folgende Gebietsteile unterschieden werden:

1. der obere Teil des Sempachersees mit dem Zufluss Grosse Aa;
2. der oberste Teil des Winentals, durchflossen von der Winon (weiter N Wina genannt), mit den Ortschaften Neudorf und Beromünster; dieser Gebietsteil wird auch Michelsamt genannt;
3. der obere Teil des Seetals mit dem Baldeggersee und seinem Zufluss, der Ron. Die drei genannten Täler sind der Aare tributär (vgl. Spezialkarte 1).
4. ENE des Baldeggersees reicht das S-Ende des Lindenberges eben noch in das Kartengebiet hinein (vgl. auch Spezialkarte 1).
5. Die S- und E-Abhänge des Lindenberges gehören zum Flussgebiet der Reuss; diese quert — parallel zum Streichen der Molasseschichten verlaufend — die SE-Ecke des Kartengebietes und fliesst dann (vgl. Spezialkarte 1) — nur wenig östlich seines E-Randes — gegen N zu. Die auf der Karte angegebenen Ortschaften: Dietwil, Oberrüti, Sins und Ober-Reusslegg liegen am linken Talhang der Reuss.

*) N = Norden, nördlich

S = Süden, südlich

E = Osten, östlich

W = Westen, westlich

Die Wasserscheide zwischen der Reuss und den Zuflüssen des Baldegger- und Sempachersees verläuft vom Südende des Lindbergs südwärts gegen Hohenrain, Ballwil und Eschenbach, wendet sich dann westwärts gegen Rain und hierauf gegen SSW zu; landschaftlich tritt sie aber südlich Hohenrain sehr wenig hervor.

Im allgemeinen herrschen sanfte Geländeformen vor, in die der Baldegger- und Sempachersee eingebettet liegen. Die höchsten Erhebungen sind der schon erwähnte Lindenberg, dessen Südende auf unserm Kartenblatt noch die Höhe von 850 m ü. M. erreicht.

Zwischen Seetal und Winontal (Michelsamt) erhebt sich der breite Rücken des Kühwaldes (814 m) und Herlisbergerwaldes, zwischen Winontal und Sempachersee der Blosenberg (804,0 m) auf dessen nördlicher Kulmination (P. 801,2) der fast 300 m hohe Sendeturm des Landessenders Beromünster errichtet ist.

Wie die Karte zeigt, ist der grösste Teil des Gebietes von Ablagerungen der letzten Eiszeit (Würm-Vergletscherung) bedeckt; nur im südlichen Teil tritt die Molasse in grösserer Verbreitung zutage.

Die diesen Erläuterungen beigegebene Tafel 1: „*Geologische Profile durch die mittelländische Molasse zwischen oberem Freiamt und Sempachersee*“ lässt erkennen, dass innerhalb des Molassegebietes zwei Teile zu unterscheiden sind:

In der SE-Ecke des Kartenblattes, in der Umgebung von Root, zeigt die Molasseserie, die hier vom Helvétien bis ins Tortonien reicht, ausgesprochenes Einfallen (bis 28°) gegen NW zu (vgl. Profil 1 der Tafel 1 und Fig. 1, S. 7). Diese Aufrichtung der Schichten am Südrand des Mittellandes ist auf alpinen Einfluss zurückzuführen; wir befinden uns hier am N-Rande der sog. gefalteten subalpinen Molasse.

Im Gegensatz hiezu weist der übrige, ausschliesslich von Ablagerungen des Tortonien gebildete Molasseanteil des Kartengebietes nur sehr wenig gestörte Lagerung auf; immerhin hat die Neuuntersuchung ergeben, dass sich eine sehr flache Antiklinale (vgl. Profil 5 der Tafel 1) und eine ebenso sanfte Synklinale feststellen lassen (vgl. Profil 1). Näheres hierüber siehe Abschnitt Tektonik (S. 17).

STRATIGRAPHIE

TERTIÄR (Miocaen)

m₃ Helvétien = Obere Meeresmolasse, oberer Teil (Rotsee-Schichten von F. J. KAUFMANN)

Eine ausführliche Beschreibung des Helvétien, das auf dem Gebiet unseres Atlasblattes nur in der SE-Ecke, in der Umgebung von Root, aufgeschlossen ist, wird in den Erläuterungen zum Atlasblatt Rothenburg-Luzern (Luzernersee) gegeben werden. Hier sei nur auf folgende Aufschlüsse hingewiesen:

Marine Sandsteine mit Bänken von bunter Nagelfluh treten am Felsrücken W Root auf. Im Tobel bei Bründli S Root kommt über dem gegen S zu verbreiteten Luzernersandstein (Burdigalien) der Basismergel des Helvétien zum Vorschein. Einen sehr guten Einblick in die stratigraphischen Verhältnisse des untersten Teils des Helvétien vermitteln die Aufschlüsse in der Bachrinne oberhalb des Scheibenstandes von Root [Koordinaten 672,43/218,1]. Über die hier feststellbare Schichtfolge orientiert die nebenstehende Figur 1:

Nach den Bestimmungen von Herrn Pd. Dr. R. RUTSCH, Bern, dem auch an dieser Stelle für die Mithilfe bestens gedankt sei, sind in Schicht 8 vertreten:

Chlamys (Flexopecten) palmata (LAMARCK) ??,

Pecten spec. indet.,

Tapes (Callistotapes) vetulus BASTEROT,

Cardium (Trachycardium) multicostatum BROCCHI ??,

Calliostoma sp. indet.

Über den Erhaltungszustand und das Alter schreibt Herr Dr. RUTSCH: „Die Fossilien sind tektonisch stark deformiert. Leitformen des Helvétien finden sich leider nicht darunter, so dass eine eindeutige Unterscheidung vom Burdigalien nicht möglich ist; immerhin spricht die Assoziation eher für Helvétien als für Burdigalien. Die Fauna ist rein marin.“ Dieser paläontologische Befund stimmt mit der stratigraphischen Lage der Fossilischiht, die sich an der Basis des Helvétien befindet, gut überein.

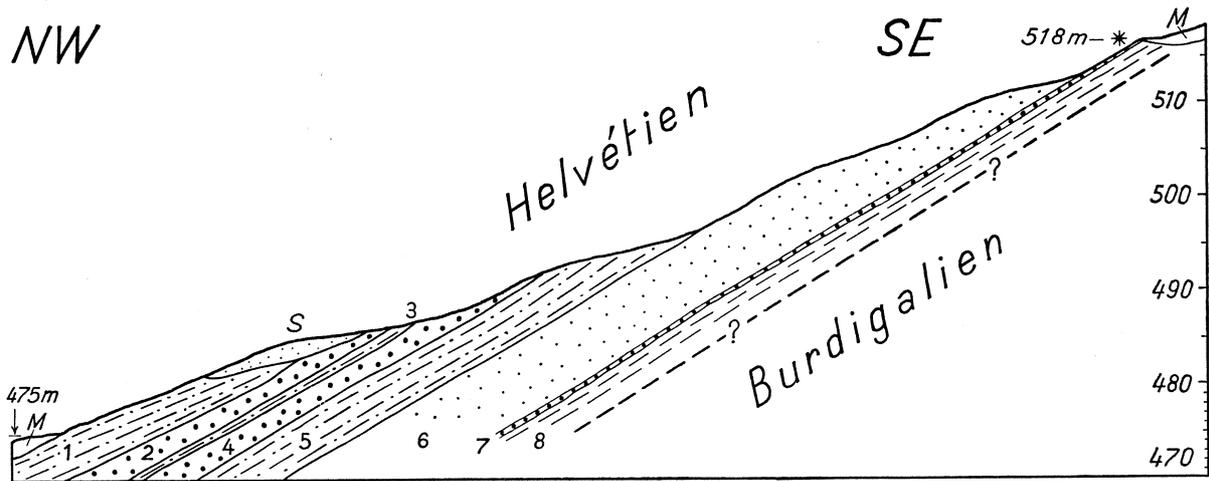


Fig. 1. Profil durch die Basis des Helvétien in der Runse oberhalb des Scheibenstandes Roof.

1. Grauer Mergelsandstein.
2. Harter grober Sandstein mit haselnussgrossen bunten Geröllen und Trümmern von Austernschalen.
3. 30 cm Mergel und Mergelsandstein.
4. wie Schicht 2.
5. Graue sandige Mergel.
6. Blaugrauer Sandstein mit muscheligen Bruch.

7. sehr harte Gesteinsbank erfüllt mit schlecht erhaltenen Lamellibranchierschalen.
8. Graue Mergel (wahrscheinlich Basismergel des Helvétien).

M = Moräne.

S = Schutt.

* Fossilfundstelle (auf Karte angegeben).

Masstab 1:800.

m₄ Tortonien. Obere Süßwassermolasse

(Albis-Schichten von H. C. ESCHER und F. J. KAUFMANN)

Mit Ausnahme des eben erwähnten kleinen Gebietes bei Root gehören alle Molassegesteine des Atlasblattes dieser Stufe an. Das Tortonien besteht vorwiegend aus Sandsteinen, Mergelsandsteinen und Mergeln; ausserdem treten untergeordnet Nagelfluh und Süßwasserkalk auf.

Sandsteine. Es sind vorwiegend schlecht geschichtete, graue, mehr oder weniger glimmerhaltige Sandsteine vorhanden. Häufig treten in den Sandsteinen Knauern auf, die sich durch höhern Kalkgehalt vom übrigen Gestein unterscheiden (Knauersandsteine). Den Übergang zu den Mergeln vermitteln die Mergelsandsteine. Gelegentlich trifft man Sandsteine mit Diagonalschichtung.

