

Zeitschrift: Jahresbericht der Geographischen Gesellschaft von Bern
Herausgeber: Geographische Gesellschaft Bern
Band: 26 (1923-1925)

Artikel: Morphologische Untersuchungen im Entlebuch
Autor: Steiner, Joseph
Kapitel: 2: Regionale Beschreibung
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-322663>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.05.2025

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

Zweiter Teil

Regionale Beschreibung

Das Untersuchungsgebiet lässt sich nach seiner Lage und Beschaffenheit in die folgenden Einzelabschnitte gliedern, die in der anschliessenden Beschreibung in gleicher Reihenfolge angeführt werden:

- A. Das Haupttal,
- B. Die Abschnitte rechts vom Haupttal,
- C. Die Gebiete links vom Haupttal.

A. Das Haupttal

Allgemeines

Die Untersuchung der Täler erstreckt sich auf die Gefällsverhältnisse, den Grundriss, die Beschaffenheit der Talsohle und des Flussbettes, sowie auf Terrassen, die über der Talsohle auftreten.

Wir unterscheiden hierbei im engern Untersuchungsgebiet die drei folgenden Talstrecken:

1. Einen obern Talabschnitt, von der Vereinigung der Waldemme mit der Weissemme bis zur Mündung der Entlen bei Entlebuch,
2. einen mittleren Talabschnitt von Entlebuch bis Wolhusen,
3. einen untern Talabschnitt von Wolhusen bis Schachen.

I. Talsohle und Flussbett

1. Die Gefällsverhältnisse

Das Längsprofil der Kleinen Emme weist, wie sich aus der folgenden Tabelle ergibt, die Form einer im allgemeinen nach unten sich verflachenden Kurve auf, die allerdings an einigen Stellen auffällige Knicke besitzt; dies ist wiederholt dort der Fall, wo der Fluss eine Schichtenzone mit mächtig entwickelter Nagelfluh durchquert, so talab Krutacker im untern Waldemmequertal und unterhalb Entlebuch, ferner auch, wo er bei Hirseggschachen zwischen Schrattenfluh und Hagleren eine ausgesprochene, von Di-

luvium bedeckte Talstufe durchschneidet. Die nachstehend aufzeichneten Gefällsbeträge des Tales sind in dessen tiefster Linie, die im Emmelauf gegeben ist, nach der topographischen Karte berechnet.

Gefällsbeträge des Tales der Kleinen Emme (bzw. Waldemme)

Talabschnitt und km-Distanz	Tal (Fluss)- gefälle in ‰
Quelle bis Arnischwand, 1890—1290 m, 2,57 km	r. 233,5 (z. T. 545)
Arnischwand bis Sörenberg, 1290—1090 m, 5,5 km	36
Sörenberg bis Hirseggbrügg, 1090—970 m (Hirseggstufe), 2,5 km	46,5 (z. T. 71)
Hirseggbrügg bis Flühli, 970—880 m, 3,42 km	23
Flühli bis Krutacker, 880—830 m, 3,00 km	16,5
Krutacker bis Klusboden, 830—757 m (Lammschlucht), 1,7 km	43
Klusboden bis Badschachen (Ausgang Waldemmetal) 757 bis 740 m, 1,28 km	13
Badschachen bis Entlebuch, 740—667 m, 8,85 km	8
Entlebuch bis Mündung der Fontannen, 667—596 m, 4,5 km	15
Mündung der Fontannen bis Wolhusen, 596—570 m, 2,5 km	9
Wolhusen bis Schachen, 570—510 m, 8,0 km	7,5
Schachen bis Emmenbrücke (Reuss), 510—434 m, 12,25 km .	6

Die starke Abnahme des Gefälles zwischen Badschachen-Entlebuch entspricht dem Verlauf weicherer Gesteine, die das Haupttal auf längerer Strecke durchmisst. Das Längstal setzt sich oberhalb Badschachen mit grösserem Gefälle (20,5 ‰) gegen SW fort; die hier strömende Weissemme erscheint als Seitenfluss der Waldemme. Sie mündet wie auch die übrigen grössern Nebengewässer, Entlen und Fontannen, vollkommen gleichsohlig in den Hauptfluss.

2. Die Grundrissverhältnisse

Ein Blick auf die Karte belehrt uns, dass der Talweg neben eigentümlichen Verbiegungen und Richtungsänderungen häufig Verengungen aufweist, während dazwischenliegende Talstrecken sich durch bemerkenswerte Breite auszeichnen.

Diese Unterschiede dürften in erster Linie auf dem geologischen Aufbau, insbesondere dem Wechsel von härteren und weicheren Schichten beruhen.

Ganz auffällig tritt diese Erscheinung oberhalb Schüpfheim hervor, wo das Tal der Waldemme die Nagelfluhzone des Beichlen-

Farnerenzuges durchquert; in einem schluchtartigen Engtals trömt dort der Fluss dahin, um bei Klusstalden, wo die mächtige Nagelfluhzone endet, in die durch eine Mergelzone bedingte Talweitung von Klusboden einzutreten, die talabwärts durch einige Felsbuckel abgeschlossen wird. Nun erst beginnt die grössere Weitung des Haupttales, in der sich das Dorf Schüpfheim befindet und die in der Zone leicht verwitternder, steilgestellter Sandstein- und Mergelschichten der gefalteten aquitanischen Molasse liegt, die, wie wir bereits wissen, in ihrem Streichen von der Talrichtung abweicht. In der Nähe des Ausgangs des Waldemmequertals misst man eine grösste Sohlenbreite von annähernd 0,7 km, weiter bis gegen Entlebuch immerhin vielfach 200—300 m.

Zwischen Entlebuch und Wolhusen ist das Emmetal im tiefern, eigentlichen Flusstal als Quertalweg verhältnismässig eng, weil wiederum in Molasse mit mächtigen Nagelfluhbänken eingelassen. Das mehr oder weniger kastenförmig ausgebildete, bis 100 m tiefe Engtal mit steilen Seitenhängen, deren Fuss von der von einer Talseite zur andern pendelnden Emme oft unmittelbar bespült wird, verengt sich in der Sohle örtlich auf nur 40—80 m. Derartigen, stets im Bereich härterer Nagelfluh liegenden Engstellen begegnen wir einmal längs der Flussschleife nächst talab Entlebuch, dann vor der Ausmündung des Tobels von Rengg, bei dem nordwärts auf den Mühlebach folgenden Salzlochgraben, ferner unterhalb der Fontannenmündung und bei der Emmenbrücke von Mäderslehn vor der Mündung des Bachs aus dem Krachengraben. Im allgemeinen beträgt die Talbreite durchschnittlich 100—200 m, maximal 300 bis 400 m.

Im verbleibenden unteren Talstück weitet sich nach letzten Verengungen bei Werthenstein und beim Gehöft von Dietenei die Talsohle im Quertaleinschnitt, wie am linksseitigen Gehänge die Nagelfluhbänke nach Osten auskeilen, stetig, sodass sie bei Schachen 0,7 km Durchmesser aufweist; weiterhin nimmt sie im Streichen weicher Molasseschichten an Breite noch mehr zu.

3. Die Beschaffenheit von Flussbett und Talsohle.

Von Interesse ist die Tatsache, dass das Flussbett, wenigstens in der Sohle, an zahlreichen Stellen aus anstehender Molasse besteht, was wohl nichts anderes bedeutet, als dass der Fluss hier noch in der *Tiefenerosion* begriffen ist. Entsprechende

Stellen finden sich nicht nur in den Engtalstrecken, sondern auch im breiten Talboden, wo nicht selten ein etwas stärkeres Gefälle beobachtet werden kann. Diese Erscheinungen lassen sich konstatieren am Ausgang des Waldemmetals oberhalb Schüpfheim, sodann östlich und nordöstlich Doppleschwand, wo Nagelfluhbänke wiederholt Schnellen bilden, die von prächtigen Erosionskolken gegliedert werden; auch bei Wohlhusen und bei Werthenstein tritt öfters Molassefels im Flusslauf zutage. Auf den übrigen Flußstrecken des engeren Untersuchungsgebiets verläuft das Emmebett in *Geröllmassen*, die im folgenden beschrieben sind:

Die Grösse der Gerölle ist sehr schwankend; von faust- und kopfgrossen Rollsteinen bis zu kubikmetergrossen Blöcken kommen alle möglichen Dimensionen vor. Unter den grossen Blöcken sind nicht wenige erratisch. Sehen wir zunächst von diesen ab.

In den meisten Flußstrecken der Emme sind die Gerölle in der Form durchschnittlich gut gerundet bis abgeplattet oder zum mindesten stark kantenbestossen, typische Flussgerölle. Während auf der Laufstrecke Schüpfheim (Klusen)-Entlenmündung für gewöhnlich ihr Maximaldurchmesser 30—40 cm nicht übersteigt, findet man nach dieser in grosser Zahl von 50—70 (100) cm; es sei beigelegt, dass in der Entlen vor ihrer Ausmündung solche bis zu 2 m Durchmesser angetroffen wurden (vergl. Abbildung 1). Von den Fontannen bis Werthenstein messen die Emmegerölle wiederum nicht über 30—40 (50) cm. Zwischen Werthenstein und Schachen halten die grössten 20—30 cm; dieselbe maximale Geschiebegrösse beobachtet man auch in Littau, kurz vor der Einmündung der Emme in die Reuss.

Dem Material und der Herkunft nach sind unter diesen Flussgeröllen vorherrschend quarzreiche Tertiärsandsteine der Einzugsgebiete, sowie teils alpine, teils ohne Zweifel aus der Molassenagelfluh herstammende Kalke vertreten. Dazu kommen untergeordnet: Quarzgerölle, verschiedenartige kristalline Rollsteine der bunten Nagelfluh; verhältnismässig spärlich sind die weniger harten Molassesandsteingeschiebe und Mergelbrocken.

In den Talstrecken unterhalb Entlebuch kommen an mehreren Stellen Blöcke vor, die nach Grösse, Gestalt und Gesteinsart Erratika sein müssen; talauswärts der Einmündung des Mühlebachs sind es nämlich zu einem guten Teil zentralmassivische Granite oder Gneise. Im nachfolgenden Verzeichnis habe ich die wichtigeren dieser Blockvorkommnisse zusammengestellt.

Verzeichnis erratischer Blöcke

a) Im Talstück Entlebuch-Wolhusen

- In 650 m: Kristallines Gestein, 0,9 m,¹
„ 635 m: Habkerngranit, 1,6 m,
„ 635 m: Blauer Kalk, 3,0 m,
„ 600 m: Blauer Kalk, 3,1 m,
„ 595 m: Aarmassivischer Granit, vergesellschaftet mit Habkern-
graniten und Kalken, 3,5 m.



Fig. 1. Flussbett der Entlen bei Entlebuch.

b) Unterhalb Wolhusen

- In 550 m: Aarmassivischer Granit, vergesellschaftet mit Habkern-
graniten und Kalken, 1,8 m,
„ 550 m: Aarmassivischer Granit, vergesellschaftet mit Habkern-
graniten und Kalken, westlich unterhalb Kloster
Werthenstein, teilweise gesprengt, 6,0 m.

Neben dem Flusslauf dehnen sich an vielen Stellen des breiten Tales, bald zu beiden oder nur auf der einen Seite entwickelte, fast ebene Talsohlenfelder und -streifen aus, die an den seitlichen Hängen meistens unter deutlichem Winkel anstossen. Bei gewöhnlichem Wasserstand liegen sie durchschnittlich nur etwa 1—3 m

¹ Bei den Blöcken ist ihre Länge angegeben.

über dem Spiegel der Emme, gelegentlich bis 4 m. Aus lockerm, frischem Flußschotter aufgebaut, stellen diese gleichförmigen Sohlenflächen alluviale Aufschüttungsböden der Flüsse dar.

Hier und dort werden die ebenen Talsohlenflächen durch Bachschuttkegel unterbrochen, die sich von den Mündungen der seitlichen Gräben fächerförmig ausbreiten. Sie sind überwachsen, verraten sich jedoch deutlich durch ihre Form; sie dürften sich vorzüglich aus verschwemmter Moräne, die in bedeutenden Mengen in den Gräben oberhalb vorhanden ist, aufbauen. Mächtige derartige Schuttkegel finden sich bei Schüpfheim, oberhalb Hasle und Wolhusen, unterhalb Werthenstein.

II. Die Terrassen

1. Terrassen der obern Strecke des Flusstales

Charakteristisch für diesen Talabschnitt ist das Vorhandensein zahlreicher Terrassen von verschiedener Höhe und Ausdehnung, die beidseitig des Flusses angeordnet, diesen an einigen Stellen stark einengen. Nach der Höhenlage lassen sich drei Terrassensysteme deutlich auseinanderhalten, nämlich von 4—5 m, von 15 bis 20 m und von 30 und mehr Meter Höhe.

In die Beschaffenheit der vorliegenden Terrassen erhalten wir, soweit sie nicht von Bachgräben durchschnitten sind, meist nur am Stufenabfall bessern Einblick. An diesem ist fast stets anstehende Molasse nachzuweisen, bei manchen bis an die Kante, bei andern wenigstens im Sockel, dem quartäre Schuttablagerungen aufliegen.

Die 4—5 m hohen Terrassen

Diese besitzen gewöhnlich eine fast wagrechte, ebene Fläche und stellen sich als die jüngsten Bildungen dar. Auf dem rechten Ufer treten sie nächst dem Austritt der Waldemme aus dem Quertal oberhalb Schüpfheim bei Badschachen in 745 m, bei Brückhof in 735 m auf; unterhalb der genannten Ortschaft begegnen wir einer entsprechenden Terrasse bei Gross Wissenbach (705 bis 710 m), Strassgaden und Zinggen (700—710 m), Unter Bodnig (695 m), an der Biberenbachmündung (690 m), beim Brückgütli nordwestlich Hasle (685—690 m).

Auf der linken Talseite tritt sie in 740—745 m bei Knubel-Unternähren auf, sodann westlich Schüpfheim in 725 m neben dem Bachtalengraben, bei Bachmatt am Obstaldengraben in 720 m, in

der Gegend von Siggenhusen-Stegmatt in 710 m, bei Zinggenbrücke in 700 m und nördlich Hasle an der Bachmündung unterhalb Hinter Obflüh in 675 m.

In diesen Terrassen lässt sich vielerorts ein 3—4 (5) m hoher Molassesockel feststellen, der zum Teil von Kies überdeckt ist, während dagegen Moränenbildungen auf den Terrassenflächen wie in tieferem Niveau nirgends beobachtet wurden; die Molasseschichten fallen meistens sehr steil ein, werden also von der Oberfläche geschnitten. Wir haben niedrige Erosionsterrassen vor uns, die offenbar Teile eines nach der letzten Vergletscherung unseres Talabschnitts ausgearbeiteten Talbodens sind, in den sich der Fluss neuerdings um einige Meter eingeschnitten hat.

Mittlere, 15—20 m hohe Terrassen

Sie sind den eben besprochenen unmittelbar benachbart, zeigen jedoch häufig eine unebene oder stark abgeschrägte Oberfläche.

Auf der linken Talseite ist eine gegen 20 m hohe Terrasse ziemlich gut ausgebildet in 730 m bei Kreigaden-Siggenhusen; hangwärts befindet sich über einer kleinen Stufe die Terrassenfläche bei den Gehöften von Siggenhusen selbst in 740 m; eine ähnliche Gestaltung zeigt die nächste Terrasse von Schwand-Tellen in 720 m, der talabwärts die Terrassen von Höchhaus und Ennetemmen folgen. Bei Hinter Obflüh erreicht eine Terrasse in 710 m ebenfalls eine Stufenhöhe von 20 m.

Rechtsseitig der Emme lassen sich der Buckel des Kappenknubels Punkt 755 und die Höhe von St. Wolfgang Punkt 746 südlich Schüpfheim den 20 m-Terrassen zuordnen. Nach längerer Unterbrechung stossen wir sodann bei Bodnig in 715 m auf eine 15 m-Terrasse; ihr entspricht nördlich Hasle das „Feld“ und talab die Terrasse von Ober Zwischen Wassern in 695 m, die eine Stufenhöhe von 20—25 m erreicht und sich spornförmig zwischen Emme und Entlen bis westlich Entlebuch fortsetzt.

Am Ausgang des Entlentalen bemerkt man die zwar nur schmale, aber gut entwickelte Terrasse von Farbsäge (715 m); sie senkt sich zu der Terrasse von Rütimatt (685—700 m); dieser gegenüber erhebt sich noch die 15 m-Terrasse von Halden-Gügerenti.

Über den Aufbau der genannten Terrassen seien folgende Beobachtungen angeführt:

Beim Kappenknubel sind steilgestellte, weiche Molasseschichten bis 10 oder 15 m über den Emmespiegel angerissen; im Hangenden

ist Diluvialschutt von geringer Mächtigkeit abgelagert. An den Terrassenstufen bei Schwand, sowie bei Bodnig und Höchhaus liegt der Felsrand 10 m über dem Flussniveau; bei Feld, Ennetemmen, Hinter Obflüh und Ober Zwischenwassern im allgemeinen 15 bis 17 m. Im Talabschnitt Schwand-Feld, in der Zone des Luzerner-sandsteins, befinden sich die Felssockel in $30-70^\circ$ NNW fallenden, gleichartigen Gesteinsschichten, die $N\ 60-70^\circ\ E$ streichend, schief zu den Terrassenrändern verlaufen; weiterhin in den Nagelfluh- und Mergel-Sandsteinbänken der Helvétienmolasse, sind sie immer noch in $20-30^\circ$ geböschten Schichten; es liegen also typische Erosionsterrassen vor.