Am besten lassen sich die Sandsteine in den Bachtobeln wahrnehmen, wo sie häufig Steilstufen und kleine Wasserfälle bedingen.

Feinkonglomeratischer Sandstein. Eine Bank von feinkonglomeratischem Sandstein tritt im oberen Tortonien N oberhalb des zwischen den Dörfern Hildisrieden und Rain gelegenen Gehöfts Eiferlingen [661-62/221,8-9] auf. Sie führt haselnuss-grosse Gerölle von Eruptivgesteinen und wäre mit bunter Nagelfluh zu vergleichen.

Mergel. Meterdicke Lagen von grauen Mergeln sind allenthalben in die Sandsteine eingelagert. Nicht selten kann man in den Mergeln dm-dicke, dunkelgraue bis schwärzliche Lagen wahrnehmen, die stellenweise Bitumengeruch aufweisen. In solchen Mergeln finden sich an mehreren Orten Schneckenschalen (Heliciden). KAUFMANN (lit. 7, S. 305) erwähnt Heliciden-führende bituminöse Mergel bei der Ruine Nünegg bei Lieli [665,5/229,1] und von Isenringen [665,75/219,8] SW Eschenbach; die erstgenannte Fundstelle konnte nicht wieder aufgefunden werden; sie dürfte heute überwachsen sein.

Süßwasserkalk tritt in dm-dicken Lagen im Kramiswald E Ballwil [668,5-8/223,1] und im Dünkelbachtobel unterhalb Schloss Heidegg [663,1-2/229,98] auf. Die Profilkonstruktion spricht dafür, dass es sich, wie in Profil 1, Tafel 1 dargestellt, an beiden Orten um den gleichen Süßwasserkalkhorizont handelt. Die Süßwasserkalke sind bituminös und führen nicht näher bestimmbare Planorbissschalen.

QUARTÄR

DILUVIUM

Sehen wir zunächst ab von den ihrem Alter nach nicht genau datierbaren Schottern des obern Seetales und von Beromünster, so sind als älteste Quartärablagerungen zu nennen die

q_{4m} **Moränen der letzten Vergletscherung (Würm-Eiszeit).**

Das Atlasblatt liegt ganz im Ausbreitungsgebiet des Reussgletschers (vgl. Spezialkarte 1). R. FREI (lit. 2) vertrat zwar die Ansicht, der Brünig-Arm des Aaregletschers habe sich bis ins Sempachertal erstreckt; allein es konnten keine Beweise für diese Annahme gefunden werden. Das Vorkommen von Windgällen-Porphyr in einer Kiesgrube bei Büron (5 km NNW des Unterendes des Sempachersees) spricht dafür, dass das Sempacher- und Suhrental in der letzten Eiszeit vom Reussgletscher durchflossen war; die Grenze zwischen dem Mischgebiet Aare-Brünig-Reussgletscher und Reussgletscher wird deshalb von mir im SW des Sempachersees angenommen (vgl. Spezialkarte 1).

Wie Spezialkarte 1 zeigt, können bei den Moränen der letzten Eiszeit (Würm) Ablagerungen des Würm-Maximums: sog. Killwangen-Stadium, und zweier Rückzugsstadien: Schlieren- und Zürich-Stadium unterschieden werden.

Die Moränen des maximalen Standes liegen N ausserhalb des Gebietes des Atlasblattes.

Dagegen ist das

q_{4s} **Schlieren-Stadium**, das ebenfalls nordwärts über unser Gebiet hinausgereicht hat, durch randliche Moränenwälle vertreten. Hieher zu zählen ist der markante Wall, der sich am S-Hang des Lindenberges von der Höhe NW ob Oberillau [667/229,5] nach Horben (N ausserhalb des Kartengebietes) hinunterzieht. Wahrscheinlich gehört dieser Wall dem Schlieren-Stadium an; er würde gegen N zusammenhängen mit der Endmoräne von Seengen, die den N-Abschluss des Hallwilersees bildet (vgl. Spezialkarte 1).

Einem wesentlich kleinern Stand der Würm-Vergletscherung entsprechen — wie Spezialkarte 1 zeigt — die Moränen des

q_{4z} **Zürich-Stadiums**. Dieses Stadium ist auf unserem Kartengebiet durch eine grössere Zahl ausgezeichneter Moränenwälle vertreten.

Von der Wasserscheide zwischen Seetal und Freiamt WNW oberhalb Holderstock [668/227] lassen sich zwei parallel verlaufende Wälle dieses Stadiums auf der rechten Seite des Seetals

nach NW über Lieli [665/229] und E ob Gelfingen vorbei nach Ermensee verfolgen (N ausserhalb des Atlasblattes, aber auf Spezialkarte 1 angegeben), wo seine Endmoränenwälle das Becken des Baldeggersees abschliessen. SE Gelfingen treten zu den beiden äussern Wällen noch einige kleine, innere Wälle dazu.

Auf der linken Seite des Seetals, westlich des Baldeggersees, ziehen mehrere Wälle des Zürich-Stadiums gegen Hinterzelg [660,8/227,6] hinauf; sie sind SE und N Hinterzelg gegen den See zu von kleinern Wällen begleitet, die stellenweise markante Terrainkanten bedingen und zeitlich mit den Wällen E Gelfingen verglichen werden können. Die Hauptwälle verlaufen bis E unterhalb Römerswil, dann tritt auf kurzer Strecke ein Unterbruch ein. Bei Hubel [661,4/223,8] setzt aber der Wall wieder ein, und wir können ihn nun gegen W zu gegen den Sempachersee ununterbrochen verfolgen bis an den W-Rand des Kartengebietes [655/223,4]; von hier aus würde er sich fortsetzen in den Moränenbogen von Sursee, der den Sempachersee nach unten abschliesst (vgl. Spezialkarte 1).

Der Rückzug vom Schlieren- zum Zürich-Stadium hat sich über einen langen Zeitraum erstreckt; das hatte zur Folge, dass innerhalb unseres Kartengebietes zwischen den Wällen der genannten Stadien Moränenbildungen in grosser Zahl abgelagert wurden, die wir als

Moränen zwischen Schlieren- und Zürich-Stadium

bezeichnen können. Hieber gehörende Wälle trifft man zunächst an den Hängen des Lindenbergs, und zwar im Grundwald E Oberillau [667,9/229,7] und bei P. 765,9 NE Lieli [665,5/229,65]. Eventuell entspricht diesen Moränenzügen der Wall bei Waldhaus oberhalb Herlisberg [659,4/228,4] im W des Baldeggersees.

Von Bällets matt ob Römerswil [660,5/224,6] zieht sich mit Unterbrechungen ein Wall nordwärts über Hinterludigen-Oberreinach-Herlisberg zum obern Waldrand des Erlösenwaldes.

Diesem Zwischenstadium, das etwas jünger ist als das der eben erwähnten Wälle, entspricht wahrscheinlich der markante Wall, der sich E über dem Sempachersee von Brand [655,3/224] ostwärts gegen den S-Rand des Mohrentalerwaldes verfolgen lässt. N ob Ober Hundgellen biegt er nach NW ab zum Kohlhubel und gegen den Emmenwilerwald [656,6/224,9]. Nach einem Unterbruch von mehr als 2 km findet dieser Wall nordwärts seine Fortsetzung in dem äussern Endmoränenwall des Zungenbeckens von Beromünster, der von Erlösen [656,4/227,4] über Schlössli - Schanz und von hier in ESE-Richtung über Sandhügel [657,4/229] zum P. 698,3 [658,2/228,7] verläuft.

Etwas älter als dieser Wall ist derjenige von Obermoos [656/228] - Locheten - Sagen - Bogeten [556/230] N von Gunzwil. Eine jüngere Endmoräne verläuft S Beromünster vom Studerhubel [657,1/227,8] nach Moos [657,6/228,4]. Möglicherweise gehören zum selben Gletscherstand auch die Wälle von Schlössli [657,6/225,1] - Lenzenhalde einerseits und Stutz-Herrenwald [660,3/224,3] andererseits.

Zwischen den eben genannten Wällen von Schlössli und Stutz und dem oben erwähnten Doppelwall des Zürich-Stadiums bei Lenzenhüsli [659,4/223] und Hildisriederwald finden sich S Neudorf vier modellartig schöne Moränenbögen. Der erste (im N) schliesst das Becken des Mühleweiher [658,3/224,6] ein. Bei Weiher folgt der zweite und im Kaplaneiwald der dritte. Der Hügel von Gormund [659,2/223,5] wird aus einem Erosionsrelikt des vierten Walles gebildet. Zwischen dem Gormunder Wall und dem obern Wall des Zürich-Stadiums liegt E Gormund ein ausgedehntes Torfmoos.

Diese Wallmoränenlandschaft von Neudorf-Gormund zählt zweifellos zu den interessantesten glazialen Erscheinungen der Zentralschweiz.

Vom Zürich-Stadium bis zum **Bühl-Stadium**, dessen Moränen wir auf dem Grunde des Vierwaldstättersees feststellen können (vgl. Spezialkarte 1) zog sich der Gletscher rasch zurück, so dass es nur ganz vereinzelt zur Ausbildung von Wallmoränen kam. Auf Bl. VIII, Aarau-Luzern-Zug-Zürich der Geolog. Karte der Schweiz 1:100000, 2. Auflage 1913, sind bei Ober Alikon [669,5/228] und Berg [669,4/229] Wälle eingezeichnet. Diese Darstellung ist in unser Atlasblatt übernommen worden; es ist indessen nicht ganz sicher, dass es sich um Moränenwälle handelt.

Drumlins. Das Atlasblatt zeigt vier ausgeprägte Drumlin-Landschaften: auf der linken Talseite des Freiamtes (am E-Rand der Karte), im Seetal, im Winental und im Sempachertal.

Die Drumlinlandschaft des linksseitigen Freiamtes zieht sich von Inwil [669/219,5] über Dietwil [672,3/222,5] und Meienberg nach Auw [670,3/229,3]; es sind ca. 100 Drumlins vorhanden. Die Drumlinlandschaft des Seetales beginnt S Eschenbach; bei Eschenbach, Urswil, Ballwil, Ottenhusen, Hochdorf, Kleinwangen, Gelfingen und Retschwil zählt man ca. 90 Drumlins. Sie sind vorwiegend auf die rechte Talseite beschränkt. Im Winental, zwischen dem Zungenbecken von Gormund und Beromünster, befinden sich 17 Drumlins, die etwa 100 m höher liegen als die höchstgelegenen Drumlins innerhalb des Zürich-Stadiums. Im Sempachertal befinden sich auf Seeboden und Talboden 7,

auf der rechtsseitigen Terrasse Buhusen [660,8/218,2] - Trutigen [659/219,5] 7 Drumlins.

Die Drumlins sind im Mittel etwa 500 m lang und 100–200 m breit. Die grösste Ausdehnung erreicht ein Drumlin zwischen Hochdorf und Baldegg mit 1200 m Länge. Die Höhe der Drumlins beträgt 5–20 m. Zumeist bestehen sie aus kiesiger Grundmoräne. Die Drumlins zwischen Hochdorf und Eschenbach sind wohl unter teilweiser Aufarbeitung und Umlagerung der höheren Teile der dortigen Schottervorkommen entstanden.

Auf Grund der neuesten Drumlinforschungen werden Drumlins unter strömendem Eise (subglazial) aus einer fertigen Grundmoränenlandschaft herauspräpariert, wobei erodierende und akkumulierende Kräfte des Eises zusammenwirken. Die Drumlins zeigen Formen des geringsten Widerstandes gegen die Eisströmung; sie sind die vollendetsten geologischen Stromlinienkörper.

Bei der Drumlinbildung schneiden die in den Stromlinien konzentrierten Erosionskräfte den Hügel aus der Unterlage heraus. Das überschreitende Eis erodiert und verschleift die Oberfläche, nimmt Material am Luv weg und lagert es im Lee ab. Durch fortgesetzte Glazialerosion an der Luvseite und Akkumulation am Leeende kann der fertiggestellte Drumlin langsam weiterwandern.

Drumlins wie Rundhöcker sind Endformen der bodengestaltenden Arbeit des fliessenden Eises. Ein grundsätzlicher Unterschied zwischen der Formung von Drumlin und Rundhöcker besteht nicht. Sie sind Abbild der besondern Bewegungsformen im Gletscher. Nach der äusseren Form sind Drumlin und Rundhöcker manchmal kaum zu unterscheiden. Zuweilen haben die Drumlins einen Molassekern. Dies ist bei 4 Drumlins WSW Eschenbach der Fall. Das Seetal zwischen Eschenbach und Gelfingen zeigt die Drumlinisierung einer Moränen- und Schotterlandschaft in geradezu klassischer Weise; es bildet ein ebenbürtiges Gegenstück zur berühmten Drumlinlandschaft von Wetzikon-Dürnten.

Erratische Blöcke. Seit dem Aufkommen von Sprengmitteln sind die meisten isolierten oder aus dem Erdreich stark herausragenden erratischen Blöcke beseitigt worden. Heute trifft man nur noch in Bachtobeln, so z. B. in denjenigen von Herlisberg, Gelfingen, Lieli, Kleinwangen, W Auw, W Ober Alikon und NW Oberrüti erratische Blöcke. Nach abnehmender Häufigkeit besteht unter den noch vorhandenen, aufgeschlossenen Blöcken die Reihenfolge: Kieselkalk (Hauterivien), Quarzsandstein (Eocaen), Granite und Granitgneise, Schrattenkalk, sonstige kalkreiche Sedimentgesteine, Nagelfluh. Einige bedeutende Blöcke sind von der Naturschutzkommission des Kt. Luzern geschützt worden. Es sind dies: ein Kieselkalkblock von ca. 200 m³ W des Hofes Laufen-

berg N Herlisberg [660,17/228,55], eine Blockgruppe aus Granit und Kalksteinen im Wald SSE Schloss Heidegg [663,66/229,16], ein fast 100 m³ grosser Kieselkalkblock am Seeufer S Gelfingen [662,7/229,2], ein Kieselblock bei Vorderkellberg NE Inwil [670,3/219,9] (ca. 20 m³).

Im Baldeggersee, der seit dem Jahre 1940 Naturschutzgebiet ist, befindet sich NE Stäffligen eine bis 7 m an die Seeoberfläche heraufreichende Gesteinsmasse, die nach Beobachtungen der Fischer nach allen Seiten 10–20 m steil abfällt. Offenbar handelt es sich um einen gewaltigen erratischen Block ähnlich demjenigen der Tannegg NW Kleinwangen [664,0/228,5], der mehrere tausend m³ mass, nun aber vollständig abgebaut ist (siehe S. 20).

Als weitere grössere Blöcke sind zu erwähnen ein Schratte-kalkblock bei 695 m im Erlosenwald ob Stäffligen [659,5/229,56], ein Granitblock von ca. 20 m³ unter der Strasse E Hinterzelg ob Retschwil [660,9/227,6], ein teilweise abgebauter über 100 m³ messender Kieselkalkblock S Gölpfi bei Lieli [664,36/229,02], ein Granitblock von ca. 10 m³ bei 748 m unter P. 760 W Ober Alikon [667,64/228,04], ein Kieselkalkblock von ca. 20 m³ E Ober Alikon und ein Granitblock von ca. 6 m³ im Tobel unterhalb Winterhalden NW Oberrüti [671,6/225,2].

q_{3-4s} Schotter des obern Seetales und von Beromünster

In der Umgebung von Hochdorf, Ballwil, Urswil und Hochrüti [670,7/219,8] E Inwil sind in Kiesgruben annähernd horizontal gelagerte Sande und Schotter aufgeschlossen. In heute aufgelassenen, bewachsenen Kiesgruben bei Ottenhusen [667,3/224] und im Hiltigwald E Eschenbach [668,2/220,3] hat F. J. KAUFMANN geschichtete Sande und Schotter beobachtet, die der gleichen Schotterdecke angehören. Es handelt sich offenbar um eine ursprünglich zusammenhängende Schotterablagerung, die überall von Grundmoräne bedeckt ist. Die höchstgelegenen Schottervorkommen liegen im Süden auf ca. 510 m, im Norden auf 470 m Höhe. Bei Hochdorf reichen die Schotter wahrscheinlich bis auf 450 m hinab, wie aus dem 43 m tiefen Sodbrunnen der Bierbrauerei Hochdorf geschlossen werden kann.

Am besten lassen sich die Schotter in der grossen Kiesgrube 500 m W von Eschenbach beobachten. Die äusseren Teile sind dort nagelfluhartig verkittet. Die aufgeschlossene Mächtigkeit der Schotter beträgt ca. 30 m.

Die Schotter setzen sich vorwiegend aus alpinen Kalken, Flyschsandsteinen und Quarziten zusammen. Die kristallinen Gesteine (Granite und Gneise) machen keine 5% aus.

Die Schotter des obern Seetales gehören einer eisfreien Zwischenezeit an, deren Alter nicht genau feststellbar ist. Vielleicht handelt es sich um Riss-Würm-Interglazial.

W von Beromünster sind in einer Kiesgrube [656,5/228,9] geschichtete, mit ca. 3° nach NE fallende Schotter und Sande aufgeschlossen, die ungefähr die gleiche Zusammensetzung zeigen wie die Schotter des Seetales.

Einige mächtige Sande und Schotter lassen sich im tieferen Teil der Kiesgrube von Studerhubel [657,1/227,7] S Beromünster beobachten. Die Lagen fallen ganz schwach nach SW. Hier konnten keine kristallinen Gerölle festgestellt werden. Beide Schottervorkommen sind von Grundmoräne bedeckt.

Rückzugsschotter. Zwischen dem untern Ende des Baldeggersees und den Endmoränenwällen von Richensee (N ausserhalb der Karte) breitet sich eine Schotterdecke aus. Diese Schotter werden von F. MÜHLBERG (lit. 7) als Schotter der Rückzugsperiode der letzten Eiszeit bezeichnet. Wahrscheinlich liegen die Moränenwälle von Richensee auf Schottern auf, so dass hier ähnliche Verhältnisse wie bei Beromünster vorliegen dürften

ALLUVIUM

a Alluvialböden. Junge Talböden von grösserer Ausdehnung finden wir im Reusstal zwischen Inwil, Perlen und Root, am Seeufer S Sempach, zwischen Neudorf und Beromünster und im Tal der Ron zwischen Mühle Ligschwil und Baldeggersee. Im Reusstal sind beiderseits der Reuss ausgedehnte Schottervorkommen vorhanden, die indessen nirgends durch Ausbeutungsstellen aufgeschlossen sind. Auch am Südennde des Sempachersees kommen junge Schotter vor.