Guten Einblick erhält man in die Akkumulationslagen der Terrassen unterhalb Hasle. Bei der von Feld sind am Terrassenbord, in der Nähe von Punkt 713, etwa 17 m über dem Flusslauf, frische, lockere Schotter mit in der Regel ziemlich gerundeten, im Maximum 20—30 cm Durchmesser haltenden Geschieben freigelegt. Ihre Dachziegellagerung gibt die südnördliche Strömungsrichtung des Gewässers, aus dem sie abgesetzt wurden, an. An zwei oder drei Stücken bemerkte ich etwas verwaschene Gletscherkritzen. Das Material setzt sich hauptsächlich aus voralpinen Kalken, eozänen Quarz- und harten Flyschsandsteinen zusammen; an kristallinen Komponenten fand ich dagegen bloss Nagelfluhrollsteine. Es handelt sich um Fluvioglazial, das von Bachschutt überlagert ist. Eine kurze Strecke nordwärts der geschilderten Anrisse traf ich über den Molassemergeln des Anstehenden im Liegenden der Schotterbildungen eine dünne Lage lehmiger Moräne mit gekritzten Geschieben. — Bei Zwischen Wassern treffen wir die Quartäraufschlüsse am Abhang gegen die Entlen, nördlich der Häuser. An längeren Kahrissen tritt dort fest kalzitisch verkittete Nagelfluh mit bis metergrossen Blöcken zutage.

Es erübrigt einiger Bemerkungen hinsichtlich der Terrassen längs der Entlen südlich Entlebuch. Dieselben besitzen durchweg 10—15 m hohe Molassesockel, auf denen grobblockige Schottermassen aufgeschüttet sind. Bei der obersten von Farbsäge sehen wir die $30-40^\circ$ NNW fallenden, quer zur Terrassenrichtung streichenden Sandsteinbänke der Luzernermolasse an der sonst talauswärts sich senkenden Felskante des Sockels wie mit einem Messer abgeschnitten.

Ebenso ist bei Halden-Gügerenti die teils in Luzernersandstein teils in Helvétienagelfluh eingelassene Felsterrasse als

Erosionsfläche zu bestimmen, die von Schottern überlagert wird. Die letztern sind am Abhang bei Halden gut aufgeschlossen, ähnliche Blockschotter, wie wir sie bei Zwischen Wassern vorgefunden haben. Sie bilden mit bis zu 3 m Durchmesser aufweisenden Blöcken einen wallförmigen randlichen Kamm, den man vielleicht auf den ersten Blick als Moränenwall ansehen möchte.¹ Er stellt ein Erosionsrelikt der ehemals mächtigeren Schotter dar.

Die oben festgestellten Erosionsterrassen sind ohne Zweifel wieder Reste eines früheren Talbodens. Die Auflagerung der Felssockel mit Glazialschutt beweist, dass dieser Talboden vor der letzten Eiszeit existiert hat, und zwar in wenigstens 10—17 m Höhe. In der um einiges höheren Terrassenfläche bei Kreigaden-Siggenhusen, unter Umständen in ebensolchen der innern Terrassenteile bei Schwand-Tellen und Höchhaus, sind vielleicht Stücke eines gleich zu besprechenden älteren, 30—50 m hohen Talniveaus zu sehen; so liessen sich die Höhenunterschiede gut erklären. Wahrscheinlich haben die Terrassen stellenweise auch glaziale Abtragung erfahren, namentlich in der Umgebung von Schüpfheim und bis Bodnig, wo die fluvioglazialen Terrassenschotter des Haupttals einsetzen.

Die 30—50 m - Terrassen

Es sind dies nicht die am höchsten über dem Talgrund gelegenen Terrassen, sie werden vielmehr noch von solchen in grösserer Höhe überragt; letztere sollen indes später bei der Erörterung der grösseren Seitenabschnitte des Haupttals besprochen werden.

Von diesen Terrassen ist die erste die ungewöhnlich lange und breite von Ackergutwald-Eggli, die sich links der Vereinigung von Weiss- und Waldemme zu beiden Seiten des hier einmündenden Blapbachs ausdehnt. Ihre Oberfläche erscheint in der Talrichtung streckenweise stark wellig-rippig ausgebildet. Die Terrasse baut sich hauptsächlich aus den steil zu 60—80° aufgerichteten WSW—ENE streichenden Sandstein-, Mergelsandstein- und Mergelschichten der aquitanischen Molasse auf. Da nach Profilen in den sie querenden Bachgräben gegen ihren Rand hin keineswegs etwa widerstandsfähigere Schichtenkomplexe anzustehen scheinen, dürfte die Entstehung dieser Felsterrasse auf Erosionsvorgänge zurückzuführen sein. Nicht durchweg bildet jedoch das Anstehende direkt

¹ So irrtümlich von F. Antenen als Moränenwallstück gedeutet.

die Terrassenoberfläche; gelegentlich finden wir Grundmoräne ausgebreitet, beispielsweise in den innersten Partien neben dem Blapbachgraben, die dort Geschiebe aus Voralpenkalken, Eozänsandstein und Molassematerial enthält. Öfter stösst man im Terrassenbereich, namentlich in den Gräben, auf erratische Blöcke, unter denen auch exotische Granite vorkommen, ferner vereinzelte andere, nach meiner Ansicht aus dem Wildflysch herzuleitende kristalline Erratika. Die ganze Terrasse ist talaufwärts im Tal der Weissemme mit zunehmender Höhe bis Feldmoos zu verfolgen und kann demnach als alter Talboden des Weissemmeflüsschens gelten.

Im Haupttal ordnen sich in das Niveau dieses Talbodens verschiedene Felshügel ein: Die drei steil gegen N abfallenden Molassebuckel am Ausgang des Waldemmequertales, der sogenannte Klosterbühl nördlich von Schüpfheim und der Bühl von Hasle.

Die an erster Stelle genannten Felsbuckel bestehen aus steil gegen SO einfallenden Sandstein- und Mergelbänken, deren Köpfe den nördlichen Steilabfall erzeugen. Es sind Überreste eines vom Fluss zerschnittenen, etwa 40—50 m hohen ehemaligen Talbodens, die in der Eiszeit jedenfalls noch etwelche Abschleifung durch die Gletscher erfahren haben.

Der 1,6 km lange, gegen NO gerichtete Klosterbühl, der sich in Punkt 759 ungefähr 50 m über den Talgrund erhebt, ist von der östlichen Talflanke durch ein muldenförmiges Tälchen getrennt, das im Verhältnis zu seiner Weitung im kleinen Wissenbach ein merkwürdig geringes Wasserlein besitzt. Im Querschnitt erscheint der oberste Rücken mehr oder weniger flach; nach W bricht die Rückenfläche über der Talsohle an 25—30 m hohen, steilen Borden um 735—740 m unvermittelt ab; ein ausgeprägter Abfall, der aber im Kartenbild nicht zum Ausdruck kommt, ist auch auf der Seite des Wissenbachtälchens vorhanden. Der Klosterbühl ist ein Felsrücken, wie man sich in kleinen Runsen an seinem Westabfall leicht überzeugt. Es sind in diesen sehr steile, schief zum Rücken streichende Sandstein- und Mergelschichten entblösst. In den südlichen Abschnitten der Erhebung ist indes in den höchsten Rückenpartien schätzungsweise zirka 5—10 m mächtiger Gletscherschutt angehäuft. Bei Grabungen gelangt man teils in „Grien“; beim Kloster, wo sich eine auffallende Terrainwelle quer über den Rücken zieht, sei Lehm mit harten Sandsteinblöcken zum Vorschein gekommen (freundliche Mitteilung von alt Friedensrichter Ziehlmann, Klosterbühl). Denkt man sich nun die Diluvialschuttmassen entfernt, so

ergibt sich eine bis 300 m breite Felsfläche, die talauswärts schwach geneigt ist und sich 30—40 m über den Fluss erhebt. Angelegt in steilgestellten Gesteinsschichten, ist sie als Erosionsfläche aufzufassen.

Der Bühl bei Hasle hat geringere Ausmasse als der Klosterbühl. Er stellt eine langgestreckte, schmale, oben teilweise ebenfalls etwas verflachte Erhebung dar. Während die Emme an seiner Westseite in einem engen Taleinschnitte fliesst, besteht zwischen der Anhöhe und der östlichen Gehängeflanke des Tales ein breiterer Durchgang, der in der Umgebung des Dorfes 30—40 m über dem Flussbett liegt. Die neue geologische Spezialkarte (Lit. 31) gibt im nördlichen Teil des Rückens bis in zirka 720 m Molasse an. Dieselbe ist wieder an seinem Südende, bei den Häusern von Bühl, nachzuweisen, und zwar im nämlichen Niveau. Ueber diesem sind bloss einzelne erratische Blöcke zu beobachten, wie unter den Lesesteinen der Äcker hauptsächlich alpines Material; die geologische Karte verzeichnet Moräne. Um 720 m steht nun auch im Bereich des Dorfes allgemein Fels an, wobei das Gelände in den aufgerichteten Luzernerschichten grossenteils plateauartig verebnet ist.

Deuten wir die eben betrachteten Geländeformen als Reste eines alten Talbodens, so fällt uns auf, dass dieser vom Ausgang des Waldemmequertals starke Abtragung erfahren hat. Es liegt nahe, diese Erscheinung nicht nur den normalen Abtragungskräften, sondern daneben auch den Wirkungen der Glazialerosion zuzuschreiben. Auf jeden Fall zeigen die in Rede stehenden Talbodenstücke eine stärkere Umformung als dies bei den andern beiden Terrassensystemen der Fall ist. Sie müssen bedeutend älter sein als jene. Da die Hauptdurchtalung im schweizerischen Molassegebiet in der Mindel-Riss-Interglazialzeit stattgefunden haben muss (Lit. 10, S. 59), so dürften die 30—50 m hohen Erosionsflächen Reste des Mindeltalbodens darstellen.

2. Terrassen der mittleren Strecke des Flusstals

Im Talstück zwischen Entlebuch und Wolhusen sind in dem engen Flusstal an einigen Stellen 10—15 m hohe Terrassen eingeschaltet; sie sind aber ganz schmal und verschwinden beinahe neben der mächtigen, bis über 100 m hohen Terrassenlandschaft, die sich auf der rechten Talseite in auffälliger Breite hinzieht und die wegen ihrer Ausdehnung und komplizierten Struktur in einem

besondern Abschnitt besprochen wird. Vorerst betrachten wir die niedrigeren Terrassen.

Eine erste, 15 m hohe, im Plan dreieckige Terrasse befindet sich neben der Dorfbachmündung bei Entlebuch; auf ihr liegt in 687 m die Bahnstation. Sie besitzt einen Molassesockel von 7 bis 10 m Höhe, der bei Aufschlüssen am südlichen Bord von etwa 5 m Schotter überlagert ist.

Weiterhin sieht man kleinere Terrassenvorsprünge an der Flussbiegung in der Gegend von Wilzigen (gegenüber dem Tunnel-
eingang der Bahn), an der Mündung des Bachs bei Schützenmatt (Doppleschwand) und des Mühlebachs (Ebnet); wieder zeigt sich ein 5—10 m aufragender Gesteinssockel, bei den letztern von Bachschutt überdeckt. Ähnlich ist eine Terrasse an der Ausmündung des Tobels aus dem Feldwald bei Strehüsli beschaffen.

Zwei gutausgebildete, vorwiegend aus Molasse bestehende Terrassen, die eine von 10 m, die andere von 20 m Höhe, sind am Ausgang der Fontannentäler festzustellen; auf der obern steht das Gehöft Burgmatt (620 m).

Ebenso dehnt sich wenig talabwärts auf der rechten Seite der Emme eine 8—10 m hohe Terrasse bei Unter Kappelboden (600 m) aus, über der eine 20 m hohe Terrasse, Ober Kappelboden, auftritt.

3. Terrassen des untern Talabschnitts

Im Talabschnitt zwischen Wolhusen und Schachen bemerken wir an beiden Seiten Terrassen in verschiedener Höhenlage und von verschiedenartiger Gestaltung. Teils sind es deutliche Erosionsterrassen, Reste älterer Talböden, teils Felsterrassen, die vorzüglich mit weichern Mergel- und Sandsteinschichten über widerstandsfähigeren Nagelfluhbänken zusammenzufallen scheinen. Die letztern Terrassen finden sich schon in grosser Höhe am Nordabhang der Bramegg, bei Kleinstein, Tribschwanden und Rothenfluh in 720—760 m, 190—230 m hoch über dem rezenten Tal, ferner in ähnlichem Niveau am Ausgang des Stäubligbachtälchens östlich Werthenstein.

Die ausgesprochenen Erosionsterrassen dagegen liegen bedeutend tiefer; sie weisen in der Regel einen Molassesockel in geneigten Schichten auf, der von Diluvialbildungen bedeckt ist. Nach der Höhenlage können wir zwei Terrassensysteme unterscheiden, ein solches von 25—30 m und ein zweites von 50—90 m Höhe.

Zum *niedrigeren* sind zu rechnen: Eine Terrasse am südlichen Talhang bei Blindei (580—590 m); die Höchweid-Terrasse (570 bis 580 m) gegenüber und der an diese sich anschliessende terrassenförmige Talsporn Punkt 572. Die 12—15 m mächtigen Felssockel der Terrassen bei Blindei und Höchweid sind von groben, stellenweise verkitteten Schottern überdeckt. Die vielfach bis 50 cm Durchmesser haltenden Gerölle der Schottermassen sind gerundet bis abgeplattet; sie liegen meistens ausgezeichnet dachziegelartig, und zwar von Ost nach West übereinander, müssen somit von einem entgegen dem heutigen Fluss strömenden Gewässer aufgeschüttet worden sein. Zweifellos handelt es sich um eine fluvio-glaziale Bildung. Hiefür spricht auch das Gesteinsmaterial. Vorwiegend sind Flyschsandsteine, u. a. grob- und buntsprenklige von der Art des Schlierensandsteins, eocäner Quarzsandstein und alpine Kalke; die Sandsteingeschiebe sind stark zersetzt und gebräunt. Bei Höchweid wurden im liegenden Teil der Schotterlage auch einzelne kristalline Gerölle aus den Zentralmassiven gefunden, darunter ein aarmassivischer Granit.

Den obigen Schotterablagerungen gleichzustellen ist ein kleiner Schotterest 15—18 m über der Emme am linksseitigen Hang des Flusstals nächst talab des Dörfchens Werthenstein; unter dem Geschiebematerial kommen dort noch Taveyannazsandsteine vor. Über diesem Schotter sieht man in zirka 570 m frische, lehmige Grundmoräne.

Moräne ist auch auf der 15 m-Felsterrasse bei P. 572 ausgebreitet, jedoch unmittelbar dem Anstehenden aufliegend. Die beiden Moränenvorkommnisse gehören offenbar zusammen und sind würmeiszeitlichen Alters.

Terrassen des höhern Systems sind: Auf der linken Talseite, die schöne, 800 m lange Terrasse von Wändeli-Grüttweid (590 bis 600 m) unterhalb Werthenstein, die kleinere Rothenboden-Terrasse (610 m); auf der rechten Seite der abgeflachte Sporn von Rothweg (600 m) neben der Mündung des Sulzigtobels, der Terrassensporn, der das Kloster Werthenstein Punkt 596 trägt, die Terrassen von Schwändi (600—620 m), Deutschenberg Punkt 626 und Terrassenflächen am Ausgang des Rümlihtals (um 590—600 m) bei Schachen.

Von diesen Terrassen zeigt zunächst diejenige von Wändeli-Grüttweid einen ziemlich komplizierten Bau. Im westlichen Terrassenabschnitt geht am Abhang unter dem Wohnhaus des Gehöfts Wändeli der Sockel bis in 585—590 m, weiter südlich, bei

Ringgei und Dietenei, indes nur bis in zirka 570—575 m hinauf; er hat hier eine Mächtigkeit von 25—30 m, darüber ist 20—25 m Diluvium; dieses besteht im Liegenden aus Schotter, im Hangenden aus Moränenbildungen. Schotter ist am Steilabfall bei Dietenei in zirka 568 m über dem Molassesockel entblösst. Er liegt in gleicher Höhe und nimmt, von jüngerer Moräne überlagert, stratigraphisch dieselbe Stellung ein wie diejenigen bei Werthenstein, mit denen ich ihn deshalb parallelisieren möchte. Etwas östlich Dietenei ist die hangende, verschwemmte Moräne aufgeschlossen: sie verrät in der Anordnung der Gerölle gleichfalls eine ost-westliche Strömung. Neben den vorherrschenden Kalken und Flyschgesteinen bemerkt man auch alpin-kristalline Geschiebe; es sind demnach Bildungen des Reussgletschers, die wohl einem Rückzugsstadium der letzten Eiszeit angehören. — In der benachbarten Terrasse von Rothenboden steigt der Fels auf zirka 590 (600) m hinauf; der Molassesockel ist 50 m hoch.

Wir haben es jedenfalls in dieser Gegen mit zwei Felsterrassen zu tun, einer 25—30 m und einer 50—60 m hohen, von denen die erstere um 20 m mit eiszeitlichen Ablagerungen bedeckt.