L Lehmvorkommen trifft man im Reusstal bei Mettlen, Inwil und Pfaffwil, im Ronfeld bei Hochdorf und im Winontal SSE Beromünster. Die Lehmvorkommen im Reusstal rühren von Überschwemmungen der Reuss und der Bäche von Inwil und Pfaffwil her, welche letztere lehmiges Material aus dem Gebiet der Molassemergel und Grundmoränen zuführen. Im untern Teil der grossen Lehmgrube von Inwil [669/219,1] treten blaue Lehme auf, die wohl als Seeabsatz aufzufassen sind. Ähnliche Verhältnisse zeigen die Lehmlager des Ronfeldes W Hochdorf, die im obern Teil gelb (Material aus Molasse und Grundmoränen), im untern Teil aber blau sind (Seeabsatz aus dem Baldeggersee).

Die Lehmvorkommen des Winontales stammen fast ausschliesslich aus Moränenmaterial.

Bachschuttkegel und Deltas. Zu beiden Seiten des Sempachersees und des Baldeggersees haben die Bäche grosse Deltas in den See abgelagert. Zahlreiche Bachschuttkegel finden

sich beiderseits der Ebene des Winontales, auf der W-Seite des Ronfeldes und bei Inwil. Im Tal der Ebikoner Ron liegen grosse Schuttkegel bei Root [672,1/218,5]. Wie sehr sich diese Schuttkegel in historischer Zeit durch Schuttüberdeckung erhöht haben, zeigt die Auffindung von Platten eines alten Strassenbettes in Root, 2½ m unter der Kantonsstrasse.

Kalktuffe treten vielerorts auf. Alle Bäche in den Moränengebieten setzen Kalktuff ab, besonders im Bereich der Steilstufen und Wasserfälle; oft ist das ganze Bachbett mit Kalk überzogen.

Erwähnenswerte Tuffvorkommen finden sich im Bindelentobel W Auw [668,9/229,6] und in den Bächen des Hanges zwischen Nunwil und Stäffligen am linken Ufer des Baldeggersees.

Torfmoore. In den Senken zwischen Drumlins und Moränenwällen treten häufig Torfmoore auf, so SSW Eschenbach [666/219], N Hildisrieden [660,5/223,4], W Gormund [658,5/223,5], S und W Fenkrieden [670/223]. Auf Alluvialebenen finden sich Torfmoore S Baldegg [663,7/225,3] und bei Mettlen WSW Inwil [667,7/218,7]. Die meisten Moore sind mehr oder weniger drainiert.

K Seekreide. Fast alle Moore liegen auf Seekreide, die an mehreren Orten durch Torfausbeutungsstellen aufgeschlossen worden ist. Ausgedehnte Seekreidevorkommen sind bei Pfahlbauausgrabungen an beiden See-Enden des Baldeggersees festgestellt worden, doch kann die Ausdehnung mangels Aufschlüssen nur annähernd angegeben werden. Das auf der Karte eingezeichnete Seekreidevorkommen bei Gölpi N Baldegg [663,5/227,4] konnte der Verfasser nicht selbst beobachten, die Angabe beruht auf Aussagen der Grundbesitzer.

Bei der Sondierbohrung NW der Ziegelfabrik Hochdorf [663,9/225,13] traf man unter dem Torf auf 6 m Seekreide. Bei der Regulierung des Dorfbaches S von Eschenbach [667/220,2] stiess man auf einer längeren Strecke auf Seekreide.

Künstliche Aufschüttungen findet man als Ausfüllung von Kiesgruben, ferner als Hochwasserdämme der Reuss und als Strassen- und Bahndämme.

Felsschlipf. Ein solcher tritt am Hang zwischen Mariahalden und Kühweid auf [668/229,5]. Das Schlipfmaterial besteht aus Molasse und Moräne. Kleine Schlipfe in Moräne trifft man E Beromünster und im Dünkelbach E Schloss Heidegg bei Gelfingen [663,68/229,75]. Schlipfe an Molassehängen treten N von Unter-Pfaffwil [671,7/220,5 und 671,8/221] auf.

Flussläufe vor der Korrektion. Auf der Karte wurde der Verlauf verschiedener alter Flussläufe und Bachläufe, wie z. B. der Winon, der Ron und der Reuss mit ihren Altwasserläufen angegeben. Soweit nicht besonders vermerkt, entspricht die Einzeichnung dem Stand im Jahre 1866.

Seeabsenkungen. Im Jahre 1806 wurden zwecks Landgewinnung der Sempachersee um 1,7 m und der Baldeggersee um 30–40 cm abgesenkt. Beim Baldeggersee führte man im Jahre 1870 eine zweite Absenkung aus, und zwar im Betrag von 1,15 m.

Uferleinbrüche. Als Folge der Seeabsenkung traten beim Baldegger- und Sempachersee an verschiedenen Stellen Uferleinbrüche auf. Leider sind die Einbruchsstellen nur beim Baldeggersee näher bekannt.

Sondierbohrungen. N Baldegg sind im Seefeld [663,6/226,5] im Schuttkegel des Spittlisbaches eine Reihe von Bohrungen niedergetrieben worden. Nach 2 m jungen Alluvionen traf man bis auf 22 m Tiefe Schlemmsandablagerungen mit „Flussandzwischenlagen“. Es handelt sich um Ablagerungen, die beim Höchststand des Baldeggersees abgesetzt wurden. In einer Bohrung erreichte man in 21 m Tiefe Lehm mit festen Steinen (Grundmoräne?).

Die schon oben erwähnte Sondierbohrung für eine Kläranlage bei der Ziegelei Hochdorf [663,9/225,13] ergab 5 m Torf, 6 m Seekreide aufliegend auf Lehm mit festen Steinen (Grundmoräne?).

Zur Erschliessung von Grundwasser sind N der Papierfabrik Perlen [670–671/218–219] eine Reihe von Sondierbohrungen niedergetrieben worden. Sie trafen 8–13 m Kies an, der auf Grundmoräne liegt; im nördlichen Teil zeigt diese eine Lehmüberlagerung.

Uferlinie des Baldeggersees in der Magdalénienzeit. Die neuesten prähistorischen Forschungen deuten darauf hin, dass der Baldeggersee zur Magdalénienzeit eine wesentlich grössere Ausdehnung besass und gegen Süden nahezu bis Ligschwil reichte. Die Uferlinie lag damals bei ca. 470 m ü. M.

Prähistorische Siedlungen. Durch die im Jahre 1938 unter Leitung von Dr. R. Bosch ausgeführten Ausgrabungen sind im Baldeggerseegebiet mesolithische bis bronzezeitliche Siedlungen festgestellt worden. Mesolithische Siedlungen finden sich S des Klosters Baldegg [663,7/225,75], S Gölpi [663,5/227,1], bei der Seematt NW Gelfingen [661,85/229,9] und unterhalb der Strasse N Stäffligen [660,9/229,75 und 229,9]. Neolithische Siedlungen liegen am Seeufer NE Stäffligen [661,15/229,25 und 229,4], bei der Seematte Gelfingen [661,8/229,8] und W des Klosters

Baldegg [663,5/225,9]. Eine bronzezeitliche Siedlung traf man W des Institutes Baldegg, an der gleichen Stelle wie die neolithische Siedlung [663,5/225,9], jedoch von derselben durch eine 20 cm mächtige Seekreideschicht getrennt.

TEKTONIK

Das Atlasblatt Beromünster–Eschenbach umfasst fast ausschliesslich mittelländische Molasse, einzig das Gebiet der SE-Ecke der Karte zwischen Inwil–Dietwil–Root gehört der gefalteten subalpinen Molasse an (vgl. Tafel 1: Geologische Profile durch die mittelländische Molasse zwischen oberem Freiamt und Sempachersee). Zwischen mittelländischer und subalpiner Molasse ist aber keine scharfe tektonische Grenze vorhanden. Wie die neuern Untersuchungen zeigen, ist auch die mittelländische Molasse des Kartenblattes ganz schwach gefaltet, so dass zwischen mittelländischer und gefalteter subalpiner Molasse kein prinzipieller, sondern nur ein gradueller Unterschied besteht.

Mittelländische Molasse

Die in der Gegend zwischen Inwil und Meienberg [671/227,8] mit 3–5° nach NW geneigten Tortonschichten zeigen bei Eschenbach ein Umschwenken im Streichen von nahezu 90° und fallen nun im Gebiet von Klöpfen [664,8/218,5], Rain und Sempach mit 2–5° nach NE ein. Im Tobelbach E Gelfingen [664,6/229,85] herrscht SE-Fallen von 3–4°; bei der Burgruine Oberreinach [660,5/227] hingegen fallen die Schichten mit 3° nach SW. Diese Verhältnisse deuten daraufhin, dass sich quer durch das Seetal eine Synklinale zieht, die wir Günikon-Synklinale nennen (Günikon: [666,5/226,5], vgl. auch Spezialkarte 2). Ihr flacher Synklinalboden ist W und NW Huwil (W Hochdorf) aufgeschlossen, wo annähernd horizontale Schichtlage herrscht. Gegen NE zu, im Freiamt, streicht die Synklinale über Auw und verlässt dort das Kartengebiet. Der Verlauf der Synklinale wird hier einerseits durch die mit ca. 3° nach NW fallenden Schichten bei Meienberg und andererseits durch die mit 2–4° SE fallenden Schichten S Mühlau (ausserhalb des Atlasblattes, 3 km NE Auw) und W Beinwil (3 km NW Auw) bestimmt. Nach Westen zu verflacht sich die Günikon-Synklinale; bei Neudorf und am Sempachersee ist sie nicht mehr feststellbar.