An der Terrasse von Schwändi auf der südlichen Talseite ist im westlichen Teil, gegenüber Dietenei, Molasse wiederum bis zu 575 m vorhanden; auf dieser liegen dort 10 m geschotterte Moräne, darüber 10—15 m lockerer Bachschutt. In der Terrassenmitte setzt aber ebenfalls Molassefels bis in zirka 590 m an.

Bei der nächstfolgenden Terrasse von Deutschenberg ist an der Ostseite der Felssockel bis in zirka 585 m nachzuweisen; er hat damit eine Höhe von zirka 55 m. Auf ihm lagert Moräne und über dieser ein Bachschuttkegel.

Die Terrassen am Rümli талаusgang sind ausgeprägte Erosionsterrassen, deren zirka 60 m aufragendem Sockel mächtigere Glazialbildungen auflagern (Lit. 27).

Überblicken wir unsere Beobachtungen, so gelangen wir zu folgenden *Ergebnissen*:

Die tiefsten Terrassen im Talabschnitt Wolhusen-Schachen tragen zum Teil Fluvioglazialschotter, die eine Strömung in OW-Richtung anzeigen. Ob es sich um Schotter der Würmeiszeit handelt, lässt sich nicht mit Sicherheit behaupten; verschiedene Umstände, so die Überlagerung mit Moräne, die scharfe Trennung von dieser, das Vorkommen von wahrscheinlich der Risseiszeit zuzuweisenden Schottern in der Nähe (nördlich Wolhusen), von denen später die

Rede sein wird, sprechen eher für risszeitliches Alter. Sie sind wohl von Schmelzwassern des Reussgletschers abgelagert worden, die ihren Abfluss bei Wolhusen nach N durch das Trockental genommen haben, das in der geologisch-morphologischen Literatur mehrfach erwähnt wird.

Dagegen verraten die 50—60 m hohen Felsterrassen ein gegen O gerichtetes Gefälle des ehemaligen Talbodens, wie sich aus den nachstehend zusammengestellten Höhenwerten ihrer Oberflächen ergibt:

	Kloster Werthenstein	Rothenboden	Deutschenberg	Schachen
Absolute Höhe:	595 m	590 m	585 m	580 m
Relative „ :	47 m	50 m	55 m	60 m

B. Die Abschnitte rechts vom Haupttal

Allgemeines

Die nachstehenden Darlegungen umfassen die folgenden Bezirke: Das Terrassengebiet von Schwendi-Haslehohwald mit der Farneren, die Terrassen vor der Beichlen und die Gegend des vordern Entlentals; weiter die Terrassenlandschaft zwischen Entlebuch und Wolhusen und das Gebiet der Bramegg.

Die beiden Molassebergzüge Beichlen und Farneren, bzw. die zu ihnen aufsteigenden Gehängeflanken, die zwischen Escholz-matt und Entlebuch die Längstalfurche auf der rechten Seite begrenzen, zeigen unter sich übereinstimmende orographische und geologische Verhältnisse. Beiderorts hebt sich das Gehänge zunächst aus dem Talgrund 140—170 m hoch zu den erwähnten, mehr oder weniger breit entwickelten Terrassen, die sich an die Bergkämme der Beichlen und Farneren anlehnen, empor. Diese Terrassen sind durch Bachgräben zerschnitten, die aus Einzugs-trichtern an den steiler abfallenden Bergkämmen herabkommen. Bei der Beichlen ist mit 1770 m der Kamm höher und meist schärfer geformt — nahezu firstförmig — als bei der nur 1570 m hohen Farneren; doch hier wie dort besteht er aus schief gestellten Nagelfluhbänken, stellt im wesentlichen ein Isoklinalkamm dar, während die vorgelagerten Terrassen vorherrschend aus sehr steil aufgerichteten Sandstein- und Mergelschichten aufgebaut sind, wobei die Terrassenflächen die Schichten schneiden und sich also als Abtragungsflächen erweisen. Am Ausgang mehrerer Einzugs-

trichter findet sich lokaler Gletscherschutt, auf den breiteren Abtragungsterrassen in beträchtlichen Massen Erratikum fremder Herkunft.

Eine ganz andere Gestaltung als die eben besprochenen Terrassen und Bergzüge weisen die Terrassenlandschaft zwischen Entlebuch und Wolhusen, wie der breite Rücken der Bramegg auf; auch hier sind verschiedenartige Diluvialbildungen angehäuft, deren nähere Gliederung und Bestimmung indes schwieriger zu sein scheint. Vorerst haben wir uns mit der Schwendi-Haslehohwald-Terrasse und dem Farnerenrücken zu beschäftigen.

I. Das Terrassengebiet von Schwendi-Haslehohwald und die Farneren.

Vom linksseitigen Talhang, vom Schüpferberg aus betrachtet, treten im Bereich der südlichen Talseite, zwischen Schüpfheim und Entlebuch, zwei übereinanderliegende prächtige Terrassen hervor, von denen namentlich die höhere, uns schon bekannte von Schwendi-Haslehohwald eine ansehnliche Ausdehnung besitzt. Von dieser sieht man dann das Gehänge gegen den Bergkamm der Farneren ansteigen, der sich aber erst etwa 100 m über ihrem Niveau, in 1000—1100 m Meereshöhe, steiler emporhebt. Die Farnerenerhebung unterscheidet sich von der Beichlen vornehmlich durch die geringere Höhe und eine weniger ausgesprochene Gliederung.

Die untere Terrasse beginnt in 840 m nordöstlich Schüpfheim, bei Eggenburg; sie sinkt relativ stark nach Norden und bricht in 760 m mit der Fläche von Biberg ab. In der ganzen Ausdehnung von Moräne bedeckt, dürfte sie in ihrer Form mit der Lage einer Gletscherzunge in Beziehung gebracht werden.

Die Schwendi-Haslehohwald-Terrasse hebt in 980 m östlich Schüpfheim mit schmaler Leiste an, um sich von Schwendi an rasch zu verbreitern; sie erstreckt sich, talauswärts langsam sich senkend, bis ans Entlenquertal; bei einem Mittelniveau von 890 m und einer randlichen Höhe von 820—850 m beträgt ihre Breite dort, nördlich der Ansiedlungen von Haslehohwald, 6—700 m. In der Längsrichtung der Terrasse verlaufend, erzeugen schmale, wallförmige Geländezüge eine sehr unruhige Oberfläche. Die nach NO leicht auseinandergehenden Wälle sind nach Lage und Zusammensetzung die gut ausgebildeten Ufermoränen eines jungeszeitlichen Gletschers des Waldemmetals.

Verschiedene Bachgräben bewirken eine mehr oder weniger starke Gliederung der Farneren und des ihr vorliegenden Terrassengebiets. Längere Bachläufe folgen auf grosse Erstreckung nahezu dem Streichen der Erhebung, so die Biberen, die in der Nische von Schwarzmatt am Nordhang des Farnerenzuges entspringt, deren unterer Lauf zum guten Teil durch die obgenannten Moränenwälle bestimmt wird. Viel tiefer eingegraben ist der Gretenbach, der als Kuenismattbach vom Hauptkamm kommend, an einem Endmoränenwall nordostwärts umbiegt und nun in einer in Moränenablagerungen und Molasse eingeschnittenen, V-förmigen Furche nach der Entlen hinabströmt, so die östliche Hälfte der Haslehohwald-Terrasse vom Farnerenkamm trennend.

Die Moränenlandschaft von Schwendi-Haslehohwald, die sich auch in den untern Gehängepartien des Farnerenrückens ausbreitet, ist unlängst von H. Mollet und F. Nussbaum beschrieben worden (Lit. 19, p. 58 und Lit. 21, p. 108 f.). Nach den betreffenden Autoren lassen sich in dieser 8—10 Moränenzüge des Waldemmegletschers unterscheiden. Mit Rücksicht auf die Literatur halten wir uns aber hier kurz und verweisen auf die Karte, die diese Endmoränen erstmals im ganzen Verlauf zur Darstellung bringt: Die höchste Moräne zieht sich von 1100 m am Kohlgraben, oberhalb Schüpfheim, nach Nachzel (975 m) über dem Entlental; ihr Gesamtgefälle ist 35 ‰. Bei ihrer Ablagerung muss der Gletscher in der Gegend von Schüpfheim eine Mächtigkeit von 350—400 m gehabt haben; sein Ende lag offenbar noch unterhalb Entlebuch.

Über der obersten Ufermoräne des Waldemmegletschers kommt Diluvialschutt vor, der seinem Material nach von einem Lokalgletscher her stammt.

Um Heiligkreuz (1127 m) ist solcher Schutt entlang dem Biberenbach häufig gut angerissen. Bis in 1150 m Meereshöhe sind festzustellen: In stark lehmiger Masse Nagelfluhgerölle — wovon die Kalke ausgezeichnet gekritzelt — gelegentlich grössere Konglomeratblöcke mit geglätteter Oberfläche und schönen Schrammen, spärlicher anderes Molassegestein. Über dem obigen Niveau beobachtete ich im Bachbett bis auf 1250 m grobe Nagelfluhblöcke, vielleicht ebenfalls Lokalerratikum. Die tiefsten Aufschlüsse von Moränenbildungen der angegebenen Beschaffenheit trifft man im Graben in 1030 m; wenig bachabwärts erscheint die erste in der Talrichtung hinziehende Ufermoräne. Ein kurzer Wall, den ich in höherer Lage bei Heiligkreuz, östlich der Biberen, zu erkennen

glaube, steigt vom Bach von 1110 m südostwärts gegen den Berg-
rücken an, bis auf zirka 1150 m; er muss von einem kleinen
Gletscher aufgeworfen worden sein, der aus der karähnlichen Ur-
sprungsnische des Biberenbachs herabgekommen war. Da nach
meinen Beobachtungen an den Entblössungen im Biberentobel die
Lokalmoräne zwischen 1020—1030 m in Waldemmemoränen über-
geht, möchte ich sie der Würmvergletscherung zuschreiben, wofür
zudem ihr Erhaltungszustand spricht.

Auch am Kuenismattbach, in dessen östlichster Quellrinne
(Mühlebach), stossen wir in 1050—1080 m auf „Molassemoräne“;
ferner in 1010—1050 m im nächstfolgenden Schwendigraben, wo
dieselbe als Geschiebe hauptsächlich Sandsteinbrocken führt. Diese
Moränenabsätze sind wahrscheinlich ebenfalls vom Farneren-
gletscherchen der Schwarzmattnische herzuleiten, das im Maximum
der letzten Eiszeit seine schuttbeladene Zunge an der Flanke des
Talglatschers etwas nach Norden vorgeschoben haben mag. Für
die damalige Schneegrenze des kleinen Lokalglatschers berechnet
sich, wenn man die Firnlinie in halber Gletscherhöhe annimmt,
1250—1300 m. Wie weit sich der würmeiszeitliche Waldemme-
gletscher in seinem Maximalstand ausgedehnt hat, wird die genaue
Untersuchung der Terrassenlandschaft zwischen Entlebuch und
Wolhusen erweisen.

II. Beobachtungen im Terrassengbiet vor der Beichlen

Der Nachweis von hochgelegenen Jungmoränen des Wald-
emmegletschers auf der Haslehhwald-Terrasse und an der Far-
neren führt zur Annahme, dass dieser Gletscher beim Eintritt ins
Entlebucher Längstal auch in der Richtung gegen Escholz matt
vorgestossen sei. Unsere Annahme wird durch das Vorkommen
entsprechender Moränen bestätigt, die neben Lokalglatscherschutt
am Nordwestabhang der Beichlen auf den in 900—1100 m Höhe
auftretenden Terrassen festzustellen sind.

Diese *Terrassen* sind zum Teil ausgesprochene Erosions-
terrassen (vergl. Lit. 5, S. 417 f). Sie treten als mehr oder weniger
breite Vorsprünge zwischen den tief eingeschnittenen Bachgräben,
die vom Beichlenkamm herabkommen, hervor, verraten aber eine
Zusammengehörigkeit durch ihre Höhenverhältnisse. Von SW
gegen NO bemerken wir die Terrassen von Mittelstebnet (965 m),
Rämis (985 m), Hütten (991 m), Kirchenwald, Strickegg, Bödeli

(974 m), Tellenbachschwendi (927 m). Der Höhenabstand vom Talboden beträgt am Terrassenrand 150—200 m.

Moräne des Waldemmegletschers findet sich zunächst bei Ober Rütiboden in 1095 m, eine Terrassenstufe bildend; sie ist westwärts den Abhang hinab zu verfolgen. In etwas tieferer Lage lässt sich bei Unter Rütiboden (999 m) ein parallel dem Rand der höher gelegenen Moränenterrasse verlaufendes kurzes Stück eines Moränenzuges erkennen. Im Materialbestand mit den angeführten übereinstimmende Moräne trifft man um Strickegg (987 m) und in der Gegend von Knubel im Talgrund, hier aber von Bachschutt überdeckt.

Der westliche Arm des würmeiszeitlichen Waldemmegletschers wird kaum weiter als bis Escholz matt gelangt sein. Südlich des Dorfes und bis Wiggen scheinen an fremdem Erratikum am Talgehänge bloss mehr spärliche Blöcke vorzukommen: An der Nord-ecke der Hütten-Terrasse, in 930 m oberhalb des Gehöfts Zopf, wurde ein Hohgantsandsteinblock ausgegraben; an ihrem Westabfall steckt in 900 m am untern Rand einer kleinen Waldparzelle westlich P. 974 ein eckiger Granitblock, Gestein von aarmassivischem Charakter, im Boden, messbar $0,5 : 0,3$ m; er dürfte aus der Riss-Eiszeit stammen; ebenso eckiges Kalkmaterial mit kretazischen Fossilien, dem ich in einem linksseitigen Nebengraben des bei Wiggen in die Ilfis mündenden Rämischbachs in 870—895 m und in 930 m am Westrand der Terrasse von Mittelstebnet begegnete. Im Niveau des Talbodens des Haupttales breiten sich Schwemmkegelfächer aus; Diluvium kommt nirgends zum Vorschein.

Lokalgletschermoränen. Über den namhaft gemachten Glazialablagerungen sind am Abfall der Beichlen bis in 1200 m Moränenbildungen verbreitet, die, wie diejenigen an der Farneren bei Heiligkreuz, nur Molassegestein der nähern Umgebung als Geschiebe enthalten. Herr Prof. Nussbaum hat vor einiger Zeit erstmals auf diese hingewiesen (Lit. 21, S. 110). Die betreffenden Bildungen notierte ich u. a. bei meinen eigenen Untersuchungen im Gelände: Zwischen Oberer Rütiboden und Dürrhütte, gut abgeschlossen in 1120—1180 m in einem am nördlichen Ende des Beichlenrückens entspringenden Bach, sandig-lehmige Massen mit schön gekritzten Nagelfluhgeröllen; unterhalb Mittlistgrotzen, an zahlreichen Anrissen in 1040—1200 m in den Quellgraben des Ebneibachs, erst Aufschüttungen, zusammengesetzt aus Nagelfluh-

blöcken, Mergel- und Molassesandsteinbrocken, oberhalb dann typische lehmige Grundmoräne; zwischen 1000 und 1100 m in dem vom Südende des Beichlenkamms herabkommenden Vierstockenbach. An der Gegenseite des Bergrückens sind mir schon im Sommer 1920, gelegentlich einer Besteigung von Flühli aus, in einigen Bachtälchen Anhäufungen von glazial geschrammten und geschliffenen Nagelfluhrollsteinen und Konglomeratblöcken aufgefallen, so in den Tälchen des Hellschwandbachs und des zu diesem kommenden Falkenbachs, alsdann weiter südwärts am Portenalphbach, einem Quellstrang der Hilferen. Die vorliegenden Moränenbildungen müssen analog denen von Heiligkreuz nach Vorkommen und Materialbestand kleinen Lokalgletschern zugeschrieben werden, die sich während der Würm-Eiszeit bildeten.

III. Das Tal der Entlen

Nach den Moränen auf der Haslehohwald-Terrasse zu schliessen, hatte sich der Waldemmegletscher in der letzten Eiszeit quer vor den Ausgang des Entlentalles gelegt. Entsprechende Moränen sieht man auf der nördlichen Talseite vor dem Ausgang des Seitentalles in verschiedenen Höhenlagen. Die wichtigsten sind in der folgenden Übersicht angegeben, in der zugleich die Parallelisierung mit den Haslehohwald-Moränen versucht wird:

1. Moränenzug bei Ober Burg (882 m), vom Rand des Entlengrabens bei 810 m zum Gehöft; er hat wohl seine Fortsetzung in dem niedrigen Moränenwall bei Altweg (873 m), nördlich des Burggrabens. Der ganze Zug entspricht der Moräne Grubenhag-Unter Nachzel des Waldemmegletschers: Verbindung 50 ‰ Gefälle.

2. Moränenstufe zwischen Ober- und Unter Burg; weiterhin ein Wall linksseitig des Burggrabens, östlich des Gehöfts Unter Burg vom Tobel abgeschnitten; entspricht der Balmmoos-Schlund-Moräne von Haslehohwald: Verbindung 50 ‰ Gefälle.

3. Südnördlicher Moränenzug bei Unter Burg (837 m), eine nach W zirka 10 m abfallende Stufe; entspricht der Ober Schürtannen-Schlundbord-Moräne von Haslehohwald: Verbindung 50 ‰ Gefälle.

4. Moränenwall bei Lochgut (820 m); äquivalent der Moräne östlich des Schlichbachs von Haslehohwald: Verbindung 65 ‰ Gefälle.