Eine deutliche, wenn auch schwach gefaltete Antiklinale lässt sich in den Aufschlüssen SE Schloss Wartensee (SW-Ecke der Karte gegenüber Sempach) und SE Nottwil am Sempachersee

(ausserhalb des Kartenblattes) erkennen. Im Wartenseetobel fallen die Schichten mit 3° nach SE ein, SE Nottwil (NW Wartensee, aber ausserhalb des Kartenblattes) hingegen mit ca. 3° nach NW. Die Axe der Antiklinale, die wir Wartensee-Antiklinale nennen, verläuft vom oberen Teil des Sandplattentöbels zum P. 515 [655,7/219,0] am Sempachersee. SW ausserhalb des Atlasblattes lässt sich die Wartensee-Antiklinale bis Ruswil verfolgen.

Aus den Schichtmessungen ergibt sich also, dass die Molasse des Mittellandes im Ausschnitt des Kartenblattes ganz schwach gefaltet ist. Die in neuern geologischen Veröffentlichungen vertretene Ansicht, die Molasse des Luzerner Mittellandes sei horizontal gelagert (lit. 5, pag. 71 und Tafel VI, Fasc. I), muss also revidiert werden, da sie nicht ganz den Tatsachen entspricht.

Subalpine Molasse

Der Rücken zwischen Root und Perlen (SE-Ecke der Karte) und die Hänge zwischen Inwil und Dietwil gehören zu dem sich nach NW langsam verflachenden N-Schenkel der Hauptantiklinale oder Würzenbach-Antiklinale. Von Bründli S Root bis Inwil nimmt das Einfallen der Schichten des Schenkels von 28° auf ca. 5° ab (vgl. Profil 1 der Tafel 1).

QUELLEN UND GRUNDWASSER

Ergiebige **Quellen** sind im Molassegebiet nicht häufig. Die meisten Quellen sind gefasst; vereinzelt trifft man noch Sodbrennen im Gebrauch.

Da die Molasse- und Moränenquellen zur Versorgung der Gemeinden nicht mehr ausreichen, ging man dazu über, **Grundwasser** zu erschliessen. Es sind vier Grundwassergebiete vorhanden: 1. die diluvialen Schotter des Oberrn Seetals und 2. die von Beromünster, 3. die jungen Schotter des Reusstales und 4. die des Südendes des Sempachersees.

Die Schotter des Seetales erweisen sich als ausgezeichneter Grundwasserträger. Bei der Kiesgrube Eschenbach [666,3/220,4] tritt ein ca. 800 Min./Liter ergebender Grundwasserstrom aus; die Fassungen der Wasserversorgung Eschenbach, welche in der Nähe liegen, liefern überdies ca. 500 Min./Liter. Ballwil, Urswil und Hochdorf beziehen das Wasser ebenfalls aus den diluvialen Schottern.

Im Schottergebiet von Beromünster liegen mehrere Grundwasserfassungen. Die Gemeinde Gunzwil hat Grundwasserfassungen in einem oberflächlich nicht aufgeschlossenen Schottervorkommen bei P. 701 [655,45/228,15].

In den Schottern am Süden des Sempachersees haben die Gemeinden Sempach und Neuenkirch Grundwasserfassungen N Seesatz und E Rank.

In den Reuss-Schottern besitzen Inwil und Root Grundwasserpumpenanlagen. Ausser diesen Grundwasserversorgungen von Gemeinden bestehen bei einer Reihe von Gehöften und Weilern kleinere Grundwasserfassungen in diluvialen oder jungen Schottervorkommen. Die grössten Grundwasserfassungen befinden sich in der Reussebene N der Papierfabrik Perlen. Es sind hier ein halbes Dutzend 10–12 m tiefe Brunnen durch die Reuss-Schotter bis auf die Grundmoräne niedergetrieben worden, die zusammen mehrere tausend Min./Liter Ertrag liefern. Zwischen St. Katharina [670,55/219,15] und Perlen verengt sich das Reusstal, wodurch ein Teil des Grundwasserstromes an die Oberfläche tritt und Grundwasseraufstösse bildet, die oberflächlich abfliessen oder talabwärts im Kies versickern.

NUTZBARE ABLAGERUNGEN

Sandsteine. In früherer Zeit wurden die Sandsteine der obren Süsswassermolasse an vielen Orten in kleinen Brüchen als Bausteine ausgebeutet; heute sind alle diese Brüche ausser Betrieb.

Süsswasserkalk. Der Süsswasserkalk im Kramiswald E Ballwil [668,5–8/223,1] wurde früher in verschiedenen Gruben von einer Ziegelei abgebaut.

Mergel. Im Molassegebiet trifft man vielerorts verlassene Mergelgruben. Die Mergel sind ehemals zur Bodenverbesserung benützt worden.

In neuerer Zeit werden die Molassemergel von Ziegeleien abgebaut. Es befinden sich Ausbeutungsstellen NW Huwil W Hochdorf, im Hobenbühlbachtobel E von Inwil [670,1/219,7] und bei Unter-Pfaffwil [671,7/220,6].

Lehmlager. Lehmgruben von Ziegeleien liegen im Ronfeld unmittelbar W Hochdorf, in der Ebene S Inwil und E Unter-Pfaffwil.

Schotter und Sande werden in vielen Gruben des Diluvialgebietes ausgebeutet. Die grössten Gruben liegen bei Eschenbach, bei Feldhaus S Hochdorf und bei Linden W Beromünster. In den höheren Gebieten beiderseits des Baldeggersees und am Eingang des Winentalles finden sich zahlreiche Kiesgruben in den Moränenwällen. Zwischen Auw und Meienberg im westlichen Frei-

amt sind zur Kiesgewinnung viele Drumlins angeschnitten worden; die meisten Gruben sind jedoch aufgelassen.

Torf. In den meisten Torfmooren (siehe S. 15) wurde während des Weltkrieges 1914–18 Torf gewonnen. Seit 1940 ist in einigen Torffeldern die Torfausbeutung wieder aufgenommen worden.

Erratische Blöcke. Grössere Kieselkalkblöcke sind mancherorts zur Herstellung von Strassenschotter abgebaut worden. Granite fanden zu Bauzwecken Verwendung. Der grösste erratische Block des Kantons Luzern ist vor wenigen Jahren zerstört worden. Er bildete einen waldbedeckten Hügel unterhalb der Tannegg, den sogenannten Hexenhübel [664,0/228,5]. Der gewaltige Kieselkalkblock erreichte etwa 10 m Höhe; er ergab mehrere tausend m³ Schlagschotter. Alle Anstrengungen, dieses Naturdenkmal aus der Eiszeit der Nachwelt zu erhalten, haben wegen der finanziellen Ansprüche des Besitzers fehlgeschlagen.

TALGESCHICHTE UND MORPHOLOGIE

Über die Entstehung der nach NW und N gerichteten Täler im Gebiet des Atlasblattes haben sich mehrere Geologen geäussert. F. J. KAUFMANN (lit. 7, S. 445) bezeichnete Sempachertal, Winental, Seetal und Freiamt als Bogenbreittäler, die ihre Entstehung der erodierenden Kraft der Gletscher verdanken. O. FREY (lit. 2, S. 457) rechnet die genannten Täler zu den diluvialen Eisstromtälern, denen folgende Merkmale zukommen (vgl. auch Spezialkarte 1):

1. Sie strahlen von der zweifachen Ausfallpforte des alpinen Reuss-Aaregletschers fächerförmig nach NW und N aus.
2. Sie sind auffallend gerade ohne Serpentinbildung.
3. Innerhalb der Endmoränen der letzten Eiszeit sind sie breit und muldenförmig; ausserhalb desselben verengern sie sich rasch.
4. Die ehemals vom Eis bedeckten Seitenhänge sind kaum gegliedert.
5. Die Eisstromtäler zeigen gegen die Niederung der Reuss und der Kleinen Emme im W, NW und N von Luzern einen mehr oder weniger offenen Eingang; es fehlt ihnen das Hintergehänge.
6. Die Molasserücken, welche die Täler scheiden, steigen gegen NW, gegen das Mittelland an.
7. Die Molassesohle der Eisstromtäler ist mit diluvialen und alluvialen Ablagerungen von bedeutender Mächtigkeit bedeckt.

8. Allen diesen Tälern ist ein geringes Gefälle eigen, das infolge der Beckenbildung erheblich variiert.

ALB. HEIM (lit. 4, S. 347) sieht im Seetal und Sempachertal alte Reussläufe. „Durch die Einsenkung des Alpenkörpers wurde die Reuss ins subalpine Streichen abgelenkt, wodurch Seetal und Sempachertal ihre alpinen Oberläufe verloren und in der Eintiefung zurückblieben.“ Die Möglichkeit einer Ausweitung der genannten Täler durch diluviale Gletscher gibt indessen ALB. HEIM zu. Schon vor HEIM deutete L. RÜTMEYER (lit. 8, S. 68) Sempachertal und Seetal als ihrer alten Stammflüsse beraubte Täler. F. MÜHLBERG (lit. 6, S. 47) weist darauf hin, dass das Seetal durch die hobelnde Kraft des Gletschers weit über den Betrag der Flusserosion geweitet worden sei. Die Übertiefung der Seebecken wird durch Schürfung der Gletscher erklärt.

Entstehung der Molassetäler

Die Austiefung der Täler des Kartengebietes geschah wohl zur Hauptsache im Zeitraum zwischen den Deckenschotterbildungen der Günz- und der Mindel-Eiszeit und der grössten Vereisung, der Riss-Eiszeit. Vermutlich floss damals die Reuss über Küssnacht ins Zugerseegebiet; Suhr und Winon reichten in ihrem Oberlauf wahrscheinlich weiter südwärts, als es heute der Fall ist.

In den zwei letzten Eiszeiten (Riss und Würm) erfuhren Sempacher-, Winen- und Seetal eine tiefgreifende Umgestaltung. Durch die Gletscher wurden die Täler wesentlich verbreitert und ausgetieft; die Wasserscheiden gegen das Reusstal im Gebiete von Rotenburg und Eschenbach wurden bedeutend erniedrigt. Die Hypothese von RÜTMEYER und HEIM, wonach Seetal und Sempachertal ihrer alpinen Stammflüsse beraubte Täler wären, ist nach O. FREY — und wir pflichten ihm hierin bei — völlig ausserstande zu erklären, warum im Gebiete innerhalb der Endmoränen die Täler bedeutend breiter sind als im Unterlauf. Wären Sempachertal und Seetal von alpinen Flussläufen (Engelberger Aa, Reuss?) durchflossen worden, so müssten sie ein viel ausgeglicheneres Gefälle aufweisen. Nun aber besteht von der Wasserscheide W und N Eschenbach (Höhe ca. 510 m ü. M.) bis auf den Grund des Baldeggersees (ca. 400 m ü. M.) ein Gefälle von ca. 10‰ und von der Wasserscheide bei Rastenmoos (S ausserhalb des Kartengebietes) bis auf den Grund des Sempachersees gar ein solches von ca. 18‰; das sind Gefälle, wie man sie nur im Oberlauf bedeutender Flüsse findet und bei denen kein Gewässer von der Bedeutung der Reuss einen 2 km breiten Talboden erodiert (O. FREY, lit. 3, S. 462). Die Reuss hat in dem breiten Talboden zwischen Emmenbrücke und Root ein Gefälle von nur 2‰! Weiter

ist zu bedenken, dass der Baldeggersee tiefer ist als der Hallwilersee; wie soll das durch Flusserosion erklärt werden? Ausserdem sehen wir, dass die Winon oberhalb Beromünster einen viel zu breiten Talboden besitzt, der in keinem Verhältnis steht zu ihrer Erosionskraft. Will man hier etwa auch annehmen, es sei ein alter Talboden eines alpinen Flusses? Die Unmöglichkeit einer solchen Annahme ist offensichtlich.

In Übereinstimmung mit KAUFMANN, MÜHLBERG und FREY erachten wir die Molassetäler des Atlasblattes als zur Hauptsache durch die ausweitende und vertiefende Kraft der Gletscher entstanden. Die wenig harten Schichten der obern Süsswassermolasse haben der Ausräumung der Täler durch die Gletscher keinen grossen Widerstand geleistet.

Alpine Randabsenkung? ALB. HEIM (lit. 4, S. 189 u. ff.) nimmt hauptsächlich auf Grund von Beobachtungen im Zürichseetal ein Einsinken der Alpen um über 300 m an. Dieses im Verlaufe der Quartärperiode erfolgte Einsinken des Alpenkörpers hätte auch den Südrand der mittelländischen Molasse in Mitleidenschaft gezogen, so dass hier ein ganz schwaches, alpenwärts gerichtetes, flexurartiges Abbiegen der Molasse eingetreten wäre. Zu Gunsten dieser Absenkung würde nach ALB. HEIM die tiefe Lage der Schotter des obern Lorze- und Sihltales und W Richterswil sprechen, die er als Deckenschotter auffasst (vgl. Spezialkarte 1, Glazialgeologische Übersichtskarte 1 : 500000). ROMAN FREI weist nach unserer Ansicht in seiner „Monographie des schweizerischen Deckenschotters“ (Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, N. F., Lief. 67, 1912, pag. 58) überzeugend nach, dass die Schotter im Lorzetobel östlich Baar und im obern Sihlthal bedeutend jünger sind als die Deckenschotter und deshalb der vorletzten Vergletscherung (Riss) zugewiesen werden müssen. Zudem liegen diese jungen Schotter „entweder horizontal oder sind in einer andern Richtung geneigt als einer Rücksenkung entspricht.“

ALB. HEIM (a. a. O., S. 194) spricht von „rückläufigen Molasseschichten am Flexurrande“. Als Stütze für seine Annahme führt HEIM an, dass schon F. J. KAUFMANN in der Zone Hochdorf, Sempach, Ruswil ein südliches Einfallen der Molasse mit Beträgen von 2–10° gegen die Alpen zu festgestellt habe. KAUFMANN hat indessen keineswegs ein allgemeines Fallen der Molasse gegen die Alpen in den erwähnten Zonen beobachtet; es finden sich bei KAUFMANN auch Beobachtungen über ein Schichtfallen von den Alpen weg. Die Neuaufnahmen zeigen nun mit aller Deutlichkeit, dass von einem allgemeinen Einfallen der mittelländischen Molasse gegen die subalpine Zone zu keine Rede sein kann. Im ganzen südlichen Kartengebiet fallen vielmehr die Molasseschichten mehr oder weniger

gegen das Mittelland zu; das Profil Root–Hohenrain (Profil 1 der Tafel 1) gibt darüber klaren Aufschluss. Die von HEIM erwähnte allgemeine Depression des Molasselandes auf der Zone Baar–Emmental–Bramegg ist nicht vorhanden.

In der mittelländischen Molasse des Kantons Luzern ist somit weder eine „Rückläufigkeit“ der Molasse noch eine Randflexur vorhanden. Mit dieser Feststellung soll keineswegs die Möglichkeit einer Einsenkung des Nordrandes der Alpen bestritten werden. Die Einsenkung könnte sehr wohl ohne Ausbildung einer Flexur stattgefunden haben, so dass Ausdehnung und Betrag des Einsinkens sich aus der Schichtlage nicht nachweisen lassen.

A. BUXTORF hat in den „Erläuterungen zur geologischen Karte der Rigihochfluhkette“ die Ansicht vertreten, „dass wohl die Alpenrandgebiete eingesunken seien, dass indessen der zentrale Teil der Alpen in der Quartärzeit wahrscheinlich eine Hebung erfahren habe“.

Neuerdings nimmt P. BECK im „Geologischen Führer der Schweiz“ (lit. 5) ein Einsinken der Alpen um 150–200 m oder eine Hebung des Mittellandes um den gleichen Betrag an, was wahrscheinlicher ist als der von HEIM angenommene Betrag von 300 m.

Landschaftsformen

Morphologisch können zwei Landschaftstypen unterschieden werden: Gebiete mit vorherrschender Akkumulation und Gebiete mit überwiegender Erosion. Zum ersten Landschaftstyp gehört der Hauptteil des Kartengebietes. Glaziale Ablagerungen in grosser Mächtigkeit bedecken den untern Teil des Seetals, den südlichen Lindenberg, den westlichen Teil des Freiamtes und das Gebiet nördlich der Linie Eich (am Sempachersee) – Hildisrieden [660/222,5] – Römerswil [661,2/224,6]. Die länglichen Hügel der Drumlins drücken den Tallandschaften ihren Stempel auf. Die Mächtigkeit der glazialen Ablagerungen und Schotter erreicht stellenweise über 30 m. Ein Sodbrunnen S des Bahnhofs Ballwil, der sogenannte Garibaldi-Sod [666,6/222,7], ist 33 m in Moränen und Schotter abgeteuft.

Die Molasselandschaften zeigen zu einem grossen Teil das Bild der Schichtstufenlandschaft. Schichtterrassen, bedingt durch den Wechsel von Sandsteinen und Mergeln, trifft man am Hang oberhalb Pfaffwil [671–72/220–21], bei Abtwil [668,6/225,5], am linksseitigen Rontal und oberhalb von Rain [662,2/220,25] und Sempach. Auf die Terrassierung der letzterwähnten Gegend hat zuerst R. FREI aufmerksam gemacht. Die Schichtterrassen zeigen in der Regel eine Abhängigkeit von der Tektonik, indem sie im

Streichen der Schichten verlaufen. In den tiefer gelegenen Gebieten ist die Schichtstufenlandschaft der Molasse durch glaziale Bearbeitung im allgemeinen stark verwischt. Durch die Eiswirkung wurden die Sandsteinkanten abgerundet. Gewisse Gebiete der Molasse bilden ausgesprochene Rundhöckerlandschaften. Besonders deutlich treten Rundhöckerformen in der Gegend zwischen Ballwil [666,9/222,7] – Giebelflüh [669,4/222,3] – Fenkrieden [670,6/223,6], SE Inwil [669,7/219,2] und SE Sempach hervor. Wie die Drumlins, so zeigen auch die Rundhöcker die Richtung der Eisbewegung an. Die Teilung des Eisstromes durch den Sporn des südlichen Lindenberges drückt sich in der divergierenden Richtung der Felsrundhöcker bei Lebern [668/222,5] trefflich aus.