Unter den Moränenzügen sind an mehreren Stellen fluvioglaziale Schotter freigelegt, die für Vorstossbewegungen und Staubildungen sprechen, so im Burggraben nordwestlich Unter Burg bis 30 m hoch angerissen; ferner westlich Altweg, am rechten Hang des vorigen Bachlaufs, und nördlich dieses Gehöfts in dem vom Donnermösli her kommenden Riegelbach, an den Aufschlüssen zum Teil fest verkittet und auf frisch lehmiger Grundmoräne mit dunklen Kalken (Erratikum des Waldemmegletschers) lagernd. Auch am Talausgang sind öfters schotterartige Ablagerungen aufgeschlossen.

Die Glazialablagerungen zu beiden Seiten am Ausgang des Entlentalen ruhen überall auf einem *Felssockel* von steilgestellten Molasseschichten, in die sich die Entlen ein schmales, steilwandiges Tal eingeschnitten hat. Dieser Sockel, der bei Frauental und unter den Moränenmassen von Burg in 25—30 m Höhe in der Flussrichtung fallende Terrassen aufweist, hat talaufwärts in der Gegend und nächst östlich der Einmündung des Gretenbachs eine Mächtigkeit von 80—100 m; diese nimmt aber von hier an ab, und schliesslich verschwindet oberhalb der Mündung der Kleinen Entlen die anstehende Molasse. Auf eine Strecke von gegen 2 km steht nun auf der rechten Seite des Flusstals ausschliesslich Moräne an, die auch am gegenüberliegenden Gehänge zwischen Emmen-thälti und Schattweidli bis an die Talsohle hinabzugehen scheint. Die Moränenmassen erreichen namentlich am Lipperenbach die erstaunliche Mächtigkeit von 150—180 m. Es handelt sich, wie schon F. J. Kaufmann und jüngst H. Mollet dargestellt haben (Lit. 5, S. 381 und Lit. 19, S. 58), um Ablagerungen des Entlengletschers. Im Querschnitt hat das Tal hier deutliche V-Form.

Südlich Schattweidli ist der Flusslauf von neuem, allerdings nicht einmal 1 km weit, in eine Molassezone eingegraben, wo steile Felswände eine 25—30 m tiefe Schlucht bilden, über der sich indes die Talhänge in sanfterer Böschung, terrassenförmig weiter hinaufziehen. Auf der rechten Talseite stehen dort die Häuser von Glashütten. Nach der Schlucht treten an den Gehängen wiederum bis an den Fluss hinab Diluvialbildungen auf, wobei jedoch das Tal in 980—1015 m eine ausgesprochene Weitung zeigt.

Die Gefällsverhältnisse des Entlenlaufs in dem besprochenen Talgebiet sind aus der nachfolgenden Tabelle zu ersehen. Das talabwärts abnehmende Gefälle erfährt streckenweise eine Zunahme, wie in der Felsschlucht unterhalb Glashütten, oder wo der Flussweg durch Schuttkegel von Seitenbächen eingeeengt ist.

Gefälle im Tal der Grossen Entlen

Talabschnitt und km-Distanz	Tal (Fluss)- gefälle in ‰
1440—1260 m (Klusmätteli), 1,8 km	r. 99,5
1260—1100 m, 2,33 km	„ 68,5
1100—1030 m (Taldurchbruch durch Kalkalpenkette), 1,7 km	„ 41,5
1030—970 m, 1,7 km	„ 41
970—930 m, 0,4 km (Glashüttenschlucht)	„ 94
930—830 m (Kleine Entlenmündung), 2,6 km	„ 38,5
830—770 m, 0,9 km	„ 66
770—700 m, 2,5 km	„ 28
700—665 m (Mündung), 1,4 km	„ 25

Die Eigentümlichkeiten des Entlenquertals beruhen nach dem Ausgeführten auf dem Wechsel des Querschnitts, der Gesteinszonen und des Gefälls; sie sind in erster Linie mit den eiszeitlichen Verhältnissen in Zusammenhang zu bringen.

Betrachten wir zunächst die Jungmoränen des Entlengletschers, die sich nach Lage und Form als solche erweisen und von denen sich auf jeder Talseite mit Sicherheit 6—7 Züge bestimmen lassen.

Rechtsseitige Moränenzüge

1. Einen äussersten rechtsufrigen Moränenzug gebe ich nach H. Mollet in 1010 m an dem annähernd NS orientierten westlichen Rand des Mettelimooses an. Hierher gehört auch eine Wallform am Südennde des Mooses bei Mooshalden (1031 m).

2. Schmäler, aber ausgezeichnet entwickelter Wall, die Häuser von Paradiesli (972 m), Händschen, Lunzimösli (930 m) tragend; kleines Wallstück in 910 m unterhalb Lunzimösli.

3. Ostwestlich gerichteter, etwas nordwärts ausgebogener breiter Wallzug zwischen dem obern Burggraben und dem Tobel des Gräbenwaldbachs in 1050—920 m, auf ihm der Kirchenwald. Ebenso verlaufend:

4. Wallförmige Moränen zwischen Gräbenwald- und Lipperenbach, in 1100 m am Bergfuss der Wissenegg beginnend, Ende über der Entlen bei Stöckli in 960 m.

5. Wallmoräne links des Lipperengraben, bereits in 1130 m bei Homberg am Westabfall der Höhe von Heuboden breit terrassen-

förmig anhebend; an ihrer Innenseite bei Riegelhüsli oberhalb Entlenmatt ein kürzerer Sekundärwall.

6. Moränterrasse Entlenmatt mit Punkt 1017 und Punkt 1021.

Linksseitige Endmoränenzüge

1. Äusserste Moräne bei Knubel (1055 m) am Ausgang des Kleinentlents, mehr oder weniger ein Doppelwall, vom rechten Talgehänge zum Tobel der Kleinen Entlen bei Kälberweidli sich hinziehend.

2, 3, 4. Drei Moränenzüge auf dem Plateau von Müllerenmoos, ähnlich verlaufend wie der erstgenannte.

5, 6. Zwei kurze Züge bei Müllerenmösli, unmittelbar über dem Flusstal der Grossen Entlen.

An Gesteinsmaterial verzeichnete ich in den Moränen hauptsächlich voralpine Kalke, Eocän- und Flyschsandsteine (viel typischen Schlierensandstein), Gesteinsarten, wie wir sie auch im Hauptbestand des Erratikums von Haslehohwald angetroffen haben. Dagegen scheinen dunkle, blaue Kalke, die dort im Geschiebebestand manchmal stark hervortreten, in dem in Rede stehenden Moränengebiet östlich Nachzel-Altweg sehr spärlich zu sein.

Fassen wir die Beobachtungen über die Jungmoränen zusammen, so sind für die Würm-Eiszeit im vordern Entlengebiet folgende Verhältnisse festzustellen: Die Gegend des jetzigen Talausgangs war, wie die Moränen von Altweg-Burg beweisen, längere Zeit durch den Gletscher des Haupttals gesperrt; bei dessen Maximalstand mag hier sein Rand, entsprechend der Höhenlage der Waldemme-Moränen von Nachzel, in ungefähr 950 m gelegen haben. Der Entlengletscher muss damals bei der Lage seiner Ufermoränen von Paradiesli-Lunzimösli, Donnermösli und Mettelimoos bis an den Haupttalgletscher herangekommen sein, wobei er naturgemäss gestaut und auch seitwärts abgelenkt wurde; so lässt besonders die Mettelimoos-Moräne, welche von der ost-westlichen Talrichtung weg nach N abgebogen ist, ein seitliches Abdrängen des schwächeren Gletschers des Nebentals erkennen.

Oberhalb der eben angeführten Jungmoränen sind stellenweise mächtige Moränen in bedeutenden Höhen abgelagert, so an der Alpeli- und Wissenegg in 1250—1290 m. Gemäss ihrer Lage und des Materialbestands fasse ich diese, in Übereinstimmung mit H. Mollet, als Altmoränen des Grossentlengletschers auf. Bezüglich

der Vergletscherungsverhältnisse im Entlengebiet zur Riss-Eiszeit haben wir zwar wenig Anhaltspunkte. Durch die Glazialbildungen der Wissen- und Alpeliegg wird uns nur ein gewaltiger Stand des risszeitlichen Entlengletschers angezeigt. Bei einer Höhe der Gletscheroberfläche von mindestens 1300 m in jener Gegend ergibt sich immerhin noch, dass während der Hochstandsphase der Vergletscherung Eis auch nordwärts ins Fischenbachtal abgeflossen sein muss.

Inwiefern steht nun der Gesteinswechsel und Querschnitt der vorliegenden Abschnitte des Entlentalen zu den eiszeitlichen Verhältnissen in Beziehung? Jedenfalls war das mittlere und obere Talstück vor Beginn der Würm-Eiszeit bis zu seiner heutigen Tiefe eingeschnitten; dies geht aus dem Vorkommen der Moränen oberhalb Einmündung der Kleinen Entlen und oberhalb der Glashütten-schlucht hervor. Diese Schlucht ist wohl auf epigenetische Talbildung zurückzuführen.

Auffallend ist dagegen die Enge und die felsige Beschaffenheit des untersten Talabschnittes. Eine Epigenesis kann dort nicht angenommen werden, da überall der Felsuntergrund zutage tritt. H. Mollet denkt sich, dass die Entlen vor der Würmvergletscherung nach N ins Tal des Fischenbaches abgeflossen sei. Dieser Annahme widerspricht die Tatsache, dass im Fischenbachtal anstehender Fels bis in zirka 900 m hinauf im Talweg vorkommt; die Sohle des mittleren Entlenquertales liegt aber schon in 869 m.

Offenbar bestand vor der letzten Eiszeit im Abschnitt Emmen-thälti-Schattweidli eine durch weichere Schichten bedingte Tal-
weitung, in der der gestaute Entlengletscher seine Moränen ablagerte. Der engere untere Talabschnitt wurde vom Schutt des Waldemmegletschers ausgefüllt; nach dem Gletscherrückzug räumte der Fluss diese Ablagerungen wieder weg, von denen nur noch grössere Blöcke zurückgeblieben sind. Solche finden sich auch, wie wir früher gesehen haben (S. 17, 20), massenhaft im jetzigen Flussbett und in der Halden-Gügerenti-Terrasse südwestlich Entlebuch; sie stammen allem Anschein nach aus den im untersten Abschnitt des Entlentalen abgelagerten Glazialbildungen. Nach dem Rückzug der Gletscher dürfte das Flussbett in dieser Talstrecke um 10–15 m vertieft worden sein, wofür die niedere Erosionsterrasse von Farbsäge (S. 20) am Talausgang spricht.

IV. Die Terrassenlandschaft zwischen Entlebuch und Wolhusen

1. Die orographischen Verhältnisse

Die rechtsseitig über dem Flußtal zwischen Entlebuch und Wolhusen in einer mittleren Höhe von 710—720 m auftretenden Terrassenflächen vermag man bereits auf der Dufourkarte leicht zu unterscheiden; auf den Siegfriedblättern können wir uns über ihre Form und Dimensionen genauer unterrichten.

Die gesamte Terrasse besitzt bei einer mittleren Breite von 0,5—1 km eine Länge von 7,5 km; sie beginnt südlich Entlebuch beim Eintritt der Entlen ins Haupttal und endet beim Hof Burst in der Gegend von Wolhusen. Auf ihr stehen das Dorf Entlebuch (725 m), die Weiler Wilzigen (722 m), Mosigen (715 m), Graben (720 m), Unterzeug (709 m), Führen (718 m), Ebnet (720 m), Obermoos (727 m), Großstein (705 m) und das Gehöft Burst, sowie zahlreiche Einzelhöfe. Schon aus den hier gegebenen Höhenzahlen geht hervor, dass die Terrasse im grossen und ganzen fast horizontal ist. Das Fehlen jeglichen Gefälls zeigt sich namentlich zwischen Wilzigen und Ebnet.

Nördlich Ebnet treten die ebenen Flächen etwas zurück; die Terrasse hat dort eine unruhigere, wellenförmige Oberfläche.

Die ganze Terrassenlandschaft ist demnach in zwei Hauptabschnitte zu gliedern, in einen südlichen, die Terrasse von *Entlebuch-Ebnet* und in einen nördlichen Abschnitt, die *Obermoos-Terrasse*.

Ein weiteres charakteristisches Merkmal dieser Terrassenlandschaft ist ihre Gliederung in kleinere Teilstücke durch zahlreiche, mehr oder weniger tiefe, V- bis schluchtförmige Bachgräben, deren Gewässer am Westabhang der Bramegg entspringen und der Kleinen Emme zueilen. In ihrem Unterlauf haben sich die Bäche, ohne Ausnahme, beträchtlich in die Kante der Terrasse eingeschnitten, während sie gegen den inneren Terrassenrand hin weniger eingetieft sind.

Unter diesen Bachläufen ist vor allem der Sagelibach zu nennen, dessen Tobel die *Terrasse von Entlebuch-Ebnet* von der Obermoos-Terrasse trennt. Er ergiesst sich gegenüber der Einmündung der Fontannen in die Emme. Südwärts des Sagelibachgrabens folgen die Einschnitte des Mühle-, Schintbühl-, Graben- und Renggbachs; zwischen Entlebuch und Wilzigen bewirkt der

Lustenberggraben eine deutliche Trennung der Terrasse in zwei Teilstücke; ein drittes entsprechendes Stück mit den Höfen Flühmättli und Unter Wieden liegt in 710 m links der Emme.

Die durch die genannten Bacheinschnitte geschiedenen Felder der Entlebuch-Ebnet-Terrasse zeigen auch unter sich kleinere oder grössere Unterschiede, nicht nur in der Grösse, sondern auch in den Böschungsverhältnissen. Ihr Rand ist im allgemeinen scharf ausgeprägt und es brechen die Terrassenfelder, auch wo er, wie südlich und nördlich Ebnet, weiter hinter dem Flusstal zurückliegt, von der Randkante häufig mit einem, wenn vielleicht auch nur 10—20 m hohen, stufenartigen Steilbord ab. Je ein um 30—40 m tieferes Terrassenfeld befindet sich in ca. 680 m Meereshöhe zwischen Schintbühl- und Mühlebach und linksseitig über dem Unterlauf des Sagelibachs.

Nördlich des Sagelibachtobels erfährt die wellige *Terrasse von Obermoos* eine ausgesprochenere Gliederung durch die Bachtobel des Schwanderholz- und Krachengrabens. Neben diesen Tobeln springen die einzelnen Teilfelder in z. T. sanftgeböschten Rücken vor und fallen nach Westen zu wieder etwa 40 m tieferliegenden Terrassenflächen (Klein Schwanderholz 674 m, Unter Thurm 665 m, Emsernweid) ab. In dem Vorsprung von Obermoos selbst hat die Terrasse eine breite Wallform, die auf ihrer Nordseite zu den zwei Terrassen von Großstein und Schwanden-Leimen abfällt; diese weisen ebenfalls Wallrücken auf, die man unschwer als Moränen erkennt. Sie sind an mehreren Stellen aufgeschlossen; auch die oben genannten südlichen Bachgräben bieten ausgezeichnete Aufschlüsse, aus denen wir die geologische Beschaffenheit der Terrasse von Entlebuch-Ebnet zu erkennen vermögen.

2. Die geologischen Verhältnisse

a. Molasse. Unter den in Rede stehenden Terrassen ist am Gehänge des Emmetals vielfach der anstehende *Molassefels* blossgelegt. Er reicht indes nirgends bis an deren Kante hinauf. In seinem Hangenden gewahrt man vielmehr allenthalben in wechselnder Mächtigkeit quartäre Ablagerungen (vergl. Fig. 2).