Die Stufenlandschaft der Molasse ist seit der Eiszeit durch die Erosion der Bäche mehr oder weniger zersägt worden. Tobelartige Einschnitte in der Molasse trifft man zwischen Rain [662,2/220,3] und dem Baldeggersee, N und NE oberhalb Inwil [669/219,4], W Oberrüti [672,4/224,3], W Sins [672,4/227,3] und S des Sempachersees.

Auffällig ist die scharfe Grenze zwischen glazial bearbeiteter Molasse (im E) und Drumlinaufschüttung (im W) zwischen Gerligen [667,6/222,1] und Ober-Ebersol [667,1/225,2]. Der S-Ausläufer des Lindenberges W und SW Abtwil [669,5/225,3] und das südlich anschließende Molassegebiet sind ganz frei von glazialen Ablagerungen. Dieses Gebiet der Eisscheide zwischen dem Seetaler-Arm und dem Freiämter-Arm des Eisstromes trägt ganz den Charakter kräftiger glazialer Abtragung. Die glaziale Bearbeitung geschah wohl weniger durch den schürfenden und hobelnden Gletscher, wie man früher annahm, sondern durch chemische und mechanische Auflockerung des Bindematerials des Sandsteins. Der Infiltrationsdruck des subglazialen Wassers stieg beim maximalen Eisstand in der Riss-Eiszeit bis auf 80 Atmosphären an. Da der Druck in den Talböden viel stärker wirkte als auf den Höhen, mussten die Täler stärker bearbeitet und von den Höhen differenziert werden. Es kam eine allgemeine Erniedrigung des Molasselandes und eine spezielle Modellierung der alten Täler in übertiefe Becken zustande. (P. БЕСС, lit. 1, pag. 149.)

Wir dürfen annehmen, dass am Ende der Mindel-Riss-Interglazialzeit Seetal, Winontal und Sempachertal das Bild typischer fluviatiler Erosionslandschaften boten. Die Täler waren eng und die Seitenbäche hatten sich bis weit hinauf in die Molassehänge eingefressen. Durch die glaziale Bearbeitung der zwei letzten Eiszeiten (Riss und Würm) wurden die Täler vertieft und ausgeweitet, so dass die Erosionslandschaft fast ganz verwischt wurde, zumal die alten Bachrinnen mit Moräne ausgekleistert wurden.

Es stellt sich also die Landschaft des Atlasblattes Beromünster-Eschenbach zum Hauptteil als typische Glaziallandschaft dar. Das Jahrtausende dauernde Regime der Flusserosion seit dem Rückzug der Gletscher hat den vorwiegend glazialen Charakter der Landschaft nur unmerklich zu ändern vermocht.

Seen

Die Seen des Atlasblattes liegen alle im Gebiete der letzten Vergletscherung; sie sind ohne Ausnahme glazialer Entstehung. Sempachersee und Baldeggersee sind wie der Zürichsee durch Wälle des Zürich-Stadiums gestaut. Eine nähere Untersuchung der Gefällsverhältnisse der Talböden zeigt, dass Sempachersee und Baldeggersee nicht allein auf Moränenstauung zurückzuführen sind, sondern auch auf glaziale Austiefung. Dafür spricht neben der bedeutenden Breite, der Muldenform und der mangelnden Gliederung der Seitenufer der Seen der Umstand, dass der Baldeggersee tiefer ist als der talauswärts gelegene Hallwilersee. O. FREY (lit. 2, S. 480) und F. MÜHLBERG (lit. 6, S. 47) haben auf die Bedeutung dieser Tatsache eindrücklich hingewiesen und die glaziale Übertiefung der Seen eingehend begründet.

Aus den Seekreidevorkommen bei Gölpi N Baldegg [663,6/227,4] und den Seelehm- und Seekreide-Ablagerungen im Ronfeld W Hochdorf ergibt sich, dass der Baldeggersee in früherer Zeit einen bedeutend höheren Seespiegel aufwies, der bis ca. 475 m (alter Wert R. P. N.) reichte. Dieser Maximalstand des Baldeggersees stellte sich ein nach dem Rückzug des Eises des Zürich-Stadiums, dessen Stirnmoränen bei Ermensee liegen und den See nach N abschliessen (vgl. Spezialkarte 1). Dieser Rückzug wird ca. 22000 Jahre vor unserer Zeitrechnung vermutet, und der anschliessende hohe Seestand dürfte wohl einige tausend Jahre gedauert haben, wohl während der Magdalénienzeit. Die oben erwähnten mesolithischen Siedlungen bei Gelfingen und Baldegg, die ungefähr auf die Zeit 8000–6000 v. Chr. zurückreichen, liegen bereits unter dem Maximalstand des Baldeggersees.

Wahrscheinlich hat sich auch hinter der Wallmoräne südlich Beromünster für kurze Zeit ein See gebildet, der sich bis gegen Neudorf erstreckte. Die Winon hat aber den Riegel wohl rasch durchsägt und den See entleert. Auch im Turbenmoos, 2 km W Beromünster, lag früher ein durch die Moräne von Kommeln (W ausserhalb des Atlasblattes) gebildeter Stausee.

Eine ganze Anzahl kleiner Seen muss am Ende der Eiszeit zwischen den Moränenwällen und Drumlins vorhanden gewesen

sein. Die grössten fanden sich N Hildisrieden [660–61/223–24], SW Eschenbach [666/219] und S Fenkrieden [670,5/223]. Alle die kleinen Seen der glazialen Akkumulationslandschaften sind heute verlandet und zu Torfmooren geworden.

Reuss- und Rontal

(SE-Ecke des Kartenblattes)

Einem morphologisch vollständig abweichenden und selbständigen Gebiet gehört die SE-Ecke des Kartengebietes an mit den Flussläufen der Reuss und der Ron¹).

Die bei Root in die Reuss mündende Ron nimmt ihren Ursprung im Rotsee (N Luzern) und fliesst dann parallel zum Streichen der Molasseschichten nordostwärts gegen Root (vgl. Spezialkarte 1). Die wasserarme Ron war nicht imstande ein derart breites Tal zu schaffen. Das Rontal entspricht sehr wahrscheinlich einem alten Lauf der Kl. Emme — und noch früher möglicherweise einem solchen des Rümliig —, der von SW her, aus der Gegend von Littau kam, unter der Senke des Rönimoos verlief und dann geradlinig nach NE floss²).

Am Ende der letzten Eiszeit wurde der Abschnitt Rönimoos-Friedenthal dieses alten Emmelaufs durch glaziale Schotter und Moräne aufgefüllt und dadurch das heutige Rontal abgetrennt. Die diesem Tal bei Root und weiter flussaufwärts bei Dierikon und Ebikon (ausserhalb des Kartengebietes) von SE her zufließenden geschiebereichen Seitenbäche haben in der Talsohle beträchtliche Aufschüttung erzeugt (vgl. die Schuttkegel von Root in der SE-Ecke der Karte). Dadurch kam es zum Ertrinken des obersten Talstücks und zur Entstehung des untiefen Rotsees, der zufolge Fehlens alluvialer Zufuhr bis heute vor Auffüllung bewahrt geblieben ist.

¹) Den Namen Ron tragen zwei Flüsse des Kartengebietes: 1. der Zufluss des Baldeggersees; 2. der Abfluss des Rotsees N Luzern (vgl. Spezialkarte 1).

²) Man vergleiche Bl. 205bis, Luzernersee 1:50000, des topographischen Atlas der Schweiz oder die „Geolog. Vierwaldstätterseekarte 1:50000“ = Spezialkarte 66a, herausgegeben v. d. Geol. Komm. S.N.G. Die Darstellung dieser Karte ist aber insofern zu korrigieren, als NE Rönimoos keine anstehende Molasse vorhanden ist; es lässt sich vielmehr von Rönimoos gegen NE (gegen Fluhmühle zu) eine von kiesiger Moräne erfüllte Rinne verfolgen.

Durch die Aufschüttung des alten Emmelaufs beim Rönningmoos erfolgte eine Verlegung der Emme nach Norden zu, Richtung Littau–Emmenbrücke. Da aber auch in diesem Abschnitt Verschüttung durch Schotter eintrat, war die Emme gezwungen, ihren Lauf erneut nach N zu verlegen: es entstand im Molassevorsprung W Rothen das epigenetische Talstück bei Emmenweid, von dem aus sich die Emme nach E richtete.

Im Endabschnitt der letzten Eiszeit muss dann wohl der aus Helvétien bestehende Molasserücken NW Friedenthal durch Gletscherschmelzwasser durchbrochen worden sein. Dieser Durchbruch wurde in der Folge von der Reuss benützt, die sich nun in der Gegend von Emmenbrücke mit der Kl. Emme vereinigte und zusammen mit ihr die breite Alluvialebene des Emmenfeldes schuf, dessen NE Fortsetzung noch in der SE-Ecke des Kartenblattes enthalten ist. Das Material der hier abgelagerten Alluvionen aber ist so gut wie ausschliesslich von der Kleinen Emme und ihren Zuflüssen herbeigeführt worden.

In früherer Zeit floss wohl die Reuss aus der Gegend von Küsnacht gegen den Zugersee zu und von dessen Unterende, etwa aus der Gegend unweit NW Zug, ins heutige Reusstal, das sie etwas NE unseres Kartengebietes erreichte (vgl. Spezialkarte 1).

Diese wenigen Hinweise über die Talgeschichte der Kleinen Emme und der Reuss müssen an dieser Stelle genügen. Näheres darüber wird in den Erläuterungen zu Atlasblatt 202–205 Rothenburg–Luzern (= Luzernersee) auszuführen sein.

Veränderung der Landschaft durch den Menschen

Das Gebiet des Atlasblattes wird fast ganz von fruchtbarem Wiesen- und Ackerland und kleinern Waldbeständen eingenommen. Es ist deshalb keineswegs verwunderlich, dass die Spuren der Tätigkeit des Menschen in der Landschaft meist deutlich bemerkbar sind. In den Wallmoränengebieten sind einzelne Wallteile durch Kiesausbeutung abgetragen, andere zur bessern Landbestellung eingeebnet worden. Auch kleine Felshöcker hat man stellenweise ausgeebnet. Reuss, Ron, Winon und ihre Zuflüsse sind grösstenteils korrigiert, wodurch aus ausgedehntem Sumpfgelände fruchtbares Land gewonnen worden ist. Die nassen Gebiete lehmiger Grundmoräne und die Torfmoore und Riedgebiete sind fast alle drainiert worden. Von den Landwirten konnten hiebei Beobachtungen über die Untergrundverhältnisse gemacht werden, die bei der geologischen Aufnahme Verwertung fanden. Zur Wasserspeicherung für Mühlen und Sägewerke hat man durch Dämme

Weiher aufgestaut, so den Steinenbühlweiher E Sempach [658,5/221], den Mühleweiher S Neudorf [658,3/224,6], den Mühleweiher W Urswil [664,4/222,5], den „Gibelweiher“ N Dietwil [672,2/222,9], den „Füglisbühlweiher“ W Auw [669,55/229,6].

Die auffallendsten Veränderungen des Landschaftsbildes wurden durch die Absenkungen des Baldegger- und Sempachersees erzeugt. Am Süden des Sempachersees sind durch die Absenkung über 20 ha Land gewonnen worden.

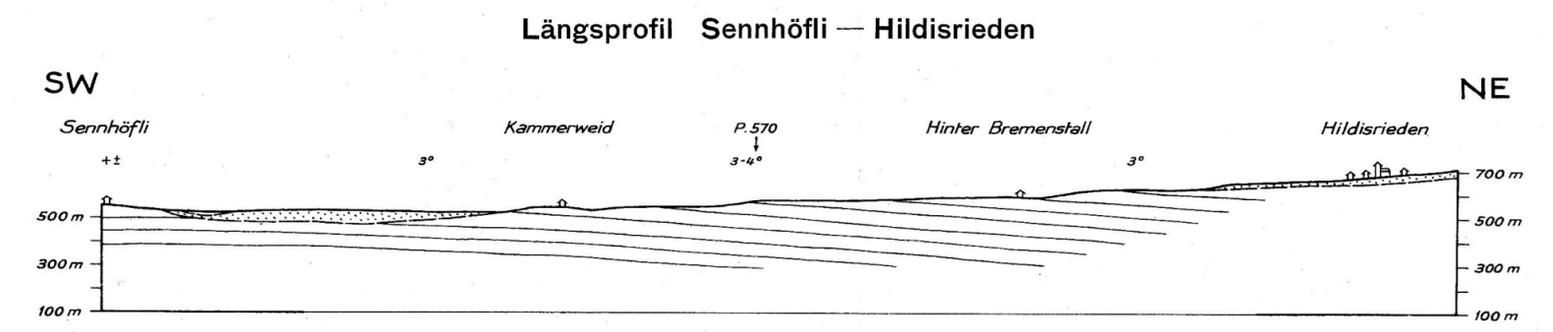
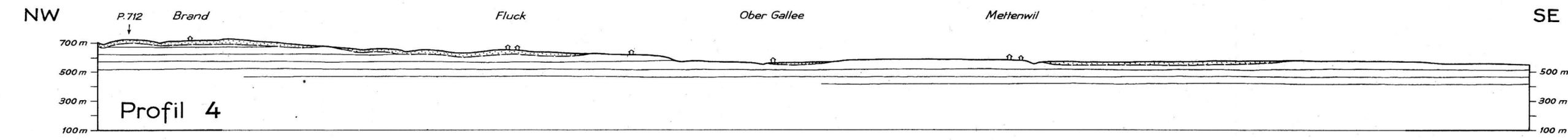
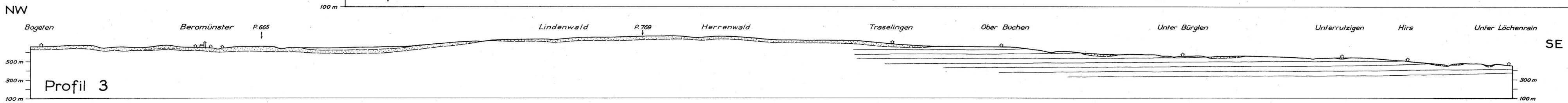
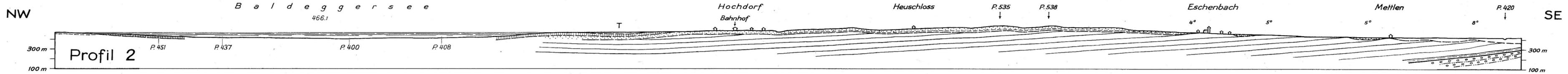
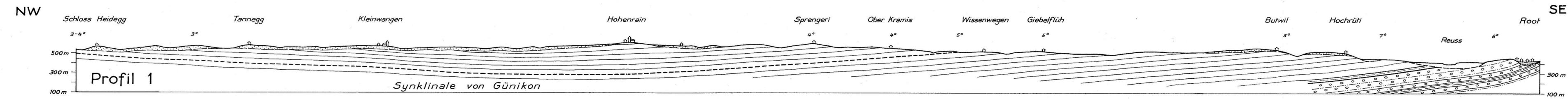
Die augenfälligsten Zeugen der Eiszeit, die erratischen Blöcke, die noch vor hundert Jahren das Landschaftsbild der Moränengebiete kennzeichneten, sind von den Anwohnern fast ausnahmslos zerstört worden. Es gibt Gemeinden, in denen heute kein einziger hervortretender Findling von 1 m³ Grösse mehr vorhanden ist. Aufgabe aller Naturfreunde ist es, dafür zu sorgen, dass die wenigen noch unversehrt gebliebenen und erhaltungswürdigen Findlinge vor der Zerstörung bewahrt bleiben.

LITERATUR

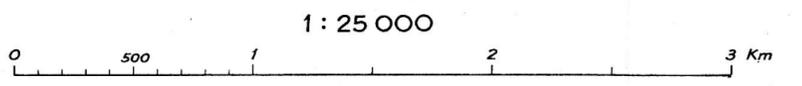
1. BECK, PAUL: Studien über das Quartärklima im Lichte astronomischer Berechnungen. *Eclog. Geol. Helv.*, Vol. 31, p. 137. 1938.
 2. FREI, ROMAN: Geologische Untersuchungen zwischen Sempachersee und Oberem Zürichsee. *Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, N. F., Lief. 45, I.* 1914.
 3. FREY, OSKAR: Talbildung und glaziale Ablagerungen zwischen Emme und Reuss. *Neue Denkschriften der allg. schweiz. Ges. f. d. ges. Naturwiss., Bd. XLI, Abh. 2.* 1907.
 4. HEIM, ALBERT: Geologie der Schweiz, Bd. I, Molasseland und Juragebirge, Leipzig 1919, Herm. Tauchnitz.
 5. Geolog. Führer der Schweiz, herausgegeben von der Schweiz. Geolog. Gesellschaft bei Anlass ihrer 50. Jahresfeier. Verlag Wepf & Cie., Basel. 1934.
 Fasc. I, C. Das Quartär. Von PAUL BECK.
 E. Die Molasse des schweiz. Mittellandes und Jura-
 gebietes von ERNST BAUMBERGER.
 Fasc. IV. Eisenbahnfahrten b. Basel-Luzern.
 6. MÜHLBERG, FRITZ: Erläuterungen zur geolog. Karte der Umgebung des Hallwilersees und des obern Sur- und Winentalles. 1910. Spezialkarte Nr. 54 und Profiltafel 54b, herausgegeben von der Geolog. Kommission der S. N. G. 1910.
 7. KAUFMANN, FRANZ JOSEPH: Rigi und Molassegebiet der Mittelschweiz. *Beiträge zur geolog. Karte der Schweiz, Lief. 11.* 1872.
 8. RÜTMEYER, LUDWIG: Über Tal- und Seebildung. *Beiträge zum Verständnis der Oberfläche der Schweiz.* Basel, Schweighausersche Verlagsbuchhandlung. 1869.
-

GEOLOGISCHE PROFILE DURCH DIE MITTELLÄNDISCHE MOLASSE ZWISCHEN OBEREM FREIAMT UND SEMPACHERSEE

Querprofile 1—5



- | | | | |
|--------------------|------------------------|----------------------|-----------|
| Quartär | T | Torfmoor | |
| | [diagonal lines] | Seekreide | |
| | [horizontal lines] | Junge Alluvionen | |
| | [stippled] | Würm-Moränen | |
| Molasse | [horizontal lines] | Diluviale Schotter | |
| | [horizontal lines] | Sandsteine u. Mergel | Tortonien |
| | [horizontal lines] | Süswasserkalk | |
| | [horizontal lines] | Sandsteine u. Mergel | Helvétien |
| | [horizontal lines] | Mergel | |
| | [horizontal lines] | Sandsteine u. Mergel | |
| [horizontal lines] | Mächtigere Mergellagen | | |
| [stippled] | Bunte Nagelfluh | | |



1:25 000

Südrand der Karte