Zwischen Entlebuch und Ebnet ist der Molassesockel an den Terrassenhängen im allgemeinen bis 40—45 m über der Talsohle festzustellen; in den in ihn eingelassenen Gräben des Sageli- und Schintbühlbachs steigt er langsam terrasseneinwärts an. Auf einige

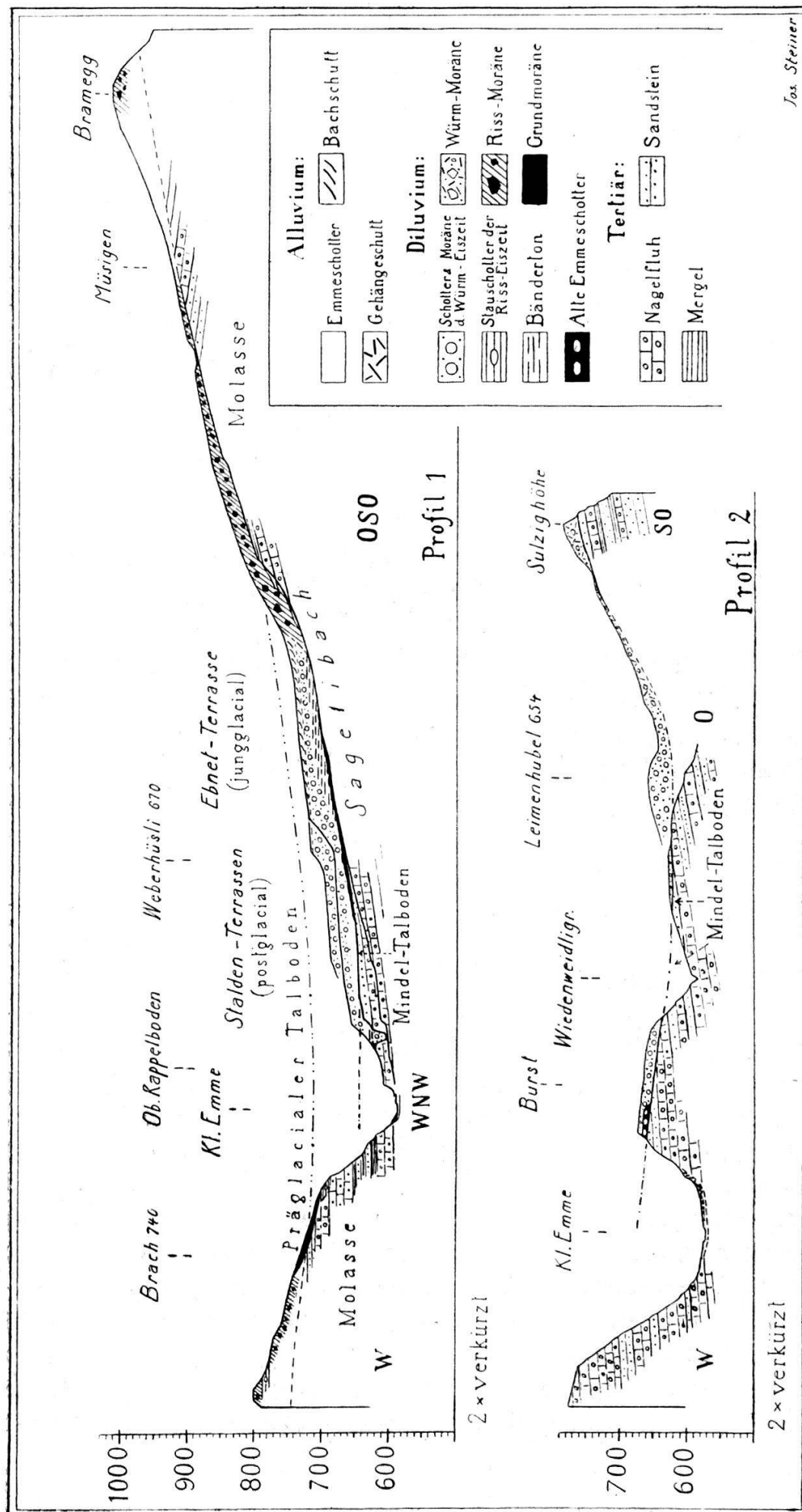


Fig. 2. Profile durch die Terrassenlandschaft Ebnet-Obermoos.

Stellen, an denen der Felssockel weniger hoch ist, werden wir bei der Betrachtung des Diluviums zu sprechen kommen.

Im Bereich der Obermoos-Terrasse beträgt die Mächtigkeit des Sockels am Talhang bis Wolhusen 60—90 m. Bei Schwanden sinkt sie wieder auf 40—45 m hinab.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass wir es hier mit einem älteren Talboden zu tun haben; denn es ist beispielsweise bei Flühmättli oder zwischen Unterzeug und Ebnet leicht nachzuweisen, dass die Oberfläche des Terrassensockels die durchschnittlich unter 10—25° in nordwestlicher Richtung fallenden Nagelfluh- und Mergel-Sandsteinschichten schief schneidet.

Die grössere Sockelhöhe am westlichen Abhang der Terrasse von Obermoos lässt uns annehmen, dass der frühere Emmelauf die Richtung gegen Schwanden genommen haben dürfte; der heutige Flusslauf wäre epigenetisch durch mächtige Diluvialbildungen in die Molasse eingeschnitten; dafür spricht auch der Umstand, dass beinahe durchwegs auf dem linken Ufer der Emme der felsige Talhang viel höher aufragt als rechts.

b. Quartär. Die beiden Hauptteile der Terrassenlandschaft, die Ebnet- und die Obermoos-Terrasse, sind nicht nur in ihrer Oberflächengestaltung, sondern auch in den sie aufbauenden Quartärbildungen verschieden. In beiden kommen zwar vorwiegend Schotterbildungen und Moränen vor; aber in der Zusammensetzung und Lagerungsweise zeigen sich bedeutende Unterschiede; dazu gesellen sich in der Terrasse von Entlebuch-Ebnet jung-quartäre Schuttbildungen, die dem nördlichen Teil fehlen.

Nach zahlreichen Aufschlüssen ergibt sich in den Quartärbildungen der *Terrassenabschnitte von Entlebuch-Ebnet* folgender Aufbau (vergl. Fig. 1, Profil 1):

Unmittelbar auf der Molasse liegt gewöhnlich Grundmoräne, über welcher hin und wieder Bändertone sichtbar sind, die an verschiedenen Aufschlüssen nach oben deutlich in sandige und kiesige Schichten übergehen; im Hangenden erscheint (fluvio-) glazialer Schotter, vielfach von grober Beschaffenheit, und endlich mehr oder weniger mächtiger Bachschutt, der fächerförmig ausgebreitet ist. An einigen Anrissen sind die Schottermassen schief geschichtet (zum Teil talwärts fallende Schichtung). Die gesamten erratischen Bildungen weisen durchwegs Gesteinsmaterial aus dem Emmegebiet auf, hauptsächlich Flysch- und Kalkgesteine, nebst

Geröllen der bunten Nagelfluh. Alpines kristallines Material wurde keines beobachtet.

Wallformen sind, weil die Moräne meist von Schottern bedeckt wird, nur in der Gegend von Entlebuch-Wilzigen vorhanden. Bei Wilzigen beschreibt eine flache Erhebung vom sogenannten Bühlti weg einen nach Süden konkaven Bogen, der auf der topographischen Karte durch die Punkte 733, 724 und 714 fixiert ist. Über den Aufbau dieser Erhebung liess sich folgendes feststellen: Eine Kiesgrube unter der Anhöhe des Bühlti, am Abhang gegen die Emme, war in lockeren Kies mit zum Teil vollständig geröllfreien Sandlagen eingelassen. Die Geschiebe sind im Mittel nicht über faustgross, trotzdem öfter noch ziemlich eckig-kantig, etwelche auch mit ausgezeichnet frischen Gletscherkritzen versehen. Das Material stammt aus dem Emmegebiet.

Nächst über dem Aufschluss ragen grobe, bis metergrosse Blöcke aus dem Hang hervor. Im Liegenden der Grube steht über der Molassenagelfluh, in 695 m ca., eine lückenhaft verkittete, unruhig geschichtete Kiesbildung von sehr ältlichem Habitus, ungefähr 1 m hoch, an. Der Geröllbestand ist ziemlich der gleiche wie zuvor. Es fanden sich auch zwei oder drei, allerdings undeutlich gekritzte Geschiebe. Diese Kieslage stellt eher eine fluviatile Schotterbildung dar, während oben jedenfalls Schottermoräne vorlag.

Innerhalb der Wilzigen-Moräne sind wallförmige Anhäufungen von Moräne bei Flühmättli, Wieden und über der Entlen südlich Entlebuch zu nennen.

Bei Flühmättli quert eine leichte Geländewelle die Terrasse; sie ist über deren Felssockel 10 m mächtig aufgeschlossen, schief geschichtete Schottermoräne; indes ist möglich, dass diese zum Teil durch Abschwemmen von den oberhalb gelegenen Moränenmassen von Ober Wieden her stammt. Die letztern sind teilweise in kurzen Wallformen angehäuft und entsprechen offensichtlich dem Wall von Wilzigen.

Auf der Terrasse von Entlebuch, an der am Abhang westlich Meiershalden über dem Molassesockel aus erratischem Schutt zusammengesetzte Schottermassen hervortreten, hebt sich ein niedriger Geländezug ab, der sich vom Terrassenrand bei Neuhaus (743 m) über Bachwil in der Richtung gegen Treien (720 m) talwärts erstreckt (Lit. 13, S. 82). Er befindet sich genau in der Fortsetzung des Moränenwalls von Haslehohwald, der oberhalb

Hasle von Giebelweid nach Krütz mätteli hinunterzieht (vergl. Karte). Ebenfalls an einen Moränenwall erinnert ein am innern Rand der Terrasse gelegener, nord-südlich orientierter, länglicher Rücken bei Bodenmatt, wo man bei Grabungen auch stets auf Schuttmassen gelangt sei.

Auf der Aussenseite des Moränenbogens von Wilzigen wurde früher auf der Terrassenfläche Ton gestochen zur Herstellung von Ziegeln. Das Tonlager breitet sich nach E. Künzli (Lit. 11, S. 212) zwischen den Gehöften von Wilzigen, Russacker und Hafnerhaus aus. In dem ehemaligen Anstich war ein Wechsel von teilweise geflammtem Ton, horizontal gestreiftem, hellblauem bis braunem Lehm und geröllführendem tonigem Sand zu sehen, wobei in den Sandlagen bis kopfgrosse kristalline Rollsteine alpiner Herkunft enthalten gewesen sein sollen. Der genannte Autor deutet diese Bildung als verschwemmte Grundmoräne der Würm-Eiszeit. F. Antenen (l. c., S. 86) und H. Mollet (l. c., S. 61) dagegen sprechen von einer lössähnlichen Ablagerung. In Wirklichkeit handelt es sich wohl um Schutt von Bächen, der von den Höhen südlich Rengg herabgeschwemmt wurde.

Im Teil der Terrasse von Entlebuch-Ebnet ausserhalb des Moränenwalls von Wilzigen sind Aufschlüsse im Graben des *Sagelibachs* besonders lehrreich (vergl. Fig. 1, Profil 1 und Fig. 8).

Bei der Vereinigungsstelle der Quellbäche erhält man in einem Anriss über dem linksseitigen Bachufer vorzüglichen Einblick in die quartären Ablagerungen der Ebnetterrasse:

In 725—730 m setzt der Bachgraben mit einem überwachsenen Steilhang ein, aus dem einzelne Blöcke hervortreten;

in 725 m zirka: 3 m annähernd wagrecht geschichtete schotterartige Aufschüttung mit vielfach 1—3 dm messenden, öfter stark eckigkantigen Geröllen, worunter solche mit verwaschenen glacialen Schrammen;

5 m Sand und etwas Kies;

2 m Sand, teilweise sehr fein bis lehmig und dünn geschichtet;

7 m Sturzschnitt mit kleinen Anrissen von in der Regel geröllfreiem, indes eine zirka 1 m lange Kieslinse mit gekritzten Geschieben einschliessendem Bänderlehm;

2 m geröllfreier Bänderlehm, verknüpft mit

1,5 m lehmiger Grundmoräne,

in zirka 700 m: Bachsohle.

Die zwischen Entlebuch und Ebnet nachgewiesenen Gletscherablagerungen sind ihrer Zusammensetzung nach dem Waldemmegletscher zuzuschreiben; nach ihrem Erhaltungszustand rechnen wir sie in die letzte Eiszeit. Hiefür kann auch ihre geographische Lage geltend gemacht werden, denn die im Diluvialgebiet von Schwendi-Haslehhohwald festgestellten Jungmoränen des Waldemmegletschers erfordern zum Teil eine weit unterhalb Entlebuch endende Gletscherzunge. Berechnet man das Gefälle der obersten Haslehhohwald-Moränen und denkt sich dieselben im Längsprofil fortgesetzt, so gelangt man bis in die Gegend von Ebnet. Dort, nach den Aufschlüssen im Sagelibachgraben, über lehmiger Grundmoräne vorkommende mächtige Glazialschottermassen mit grössern Blöcken können als Endmoräne der Hochstandsphase des würm-eiszeitlichen Waldemmegletschers gelten, während die Moräne von Wilzigen einem Rückzugsstadium angehört.

Wir haben noch Vorkommnisse verhältnismässig tief auflagernden Diluviums zu erwähnen, in der Umgegend von Wilzigen, bei Zeugweid südlich des Schintbühlgrabens und bei der Mündung des Sagelibachs.

Südwestlich und nördlich des Weilers Wilzigen tritt die Molasse am Terrassenabfall im Flusstal auf kürzere Strecke bis weit unter das Niveau der 40 m-Felsterrasse hinab nicht zutage, während sie an den Hängen wenig unterhalb der betreffenden Stellen wieder bis zu diesem hinauf festzustellen ist. Vermutlich zieht vom Flussbogen bei Entlebuch ein etwa bis zu 15 oder 20 m über die rezente Talsohle hinabgehender Einschnitt, von Diluvium erfüllt, im Bereich der Wilzigen-Terrasse nordwärts gegen Unterbord. Danach dürfte der Fluss, wo er jetzt die auffallende Biegung bei Halsegg bildet, früher in süd-nördlicher Richtung geflossen sein. Höchst wahrscheinlich haben wir im Talstück Halsegg-Unterbord des jetzigen Emmelaufs epigenetische Talbildung.

Links neben dem Ausgang des Schintbühltores erschliesst ein gegen 10 m langer Kahriss am Gehänge des Haupttals nächst Punkt 629, rund 20 m über dem Emmebett, von oben nach unten:

6—7 m Lehm, sozusagen geröllfrei;

1—2 m Grundmoräne, übergehend in

6 m vollkommen frische, unverfestigte Schotter mit bis zu 60 oder 70 cm messenden, jedoch ziemlich gerundeten und teilweise dachziegelartig gelagerten Geröllen, von denen einzelne typisch geschrammt sind;
in 630 m: Molasse.

Beim Grabenausgang des Sagelibachs sind schotterartige Ablagerungen nicht bloss oberhalb der Felsrinne, sondern auch in dieser selbst 10—15 m weit, 20—25 m hoch angerissen, und zwar bereits unmittelbar über der Bachsohle, die dort nur etwa 15 m über derjenigen des Hauptflusses liegt. Nebenan — unterhalb erst in einiger Entfernung — steht wieder bis an den Rand der eigentlichen Bachrinne die Molassenagelfluh an. Der Aufschluss selbst zeigt Sand und Kies mit gröberen Geröllen und kleinern Blöcken, alles etwas geschichtet mit einigen zwischengeschalteten Lehmlagen. Gerade unter der Vegetationsdecke sind diese Aufschüttungsmassen mehr oder weniger angewittert, in den höhern Partien auch stellenweise leicht verkittet, sonst recht frisch und unverfestigt. Nach allem scheinen die Schotter in einen Einschnitt im Ausstehenden, möglicherweise in eine noch weiter nord- und südwärts sich fortsetzende Molasserinne eingelagert zu sein. Auch im Mühlebachgraben südlich Ebnet sind gegen dessen Ausgang hin ähnliche Kies- und Geröllmassen freigelegt.

Durch die Höhenlage der obigen Diluvialbildungen und das Auftreten der erwähnten zirka 20 m hohen Felsterrassen in der Gegend der Ausmündung des Fontannentales ist das Vorhandensein eines zwischen 15 und 20 m über der gegenwärtigen Talsohle liegenden, mit den unterhalb Wolhusen vorgefundenen niedrigsten Erosionsterrassen (S. 25 ff.) übereinstimmenden, ehemaligen Talbodens auch im Abschnitt Entlebuch-Wolhusen wahrscheinlich gemacht. Derselbe ist allerdings bloss in schmalen Terrassenstücken erhalten, offenbar deshalb, weil er sich zum grössten Teil in der Richtung des heutigen Laufs erstreckte, wo er zerstört wurde. Es besteht nun eine bemerkenswerte Übereinstimmung in der Überlagerung dieses Talbodens durch eiszeitliche Bildungen. Er hat also vor der letzten Eiszeit existiert.

Im Gegensatz zur Ebnetterrasse werden die Oberflächenformen der *Terrassenlandschaft von Obermoos* allgemein von Moränen aufgebaut. Sie liegen über lehmig-tonigen Absätzen, unter welchen an den westlichen Terrassenhängen unmittelbar dem Molassesockel aufruhende grobe Flußschotter sichtbar sind. Aus diesen Tatsachen und aus dem Umstand, dass die Moränen nicht von jüngeren Diluvialbildungen überlagert werden und orographisch deutlich in die Erscheinung treten, dürfen wir auf ihr würm-eiszeitliches Alter schliessen. Was ihre Herkunft anbetrifft, so sind hiefür die Lage und Form, sowie die Gesteinszusammensetzung beweisend.

Bevor wir auf diese Verhältnisse eintreten, sollen die im Liegenden abgesetzten *Flußschotter* besprochen werden.

Aufgeschlossen bis 15 m mächtig von Unter Thurm bis gegen das Talknie bei Wolhusen, lagern diese Schotter stets annähernd in derselben Höhe, um 650 m, zirka 60—80 m über der Emme, dem Molassefels auf. Die ausgesprochene Dachziegellagerung ihrer meist gut gerundeten, bis 50 cm grossen Gerölle weist auf eine nach N gerichtete Strömung hin. Dem Gesteinsmaterial nach sind unter den Geschieben namentlich quarzreiche Flysch- und Eocänsandsteine vertreten; dazu kommen Kalke, Quarzite, Nagelfluhgerölle und Mollassesandsteine; einwandfrei alpin-kristallines Material war nicht zu ermitteln. Die starke Verwitterung der Gerölle lässt auf hohes Alter schliessen.

Gute Anrisse dieser alten Emmeschotter sehen wir an folgenden Punkten: Westlich des Gehöfts von Unter Thurm, nächst unter dem Terrassenrand und am Nordende der betreffenden Terrasse, wo der Fahrweg nach Wolhusen in den Wald hinein geht; oberhalb Hinter Emsern; bei Stampfe, am Eingang der Ortschaft Wolhusen: 3 m Schotter mit einer Deckschicht von 1,5 m Sand, alles sehr alt, grau bis rostiggelb aussehend — 80—100 m nördlich: ca. 5 m Schotter mit 0,5 m Lehm im Hangenden.

Bei den *Moränenbildungen* der Obermoos-Terrasse können wir 4—5 ost-westlich streichende Moränenwälle unterscheiden, die nach Gestaltung, Lage und Aufbau als Jungmoränen des Reussgletschers anzusprechen sind.

In Hinsicht auf die Form kommt den Wällen das übereinstimmende Merkmal zu, dass sie leicht gegen Süden ausgebogen sind, gegen Norden also eine konkave und zugleich steilere Seite aufweisen, während sie sich auf der Gegenseite teils verflachen, teils sanfter abfallen.

Der äusserste Wall, auf dem in 732 m der Ernihof steht, erstreckt sich südlich des Krachengrabens. Er hat eine Länge von 0,6 km und bricht im Westen, über der Terrasse von Unter Thurm, ziemlich unvermittelt ab. Offenbar stellt er nur den Überrest eines früher noch weiter sich fortsetzenden Wallzuges dar.

Der nächstfolgende Wallrücken, der den Weiler Obermoos trägt, ist mit 1,5 km Längserstreckung der Längste. Seine Scheitellinie ist auf der topographischen Karte von Feld Punkt 737 über Punkt 722 nach Burst Punkt 693 zu ziehen.

Der dritte Wall führt über Punkt 718 und bildet den Nordrand der Terrasse von Großstein-Egghüsli. Er überragt diese um 5—10 m. An sein westliches Ende lehnt sich bei den Gehöften von Schwanden ein kurzer rückenartiger Vorsprung an; auf dessen Westseite befindet sich der breite Einzugstrichter des Wiedenweidlibächleins. Die Bildung des Grabens hat jedenfalls zur Modellierung des Vorsprungs geführt; derselbe dürfte ein Stück eines Moränenzuges sein, der als schmales Terrassengesimse in 670 bis 680 m bei Großsteinsiten zu verfolgen ist.

Der vierte Moränenwall bei Leimen, östlich Schwanden, ist als länglich-ovaler Hügel zu erkennen, der sich auf 654 m erhebt; an seinem Westhang ist geschotterte Moräne aufgeschlossen.

Auch in den Aufschlüssen der andern Moränen, bei Ernihof, Obermoos, Gunegg und um Egg findet man überall kiesiges, geschottertes Material, wobei indes gekritzte Geschiebe nie fehlen. Wir haben es hier grösstenteils mit Schottermoräne zu tun; ihre Mächtigkeit ist sehr beträchtlich, sie mag 50—70 m betragen. Schottermoränen entstehen an Borden von Gletschern, denen viel Schmelzwasser entströmt. Sie sind aus dem vom letztern herbeigeführten Schuttmaterial aufgebaut. Auf dieser Entstehungsweise beruht ihre gewöhnlich sehr bezeichnende Ausbildung: Auf der Innenseite, wo sie an das Eis angelehnt waren, fallen sie steil ab, nach der entgegengesetzten Richtung, in der das Gletscherwasser abfloss, erscheinen sie dagegen viel sanfter abgebösch. Diese Beschaffenheit des Querschnitts fällt in unserm Gebiet besonders bei den drei äussern Moränen auf. Sie ist nur durch die Annahme zu erklären, dass dieselben von dem durch das untere Emmental bis in die Gegend von Wolhusen vordringenden Reussgletscher aufgeschüttet worden sind.

Dafür spricht im weitern das allerdings spärliche Vorkommen von kristallinen Alpengeschieben in den Aufschlüssen der Terrasse von Obermoos: Gneise und Aaregranit. Das Zurücktreten dieser Gesteine ist darauf zurückzuführen, dass der diluviale Reussgletscher an seiner linken Flanke sehr starken Eiszufluss aus den Tälern der obwaldnerischen Schlierenberge und von der Pilatuskette her erhielt, was natürlich in der Zusammensetzung seiner äussersten westlichen Moränen zum Ausdruck kommen muss.

Zum Schluss sei noch auf die Lageverhältnisse der benachbarten Ufermoränen von Schwarzenberg oberhalb Malters hingewiesen, die schon von F. J. Kaufmann dem eiszeitlichen Reuss-

gletscher zugeschrieben worden sind (Lit. 4, S. 383 ff.). Diese schönen Wälle liegen in 700—850 m Höhe und wurden von einem 200—400 m mächtigen Gletscher abgelagert, dessen westliches Ende bei seinem Hochstand mit einem Oberflächengefälle von 10 ‰ die Gegend von Wolhusen und die Höhe von Obermoos erreichen musste. Dieser Umstand darf als letzter Beweis für die Zugehörigkeit der Obermoos-Moränen zum würm-eiszeitlichen Reussgletscher angesehen werden.

V. Das Gebiet der Bramegg

Die Rückenlandschaft der Bramegg, die das Haupttal nordwärts der Entlen begleitet, erhebt sich im Mittel zu 1000 m Meereshöhe; sie wird im Osten vom Fischenbachtal begrenzt, das sich nach dem Tal der Kleinen Emme bei Schachen hinabzieht. Zu den Tal-furchen fällt sie vorherrschend sanft ab, nicht selten im Gehänge Terrassen aufweisend; im SW und gegen N hin sind die Hänge steiler, aber ebenfalls terrassiert. Die ganze nord-südlich gerichtete Erhebung besteht aus NO—ONO streichenden Molasseschichten, die, wie eingangs bemerkt wurde, über dem Quertal Werthenstein-Schachen eine weitgespannte Antiklinale zeigen. Im Streichen von weicheren Gesteinsbänken befindet sich die Einsattelung der Rengg (963 m), durch die die Rückenlandschaft in zwei ungleiche Teile zerfällt. Der südliche Teil ist im allgemeinen schmaler als der flache, nördliche Rücken, die Bramegg im engeren Sinne; an seiner verhältnismässig steilen Westseite wird er in der Gegend von Entlebuch durch mehrere breite Bachgräben gegliedert.

Die Oberfläche der gesamten Erhebung wird von mehr oder weniger mächtigen Diluvialbildungen, von Schottern und Moränen bedeckt, die sowohl auf den obersten Rücken, wie auch in allen Höhenlagen an den Hängen erscheinen. Die erratischen Bildungen setzen sich im südlichen Abschnitt vorzüglich aus Gesteinsmaterial der Emmentäler zusammen; im nördlichen Gebiet und an den Abhängen gegen das Fischenbachtal treten auch durch kristalline, alpine Gesteinsarten gekennzeichnete Reussgletscherablagerungen auf.

1. Die Diluvialbildungen im südlichen Teil der Rückenlandschaft

Wie im vorigen Abschnitt dargelegt wurde, endete der Waldemmegletscher zur letzten Eiszeit während seines Höchststandes bedeutend unterhalb Entlebuch. Es ist wahrscheinlich, dass er zu

jener Zeit auch Moränen ablagerte, die sich östlich des Dorfes bei Lustenberg (867 m) und Lugisland (869 m) vorfinden; nach den Gefällsverhältnissen würden diese den höchsten Moränenwällen im Diluvialgebiet von Schwendi-Haslehohwald entsprechen: Moränenzug Kohlgraben (1100 m), Nachzel (975 m), Lugisland (869 m).

Jedoch dürften höher gelegene Moränenbildungen und Schotterabsätze der Rissvergletscherung zuzuweisen sein; so liegt unterhalb Punkt 1060 im Russackerwald ältere Moräne. Dagegen ist in der Quellnische des Entlebucher Dorfbaches in einem ungefähr 20 m hohen Anriss in 900 m beim Gehöft Hofweid fluviolglazialer, stellenweise verkitteter Schotter (mit geschrammten Geschieben) aufgeschlossen, der nach Aussage von Einheimischen von Geschiebelehm überlagert wird.

Von Hofweid steigt der Abhang steil gegen O bis 1035 m an, um hier im Schluchtberg in die südöstlich ausgedehnte breite Rückenform überzugehen, die in 1010—1030 m das Mettelimoos trägt; dessen Untergrund bildet zum guten Teil Grundmoräne; ebensolche trifft man auch an den sanften Hängen, die gegen das Fischenbachtal abfallen, freigelegt. Bemerkenswert ist das Vorkommen kristalliner erratischer Blöcke — worunter Aarmassivgranite — im obern Fischenbachtal bis zum Mettelimoos. Die wichtigsten dieser Blockvorkommnisse enthält die nachstehende *Übersicht*:

Quellrinne des Fischenbachs vom Schluchtberg:

In 960 m: Aarmassivischer Granit, 0,4 m.

Unterhalb Hinter Wieden:

In 950 m: Aarmassivischer Granit, 1 m.

Hauptgraben des Fischenbachs:

In 900—920 m: Zahlreiche alpine, kristalline Gesteine von verschiedener Grösse.

Die obigen Gletscherablagerungen sind jedenfalls Bildungen aus der Riss-Eiszeit. Damals muss wohl der Reussgletscher von NO, von Schachen-Schwarzenberg her, in das Tal des Fischenbachs hinauf vorstossend, bis zum Einzugsgebiet dieses Baches gelangt sein und eine Höhe von mindestens 1000 m erreicht haben.

2. Die Diluvialbildungen im nördlichen Teil der Rückenlandschaft

Wie beim Mettelimoos im südlichen Teil, so treten auch im nördlichen Abschnitt an sanfteren Böschungen „Möser“ auf, die meistens durch Grundmoräne verursacht sind. Wir sehen sie insbesondere auf der *Westseite der Bramegg*, das Bleiche-, Hentschen-, Staldig-, Obermoos, so dass man sich schon auf der topographischen Karte teilweise über die Verbreitung der Moränenbildungen des vorliegenden Gebietsabschnitts orientieren kann. Gute Aufschlüsse bieten uns die Gräben der zahlreichen Bäche, die an der Bramegg ihren Ursprung nehmen.

Die Betten der Bäche, die am Westabhang des Bergrückens nach der Terrassenlandschaft von Ebnet und Obermoos fließen, sind reichlich mit erratischen Blöcken, die häufig 1—2 m Durchmesser halten, versehen. Während in den Gräben zwischen Entlebuch und Ebnet Erratikum der Lokalgletscher liegt, sind im Sagelibach (bis in ca. 900 m) und in den Tobeln nordwärts von diesem nicht selten alpine Gneise und charakteristische Granite aus dem Aaremassiv festzustellen, wie wir aus dem folgenden *Verzeichnis* ersehen:

Gräben des Sagelibachs, Hauptgraben:

In 680 m: Quarzsandstein, 2,8 m; in 705 m: Gneis, 1 m.

Südliche Quellrinne des Sagelibachs:

In 860 m: Serizitischer Gneis, 0,9 m, exotischer Granit, 0,9 m; in 890 m: Aarmassivgranit, 20 cm.

Nördliche Gräben aus dem Schwanderholz, Quellgraben vom Südrand des Waldes:

In 715 m: Aarmassivischer Granit, 3 m.

Quelltobel am Nordrand des Schwanderholzes:

In 715 m: Eozäner Quarzsandstein, 3,5 m.

Graben aus dem Feldwald, Seitengräblein von Unter Thurm:

In 745 m: Gequetschter Granit, wie er häufig als Erratikum am Ausgang des Kleinen Fontannentals, 1,25 m.

Sulziggraben:

In 595 m: Kieselkalk, 4 m, aarmassivischer Granit, 2,7 m; in 860 m: Aarmassivgranit, 1,2 m, exotischer Granit, 2 m.

Die oben genannten Bachläufe mit ihren Seitenrinnen sind über den Terrassenflächen von Ebnet-Obermoos fast vollständig in Moräne eingeschnitten (die manchmal stark verwittert ist), dazu an einigen Stellen in Schottermassen. Ausser typischen Moränen begegnen wir nämlich geschotterten bis kiesigen Moränenablagerungen und Schottern in verschiedener Höhenlage. Solche sind am Westabhang der Bramegg in ca. 700–780 m, auf dem Rücken selbst in ca. 880–1000 m Höhe angerissen.

Unter den tiefer gelegenen Bildungen ist in erster Linie der *Schotter des Schwanderholzwaldes* zu nennen. Dort steht in den Quellgräben des nördlichen Bachtobels Schotter in 700–750 m an, teils auf der Sohle, teils an den Grabenhängen. Er ist vorwiegend fest verkittet und zumeist gut geschichtet. Die Gerölle, von denen die grössten 30–40 cm messen, sind in der Mehrzahl zwar gerundet; indes kommen auch ziemlich eckige vor und einige wenige weisen Gletscherschrammen auf. Sie bestehen hauptsächlich aus harten Tertiärsandsteinen und Kalken; dazu kommen Quarzite und Nagelfluhrollsteine. Im Liegenden des Schotters findet sich in 700 m die anstehende Molasse. — Bei einem ca. 20 m hohen Aufschluss in 735 m im rechtsseitigen Quellgräblein des Tobels werden die dort in mit 15° gegen W einfallenden Schichten abgesetzten Schottermassen, in denen eine Bänderlehmlage eingeschaltet ist, von Grundmoräne überlagert. — Das Fehlen von kristallinen Geschieben lässt den Schluss auf eine Schotterablagerung von eiszeitlichen Lokalgewässern zu; die starke Verkittung spricht gegen wärm-eiszeitliches Alter.

Diluvialschotter treten ebenfalls an zwei oder drei nahe beieinanderliegenden Stellen im benachbarten Sulzigtobel zutage. Bei dem einen Aufschluss in 765 m am rechten Grabenbord, 8–10 m über der Bachsohle, ist sowohl im Hangenden als auch im Liegenden Grundmoräne vorhanden. Möglicherweise stehen diese Schotter mit denen des Schwanderholzwaldes in Zusammenhang.

Eine recht auffallende Ausdehnung besitzen Schotter und geschotterte Moräne auf der *Höhe der Bramegg*; als zusammenhängende Decke kommen sie namentlich im nördlicheren Teil der Erhebung zwischen Staldig und Schintegg (939 m) vor; weitere Vorkommnisse sind bei der Ober Lobenalp (1009 m) anzugeben. Betrachten wir zuerst die Lagerungsverhältnisse der Diluvialbildungen an der *Staldighöhe*!

Das nördlichste Vorkommen von nagelfluhartig verkittetem, grobem Schotter mit gekritzten Geschieben befindet sich östlich Unter Staldig, unweit P. 900, in etwa 885 m Höhe; die zirka 15 m mächtige Schotterbildung wird von sandig-lehmiger Moräne überlagert. Die Schotterbank setzt sich allem Anschein nach südwärts gegen Ober Staldig und Schintegg fort.

Am Abhang östlich Ober Staldig war im Herbst 1921 folgendes Diluvialprofil sichtbar:

3 m Verwitterungsschicht;

6 m kiesige, z. T. leicht verfestigte, Blöcke bis zu 1 m einschliessende Moräne;

6—7 m löcherige Nagelfluh;

6—7 m Absackungsmassen;

925 m zirka: Terrassengesimse im Anstehenden.

Über einer dem eben genannten Gesimse entsprechenden Terrassenfläche ragen am Gehänge zwischen den Gehöften Schintegg und Unter Kesslerhüsli in 910 – 920 m äusserst fest verkittete Schotter mit bis 20 und 30 cm grossen Geröllen hervor. In einer Grube sind diese im Innern unverfestigt, und es ist deutlich eine horizontale Schichtung wahrzunehmen. Am Fuss der einen Steilabfall bildenden Ablagerung strömt allenthalben viel Quellwasser hervor.

Gehen wir nun in das Gebiet des südlichen Bramegggrückens! Südwestlich der Häuser von *Ober Lobenalp* zeigen zwei Aufschlüsse, der eine von 30 m Höhe in 955 m und der andere in 980 m, sehr kompakte, hin und wieder etwas verkittete, sandige Schottermoräne mit über metergrossen Blöcken. Unfern, in der Nähe der Ansiedelung, kommt am bewaldeten westlichen Abhang eine 15 m mächtige Schotterlage zum Vorschein, eingeschaltet zwischen Moränen. Ich habe an dem betreffenden Hange das folgende Profil aufgezeichnet:

1000 m zirka: Kante des Hangs;

5—6 m lehmiger Boden, aus dem erratische Blöcke herausragen;

7—8 m lehmig-sandige Grundmoräne;

4 m unruhig geschichtete Schotter, aussen lückig verkittet und angebräunt, im Innern fest gepresst; Geschiebe haselnuss- bis eigross, herrschend gerundet, teilweise aber auch eckigkantig, einzelne mit Kritzen (zirka 2 m in die Schottermassen eingreifende, frisch angelegte Griengrube);

- 10 m verkittete Schotter, öfter mit gröberen, im Maximum 60 bis 70 cm messenden Blöcken (Runse am Abhang);
- 2—3 m geschlemmter, fein geschichteter Sand mit Gerölleinschlüssen;
- 1 m Grundmoräne;
- 4 m Vegetation;
- 1 m lehmige Moräne;
- 10 m nasse Schutthalde;
- 950—955 m zirka: Molasse.

Der Geschiebebestand ist in allen Horizonten annähernd derselbe; die Komponenten sind Flysch-, Eozän- und Molassesandsteine, wie sie anstehend in den Bergen des Entlebachs, helle und dunkle Kalke, Quarzite, Nagelfluhrollsteine.

Allgemein erweisen sich die hochgelegenen Schotter nach ihrem Gehalt an gekritzten Geschieben, durch das eckige Material, bei Lobenalp überdies durch die enge Verknüpfung mit der liegenden Grundmoräne, als fluvioglaciale Bildungen.

Neben diesen beobachtete ich noch Moränenablagerungen an folgenden Orten:

Ein 7—8 m hoher Aufschluss, in 995 m Höhe oberhalb *Schmidboden*, erschliesst feste, sandig-lehmige, oben 2 m tief stark zersetzte Moräne mit einem Wechsel von Sandlagen, deren unterste, zirka 1 m mächtige, schief nach N und O einfällt. Die Moräne enthält zahlreiche Eozän- und Flyschsandsteinblöcke. Diese Gesteinsarten mögen unter dem Geschiebematerial am stärksten vertreten sein, das im übrigen ungefähr dem bei Lobenalp entspricht.

Es kann hier angefügt werden, dass an den *östlichen Hängen der Bramegg* bis an den Fischenbach hinab Moränenbildungen angelagert sind, die wie östlich des Schluchtberges die Felsoberfläche grösstenteils verhüllen, an den Abrissen in den Bachgräben meist ausgesprochene Grundmoräne. Auch hier fand sich alpin-kristallines Material, so bei Schneiderhüsli in 890 m ein grösserer Gneisblock.

Die Lageverhältnisse und Zusammensetzung der angeführten Diluvialbildungen der Bramegg veranlassen uns, dieselben in der Hauptsache als Ablagerungen der Riss-Eiszeit anzusehen. Das Vorherrschen lokalen Erratikums erklärt sich durch die Nähe der stark gestauten grossen Lokalglatscher.

C. Die Abschnitte links vom Haupttal.

Allgemeines.

Auf der linken Seite des Haupttals lassen sich nach der allgemeinen Lage und der Einzelgliederung vier Abschnitte unterscheiden.

Ein südlicher Abschnitt wird gebildet durch den östlichen Abhang eines SW—NO streichenden firstartigen Rückens, der sich von 1174 m Höhe in sanfter Wellenlinie allmählich bis auf 940 m senkt und dann auf 855 m zu der Einsattelung von *Habschwanden* absinkt. Die relativ schmale, geradlinig sich hinziehende Erhebung, deren Nordwesthang bald steiler, bald terrassenförmig zum Engtal der Grossen Fontannen abfällt, ist ein Isoklinalkamm und besteht aus NW fallenden Nagelfluh- und Sandsteinbänken, wobei die Schichtköpfe am südöstlichen Hang öfters in schroff abbrechenden Felsbändern sichtbar sind. Im SW beginnt dieser Isoklinalkamm, die Egg, beim Bockerengraben, der entgegen dem Schichtfallen in nord-südlicher Richtung eingeschnitten ist und dessen Bach in die Weisseemme fliesst.

Der zweite Abschnitt liegt in der Fortsetzung der Egg und reicht bis zum tiefen Einschnitt des Fontannentalausgangs, nördlich *Doppleschwand*; als 950 m hoher Rücken von unregelmässiger Gestalt verläuft er in süd-nördlicher Richtung; mehrere, meist enge Bachtobel sind in seine Flanken nur wenig eingelassen.

Eine stärkere Gliederung durch grössere Bachtäler zeichnet den dritten Abschnitt aus, der sich von der Mündung der Fontannen bis westlich *Wolhusen* hinzieht. Es liegt hier eine reichlich zertalte Rückenlandschaft vor, deren Erhebungen in 800 bis 950 m Meereshöhe aufragen.

Ein vierter Abschnitt ergibt sich im Gebiet zwischen Wolhusen und Schachen, wo besonders ältere gegen N gerichtete Talzüge von Wichtigkeit sind.

I. Der südliche Abschnitt.

Dieser Abschnitt ist in seiner Gesamtheit wenig gegliedert. Er weist jedoch im südwestlichen Gebiet an dem im obern Teil steil, nach unten sanfter gegen das Haupttal abfallenden Gehänge einige besser ausgebildete, längere Bachgräben auf, und zwischen den Bacheinschnitten springt das Gelände an verschiedenen Orten

terrassenförmig vor; vielfach ist daselbst auch diluvialer Gletscherschutt nachzuweisen.

Betrachten wir vorerst die in bedeutender Höhe über dem Haupttal vorkommenden Terrassen; von den tiefern Talterrassen ist früher die Rede gewesen.

1. Die Terrassen

Von diesen zeigt zwar keine die Ausmasse der Haslehohwald-Terrasse auf der rechten Talseite; doch, meist gut entwickelt, sind sie auch auf der Karte deutlich zu erkennen. Sie treten z. T. in nahezu gleicher Höhe nebeneinander auf, so dass sich ein offenbar zusammengehörendes Niveau feststellen lässt.

Eine erste sehen wir in 910 m westlich neben dem Blapbach-tobel, Unterberg-Port (Länge 800 m, Breite 220 m). Talauswärts folgen gegenüber dem Ausgang des Waldemmequertals zu beiden Seiten des Bachtalengrabens, rechts die Willischwand-Terrasse in zirka 865 m, links die gegen das Hintergehänge etwas eingesenkte Fläche von Lindenbühl in zirka 860 m; beide Terrassenflächen befinden sich 140 m über der Talsohle. In einem Abstand von 1 km findet sich in 866 m die weiter zurückliegende Terrasse von Ober-Rohrberg. Eine nächstfolgende, mit den Häusern von Bodnig, erscheint allseitig abgeböscht, hat aber ungefähr dieselbe mittlere Höhe wie die vorige; am Rand ist sie eigentümlich, 7—8 m hoch rippenförmig aufgewölbt; sie wird von einem Schuttkegel überdeckt. Mit ihr hängt der Terrassenvorsprung von Voglisberg (865 m) fast zusammen. In der Höhenlage entspricht den genannten Terrassen auch ein kleiner terrassenartiger Gehängevorsprung im Grabenwald westlich Hasle, auf der Siegfriedkarte fixiert durch Punkt 863.

Beträchtlich tiefer liegt nordöstlich Voglisberg der leicht rückenförmig gewölbte Terrassenvorsprung von Obrischwand in 810 m.

Die angeführten Terrassen sind aus anstehender Molasse aufgebaut; gewöhnlich erscheint an der Kante mehr oder weniger mächtige Nagelfluh, die bergwärts von Sandstein- und Mergelschichten überlagert und unterteuft wird. Dazu kommt, dass die Mehrzahl dieser Felsterrassen am Rande höher ist als bergeinwärts; möglicherweise haben wir es nur mit Denudationsformen zu tun, wenn auch nicht ausgeschlossen ist, dass namentlich die breiteren Terrassenflächen Reste eines alten Talbodens sind.

2. Die Moränen .

Solchen begegnen wir entlang der ganzen Talseite, von ihrem Fuss bis zu bestimmten Höhen am Gehänge hinauf; sie erscheinen allerdings nicht eigentlich wallförmig oder in Moränenzügen angehäuft.

Die Moränen sind in den Bachgräben an vielen Stellen ausgezeichnet aufgeschlossen, nicht selten von 10—20 m, selbst bis 30 m Mächtigkeit: Meistens handelt es sich um vollkommen frische, sehr lehmige Grundmoräne, in der öfters grössere Blöcke von 1 bis 2 m, manchmal sogar von mehreren Metern Durchmesser stecken. Das Geschiebematerial, eckig-scharfkantig bis gerundet und in Menge geschrammt, besteht hauptsächlich aus hellen, spätigen und dunklen kieseligen Kalken, gelblichbraun anwitterndem eozänem Quarzsandstein und Nagelfluhrollsteinen; ferner sind vertreten: Gesteinsarten des Flysch, u. a. auch der buntsprenglige Schlierensandstein, hin und wieder Geschiebe aus Nummuliten- und Leimernkalk, im Blapbachgraben auch rote, couches-rougesartige Kalke.

Mächtige Moräne ist in den *Bachtobeln westlich Schüpfheim* freigelegt, am Blapbach, Bachtalen- und Obstaldenbach bis in 930 m. Nach der nassen, zu Schlipfbildung geneigten Geländebeschaffenheit zu urteilen, reichen diese Moränenabsätze aber bis in ungefähr 970—980 m, was auch erratische Blöcke in der betreffenden Höhe andeuten. Sie erfüllen so die Depressionen zwischen den Bergvorsprüngen der Reherzenegg oberhalb Unterberg bis zur Anhöhe Punkt 929 bei Lindenbühl vollständig, sumpfige Terrassen bildend. Von Rinnen an der höheren Bergflanke ausgehend, legen sich dann kleine alluviale Bachschuttkegel über das Diluvium, und die tatsächliche höchste Moränengrenze ist hier durch diese verdeckt.

Im Bockerentälchen und im benachbarten Schwandgraben kommt zusammenhängende Moräne taleinwärts bis zu 920 m vor; doch trifft man im erstgenannten Tälchen einzelne Spuren von Erratikum am Bachlauf bis in zirka 950 m an. Auch im Tobel des Schwandbachs ist mir noch in 980 m Höhe ein gegen meterlanger kristalliner Block bekannt, der indes, stark gerundet, vielleicht der Molassenagelfluh des Einzugsgebiets entstammt.¹

¹ Dagegen sind einige bis 1,3 m grosse, eckige Quarzsandsteinblöcke im nahen, bei der Ortschaft Escholz matt ausmündenden Lompbachtälchen, in 950—1020 m auf der Sohle und am Hang einer Seitenrinne bei Unterbödeli,

Nordwärts Schüpfheim ist die obere Moränengrenze nach alpinen Blockvorkommnissen oberhalb der Rohrberg-Terrasse in 950 m anzugeben, bei Obrischwand in 900 m. Gegenüber Hasle sind in kleinen Tobeln Moränenbildungen bis in 840 m zu verfolgen; in dem nach Norden anschliessenden Abschnitt gehen Moränen allerdings höher hinauf.

Alle die erwähnten Diluvialvorkommnisse stimmen nach ihrer Zusammensetzung und Höhenlage gut mit den Jungmoränen des Waldemmegletschers an der gegenüberliegenden Talseite überein, so dass wir nicht zögern, sie mit diesen in Verbindung zu bringen. Zwei kleinere Blöcke von Alpengranit im Tobel von Brückmätteli (nordwestlich Hasle) stammen wohl aus der Riss-Eiszeit.

II. Abschnitt Entlebuch-Doppleschwand

Bodengestaltung. Der Isoklinalkamm der Egg, der bis Habschwanden sich stark verschmälert, geht von hier an in einen nach N gerichteten, etwas breiteren und bis 950 m ansteigenden Rücken über, der am Einschnitt der vereinigten Fontannen aber in ausgesprochener Zuspitzung endet.

Im vorliegenden Gebietsabschnitt sind besonders zwei morphologische Erscheinungen zu beachten:

Die erste zeigt sich in den Böschungsverhältnissen der Hänge. Vom wellenförmig gestalteten Kamm des wasserscheidenden Rückens fallen nämlich die östlichen wie die westlichen Hänge erst verhältnismässig sanft bis auf 780 und 700 m, dann aber sehr steil 100 bis 150 m in die Tiefe der Flusstäler der Kleinen Emme und der Grossen Fontannen ab. Es tritt in der Regel ein ausgeprägter Gehängeknick auf, so am Osthang in 720—780 m. Derselbe setzt ziemlich gleichmässig über verschiedenartige Molasseschichten hinweg, eine Talsache, die morphologisch bedeutsam ist. Die vom zum Teil bewaldeten Kamm herunterführenden Bäche besitzen alle, ohne Ausnahme, ein sehr grosses Gefälle im Unterlauf; die in den Steilabfall eingegrabenen Bachläufe sind noch durchaus unausgeglichen. Es besteht kein Zweifel, dass die Täler der Fontannen und der Emme in ein weites, älteres Tal eingeschnitten sind, dessen Sohle

sicher erratisch. Dies gilt auch für einen über meterlangen exotischen Granit im Mauerwerk des Hauses von Oberbödeli (1155 m); ein ebensolcher Block soll nach Aussagen Einheimischer in noch höherer Lage, nördlich Hochlimibödeli, Punkt 1222, gesprengt worden sein.

120—150 m über der heutigen gelegen haben mag. Gemäss der geschilderten Bodengestaltung finden wir auf den sanfteren Gehängen zahlreiche Einzelhöfe und Weiler, so unter anderem westlich Entlebuch die Höfe von Kriesbaumen, Bühl, Oberhäusern, mehr nördlich die Gehöfte von Im Graben und Weghaus.

Eine zweite Eigentümlichkeit unseres Abschnitts sehen wir in der Gegend von Doppleschwand, wo in der Umgebung des Dorfes die Rückenlandschaft eigenartig verflacht ist. Es handelt sich nicht bloss um eine terrassenartige Verbreiterung des östlichen Abhangs, sondern um eine quer durch den Bergrücken eingeschnittene breite Einsattelung; bei dieser senkt sich der Bergkamm von 900 m auf 728 m und steigt darauf am Nordende in dem länglichen Buckel des Kapfenberges wieder zu 791 m an, um sodann mit grosser Steilheit zur Fontannen abzubrechen.

Die auffällige Breite und die ausgedehnte Verflachung im Bereich der Einsattelung sprechen dafür, dass wir es hier mit dem Stück eines älteren Tales der Grossen Fontannen bei ihrer Einmündung in die Emme zu tun haben: Anstehender Fels erscheint auf der Fontannenseite teils in 700 m, teils erst in 660 m, auf der Ostseite noch etwas tiefer, während der höhere Teil der Einsattelung, wie im folgenden ausgeführt wird, sich aus *Diluvium* aufbaut.

Wir betrachten zunächst einige Moränenvorkommnisse südlich Doppleschwand. Um Kriesbaumen und Oberhäusern konnte ich solche in kleinen Bachrinnen und künstlichen Abzugsgräben bis in 850 und 870 m verfolgen. Weiter nordwärts, im Tobel von Im Graben, ist Moräne nur mehr bis 830 m aufgeschlossen; dagegen wurden oberhalb bei Eggberg bei Feldarbeiten einzelne erratische Blöcke selbst in 880 m ausgegraben. Das Geschiebematerial ist den Gesteinsarten nach im grossen und ganzen dasselbe, wie wir es in den Gletscherablagerungen zwischen Schüpheim und Entlebuch angetroffen haben. Stellenweise ausserordentlich reichlich vertreten sind Nagelfluhrollsteine (Aufschlüsse im Bach unterhalb Im Graben!); aufgefallen sind mir ferner gelegentlich Blöcke von Habkerngranit.

Der nach W schön ausgebogene Rücken, auf dem das Dorf Doppleschwand, sowie die Häuser von Mittler Führen und Spittel stehen, erweist sich nach Lage, Form und Zusammensetzung als Endmoränenwall. Im Herbst 1921 war an seinem Westabfall in 730 m geschottertes Material aufgeschlossen: Die schief hangab-

wärts geschichteten, teilweise verkitteten Kieslagen lassen auf Delta-
bildung in einem Stausee, der sich im Tal der Fontannen befand,
schliessen. Weiter abwärts am Hang, in zirka 655 m unterhalb Führen,
sind auch Bändertone, überlagert von Grundmoräne, festzustellen.

Innerhalb des Moränenwalls, in der vom Krebsbach ent-
wässerten Depression, ist, wie die nasse Beschaffenheit des Geländes
und Anrisse im Bachgraben verraten, Grundmoräne ausgebreitet.
Der süd-nördlich gerichtete, längliche Hügel auf der Ostseite der
Einmuldung, auf dem sich in 700 m das Gehöft Grund befindet,
scheint wieder ein Stück einer Moräne zu sein.

Dass die besprochenen Moränen nicht die ältesten Quartär-
bildungen der Gegend darstellen, geht aus folgenden Beobachtungen
hervor: Etwa 200 m nördlich der Stelle, an der der Krebsbach
über die Talwand des Emmetals hinabstürzt, besteht eine zirka 50 m
breite Lücke am Felshang, die mit Quartär aufgefüllt ist. Dort
verzeichnete ich nachstehendes Profil:

In 704—690 m (bei Kellen): Kies und Moräne;

um 690 m: 2 m geröllfreier Lehm;

3—4 m sandig-kiesige Aufschüttung mit voralpinem Gesteins-
material und einzelnen Geschieben, die verwaschene
Gletscherkritze aufweisen,

2—3 m lehmige Moräne;

um 650 m: 2—3 m Grundmoräne;

4—5 m sandige, stellenweise lehmige
und gebänderte Bildungen; } (Abgesackte Massen?)

4 m kein Aufschluss;

4—5 m lockere Schotter, die Gerölle zumeist oder aus-
schliesslich aus der miozänen Nagelfluh stammend;

8 m kein Aufschluss;

3—4 m mächtige Bank verkitteter Gerölle, vorherrschend
solche der bunten Nagelfluh;

in zirka 620 m: Molassenagelfluh, an beiden Seiten der Lücke
sichtbar;

um 600 m: Talsohle.

Diese Lagerungsverhältnisse beweisen die Existenz eines seit-
lichen Taleinschnittes in der Gegend von Doppleschwand, der vor
der Ablagerung der hangenden Moränen bestand. Da auch auf der
Westseite der breiten Einsattelung das Diluvium bis auf zirka 600 m
hinabgeht, so dürfen wir auf einen schmalen Fontannenlauf schliessen,

der 40—50 m in die erstere eingeschnitten, die Richtung Fuhren-Kellen genommen hatte, aber während des Eiszeitalters verschüttet wurde. Insbesondere war dies in der letzten Eiszeit der Fall, in der sehr wahrscheinlich die Ablagerung der Moränen von Doppleschwand stattfand.

Hier haben wir offenbar die Endmoräne des Hauptarms des würm-eiszeitlichen Waldemmegletschers vor uns. Dafür sprechen ausser dem Gesteinsmaterial auch die Gefällsverhältnisse der südlich Doppleschwand vorkommenden Moränen: Die obere Moränengrenze steigt von S nach N ab (Kriesbaumen-Oberhäusern 870—880m, Im Graben 830—840 m, Wall Doppleschwand 760—730 m). Von den höchsten Moränenvorkommnissen gegenüber Entlebuch bis zu der Doppleschwand-Moräne beträgt nun das Gefälle 35—38 ‰. Ähnliche Gefällswerte haben wir aber für die obersten Moränenzüge der Gegend von Schwendi-Haslehohwald berechnet, 32—35 ‰. Danach könnte die Moräne von Doppleschwand zu gleicher Zeit wie die höchstliegenden Jungmoränenzüge über der Haslehohwald-Terrasse abgelagert worden sein (vergl. Fig. 7, S. 85).

III. Der Abschnitt von der Fontannen-Mündung bis Wolhusen

Dieser Abschnitt zeigt mit dem mittleren insofern eine gewisse Übereinstimmung, als wieder von den 800—900 m aufragenden Rücken die Landschaft erst sanfter, meist terrassenartig, bis auf etwa 700—750 m, alsdann sehr steil in die Täler abfällt.

Dagegen weist dieses Gebiet, wie schon einleitend hervorgehoben, eine sehr starke Gliederung des Geländes auf, die vornehmlich dadurch veranlasst ist, dass die Bachgräben viel kräftiger eingeschnitten — wiewohl Stufen nicht fehlen, — ferner z. T. besser verästelt sind als in den andern Abschnitten; sodann bemerken wir auch gut ausgebildete Einzugsstrichter. Am besten entwickelt sind diese Verhältnisse bei den Einschnitten des Stampfgrabens und des Badtobels, die oberhalb Wolhusen in das Tal der Emme einmünden. Bis zur Mündung der Fontannen folgen auf das Badtobel zwischen Balmgut und Brach noch drei kleinere Bach-einschnitte, deren Gewässer ihren Ursprung am „Weid“-Rücken nehmen. Von diesem weg fliessen drei andere Bäche in tiefern Tobeln südwärts in die Fontannen; in ihrem Bereich liegen hoch über dem Talgrund die Höfe Hirzmatt, Schultenberg, Schultenbergli, Neumatt und Zippenrüti.

Die eben genannten Gehöfte, ebenso die von Brach und Balmgut, befinden sich in 700—760 m Höhe auf mehr oder weniger breiten Terrassen, deren Hintergehänge mit mässiger Steilheit zum „Weid“-Rücken hinaufführt. Nun baut sich der letztere zum guten Teil aus Glazialablagerungen auf; diese sind demnach breiteren Rückenflächen aufgesetzt; denken wir uns die zwischenliegenden Tobel und Trichter ausgefüllt, so erhalten wir eine ausgedehnte Hochfläche, die sich über die mit 5—8° NW fallenden verschiedenen Schichten der Molasse fortsetzt. Diese Erscheinungen, sowie der in 700—750 m auftretende Gehängeknick sprechen für eine frühere Abtragungsfläche, in die die heutigen Täler und Gräben eingetieft sind. — Vom „Weid“-Rücken gelangt man in nordwestlicher Richtung ansteigend zu dem in 840 m gelegenen Weiler Steinhäusern; dort nehmen die Quellbäche des Badtobels ihren Anfang in schönen, halbkreisförmigen Nischen.

Wie bereits angedeutet, sind in der besprochenen Landschaft ansehnliche Diluvialablagerungen vorhanden, Moränen, Schotter und erratische Blöcke. Unter den letztern zählen wir nicht wenige, die dem Erratikum des Reussgletschers sowohl, wie dem der Lokalgletscher des Entlebuches fremd sind und von andern Gletschern hergeleitet werden müssen, die in der *Riss-Eiszeit* diese Gegenden betreten haben. Aber auch die übrigen Diluvialbildungen scheinen vorwiegend der vorletzten Eiszeit anzugehören.

Zu diesen Schlüssen gelangen wir gestützt auf die folgenden Beobachtungen, die wir mit dem „Weid“-Rücken beginnen; denn in diesem liegt der mächtigste Moränen- und Schotterkomplex der ganzen Gegend vor.

Zu oberst an dem Rücken beobachtet man in 780—820 m an den Wegrändern und an kleineren Kahrissen lehmige Moräne; hin und wieder entdecken wir Brocken und Gerölle von alpinem Gneis.

An der Ostseite des Rückens liegt in ca. 780 m am Strässchen, das von Steinhäusern ins Tal hinabführt, eine grössere, aber nur wenig benützte Kiesgrube. Man konstatiert in derselben vom Hangenden zum Liegenden:

- 1—2 m geschotterte Moräne mit einzelnen gekritzten Geschieben;
- 3—4 m Schotter, zu oberst (ca. 1,5 m hoch) etwas verfestigt; die Geschiebe, nicht mehr als 30—40 cm Durchmesser haltend im Maximum, sind durchschnittlich gerundet, wenn auch eckig-kantige keine Seltenheit;
- 2—3 m Schotter wie oben, indes äusserst fest calcitisch verkittet.

Die Schottermassen sind wechselnd geschichtet: die Lagen fallen in nördlicher, westlicher und östlicher Richtung ein. Die Hauptmasse des Geröllmaterials machen in allen Horizonten Kalke, harte Sandsteine und Gerölle der bunten Nagelfluh aus.

Auf der Westseite des „Weid“-Rückens zeigt eine Grube in einem kleinen Waldstreifen unterhalb P. 819, in ungefähr gleicher Höhe wie die obige, im Hangenden 5 m teilweise gebänderten Glaciallehm mit einzelnen gekritzten Geschieben, darunter 5 m Kies mit Sandlinsen und -Lagen, ziemlich horizontal geschichtet, gegen das Hangende durch verfestigte Sandstreifen abgeschlossen. Der Geröllbestand der Schotter ist im grossen und ganzen der nämliche wie bei den zuvor geschilderten auf der Gegenseite der Anhöhe.

Eine Sonderstellung nimmt ein zirka 10 m hoher Schotter-aufschluss am südlichen Abfall des Rückens, in 760 m bei Schultenbergli, dessen Gerölle gerundete Rollsteine der bunten Nagelfluh mit den bekannten Eindrücken sind, ein. Die losen Schotter werden anscheinend von lehmiger Moräne überlagert.

Unterhalb Weid ist bis an den Rand der Talhänge wie am obersten Rücken an den Aufschlüssen vorzüglich Moräne entblösst, meistens lehmige, zu Rutschungen neigende Grundmoräne (örtlich Bänderlehm), in der Gegend von Hirzmatt und nordwärts bis Brach um 740—760 m indes auch Schottermoräne. Hier und dort stösst man auf kristallines Geschiebe- und Blockmaterial; so bemerkte ich u. a. mehrfach aarmassivische Granite (Schultenberg, Brach). Die Verbreitung zentralmassivischer Geschiebe unter den Moränenbildungen des in Rede stehenden Gebiets beweist, dass dieselben nicht von Lokalgletschern herkommen; sicher ist auch, dass sie bei ihrer Lage zum grössten Teil risseiszeitlichen Alters sind.

Fast übereinstimmend finden wir am höheren „Weid“-Rücken Moräne über geschotterten Ablagerungen, z. T. mit Übergusschichtung; es handelt sich um Schotter, die beim Vorstoss des die Moränen absetzenden Gletschers aufgeschüttet worden sind. Im Gegensatz zu diesen hochgelegenen „liegenden Schottern“ sind andere Geröllmassen in tieferer Lage, um 680—720 m, im Bereich des grossen Gehängeknicks aufgeschlossen, so beispielsweise im Tobeleinschnitt nordöstlich Brach, ähnliche bei Hirzmatt.

Am linksseitigen Hang des *Brachtobels* sehen wir um 680 bis 700 m im allgemeinen nur fest gepresste oder höchstens schwach verkittete, schotterartige Massen von ältlichem Habitus 50—60 m

weit jähle Abstürze bilden. Schichtung ist gut ausgeprägt; man nimmt schwaches Einfallen in WNW-Richtung wahr. Die Zusammensetzung des Materialbestandes gleicht derjenigen des Schotteraufschlusses bei Schultenbergli, nur dass hier in den Geröllmassen gegen metergrosse, eckige Brocken von Molassesandstein und Mergeln eingeschlossen sind.

In entsprechender Höhenlage ragt auf der andern Seite des Tobeleinschnitts eine ca. 5—6 m mächtige, aus dem nämlichen Material aufgebaute Bank von lückiger Nagelfluh hervor. Neben anderweitigen gröbern Blöcken sieht man mitten in feinerem Geröllmaterial einen bis 50 cm messenden Habkerngranit.

Bedeutende Quartärbildungen, Moränen und Schotter, sind auch im nördlichen Teil der Rückenlandschaft, auf den Höhen um *Guggernell* vorhanden.

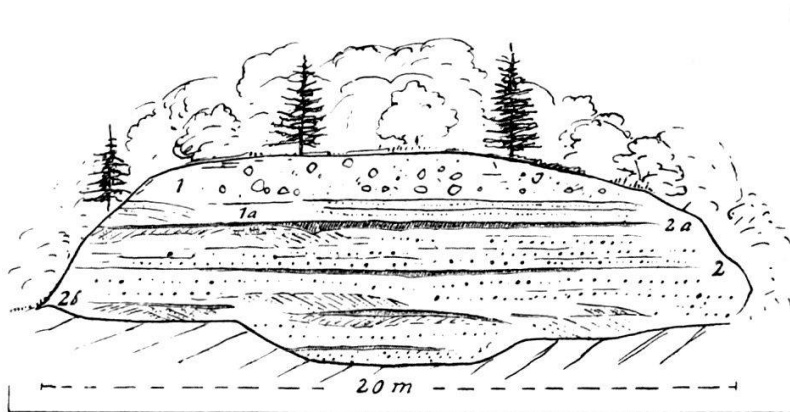


Fig. 3. Aufschluss bei Guggernell.

Ein schönes Diluvialprofil zeigt sich in einer kürzlich geöffneten Grube in 745 m am Strässchen westlich des Gehöfts von Hinter-Guggernell (vergl. Fig. 3). Es sind in dieser vom Hangenden zum Liegenden festzustellen:

- 2—3 m lehmige Moräne (1),
- 1—1,5 m lockerer, feiner Sand, teils wagrecht, teils schief geschichtet (1 a);
- 5 m kompakte, stellenweise verkittete Schotter, mit meist gerundeten und kantigen, teilweise auffällig in NNW-Richtung aufstehenden Geröllen, worunter einzelne mit verwaschenen Schrammen (2). Die Schotterbildung ist durch 5—30 cm dicke Streifen von gebändertem Glaziallehm (2 b) in vier Lagen geteilt und gegen die hangenden Ablagerungen durch eine calcitisch verfestigte

Geröllrinde (2a) abgeschlossen. — Bei Moränen und Schottern ist der Materialbestand annähernd gleich zusammengesetzt: vorherrschend sind Kalke, unter denen dunkle, kieselige überwiegen; dazu kommen viel Flyschsandsteinmaterial, ferner Rollsteine der bunten Nagelfluh und einzelne Stücke alpinen Gneises. — Im Liegenden steht am Abhang gegen das Wiggernthal die Molasse an.

Am Fussweg, der zwischen Hinter Guggernell und dem Gummi-
hubel nach Unter Guggernell hinabführt, ist in 680 oder 690 m eine kleine Grube 4—5 m tief in den Abhang eingehöhlt. Es erschliesst dieselbe eine unverfestigte Kiesbildung von altem Aussehen, ohne eigentliche Schichtung, jedoch mit gegen meterlangen Linsen von Sand und feinerem Geröll. Die Gerölle sind, soweit ich beurteilen konnte, beinahe oder überhaupt ausnahmslos Rollsteine der tertiären Nagelfluh. Man wird ganz an die schotterartigen Massen im Tobeleinschnitt bei Brach erinnert. Einige Meter unterhalb der Kiesgrube ist am Wegrand die anstehende Molassenagelfluh angeschnitten.

In unserm Gebiet finden sich also um 680—720 m an mehreren Stellen schotterartige Bildungen mit dem Material der lokalen Gewässer, darüber, d. h. in grösserer Höhe, fluvioglaziale Schotter und über allem Moräne. In diesen Bildungen und Verhältnissen spiegelt sich offenbar die allmähliche Verschotterung der Täler beim Beginn der Rissvergletscherung wieder.

Von Bedeutung für die Feststellung der Gletschergrenzen der Riss-Eiszeit sind die zahlreichen *Findlinge*, die sich auf den Sohlen verschiedener Bachgräben unseres Gebietes und in den benachbarten Fontanntälern vorfinden.

Verzeichnis erratischer Blöcke

a) Vorkommnisse in den Tobeln von der Mündung der Fontannen bis Wolhusen.

Badtobel, Hauptgraben:

1. In 595 m: Alpinen Granit, wie im Gräblein von Brückmätteli (S. 56), 1 m.

Quellgraben rechts:

2. In 650 m: Gneis, 90 cm.

Stampfgraben, Hauptgraben:

3. In 580 m: Gneis, 1,15 m.
4. „ 660—670 m: Grosse Zahl erratischer Blöcke, u. a. typische Aarmassivgranite.
5. „ 680 m: Granitartiges Gestein, wahrscheinlich exotische Breccie, 80 cm.

Quellgraben von Pilgerweid:

6. In 690—710 m: Gabbro, stark eckig, 70 cm, granitartige, hornblendereiche Silikatgesteine, 1,8 und 1 m, gequetschter Granit, 90 cm, Gneise, bis 2,1 m.

b) Vorkommnisse im Fontannnnengebiet.

Vereinigte Fontannen, Haupttal:

7. In 610 m: Aarmassivischer Granit, ca. 100 m westlich Burgmatt, rechts über der Flussrinne, 1,6 m.

Seitentobel von Hirzmatt:

8. In 685 m: Diorit, kleiner Block.
9. „ 660—690 m: Zahlreiche Erratiker, darunter kristalline.

Grosse Fontannen (Schüpfersfontannen), Haupttal:

10. In 605 m: Eozäner Quarzsandstein, mit Fossilien, 1,7 m.
11. „ 665 m: Quarzsandstein, mit Fossilien, am rechten Flussufer gegenüber Haus Stampf, 2,5 m.
12. „ 670—685 m: Exotische Granite, mindestens ein Dutzend grössere Blöcke, helle und dunkle Varietäten, auch ein basischer, u. a. von 2,1 m, Gabbro, eckig-kantengerundet, 80 cm, quarzreiche Sandsteine u. a. von 2,1 m, Kalke in grosser Zahl und von verschiedenen Dimensionen.
13. „ 720 m: Exotischer Granit mit lamprophyrischen Butzen, 1,1 m.
14. „ 730 m: Granitartiges Gestein, vermutlich Varietät von exotischem Granit, 1,9 m.
15. „ 750 m: Quarzit, ca. 70 m oberhalb der Strassenbrücke, 3,6 m.

Seitengraben des Rechenlochbachs (Romoos):

16. Um 670 m: Aarmassivische Granite, 2 grössere Blöcke (nach H. Mollet, l. c., p. 56).

Seitengraben des Goldbachs:

- 17. In 790 m: Quarzit, eckig-kantengerundet, 1,8 m.
- 18. „ 845 m: Quarzreicher Sandstein, flyschartig, 1,35 m.
- 19. „ 890 m: Habkerngranitartiges Gestein mit porphyrischen Einsprenglingen, gerundet, 1,35 m.

Seitengraben von Düg böd eli:

- 20. In 940 m: Exotischer Granit, eckig, 1,4 m.
- 21. „ 975 m: Exotischer Granit, gerundet, 1,4 m.¹
- 22. „ 940—980 m: Quarzreiche, flyschartige Sandsteine, um meter-gross.

Kleine Fontannen, Haupttal:

- 23. In 625 m: Gequetschter Granit, 1,6 m.
- 24. „ 630 m: Granitartige, hornblendereiche Silikatgesteine, u. a. von 1,5 m.
- 25. „ 635 m: Granitartiges Gestein, aber wahrscheinlich exotische Breccie, jetzt in einen Flusssdamm eingemauert (Widacker), 1 m.
- 26. „ 880 m: Quarzit, weiss, 1 m.
- 27. „ 1025 m: Heller, grauer Kalk, 1,4 m.

Seitengraben von Steinhäusen-Neumättli:

- 28. Um 650 m: Granitartiges hornblendereiches Silikatgestein, 1 m, gequetschter Granit, grösserer Block.
- 29. Um 710 m: Aplitartiges Silikatgestein (Gneis), 1,8 m.

Seitengraben des Flühbachs (Korbgraben):

- 30. In 710—730 m: Quarzite, gerundet (Nagelfluhgerölle?), 1—1,2 m.
- 31. „ 785 m: Serpentin-schiefer, 1,5 m.
- 32. „ 800 m: Breccie wie graues Valorsinekonglomerat, 1,5 m.

Graben des Krachenbachs:

- 33. „ 775 m: Exotischer Granit, 1,9 m.
- 34. „ 785 m: Habkerngranitartiges Gestein mit porphyrischen Einsprenglingen, 2 m.
- 35. „ 795 m: Quarzit, 1,3 m.
- 36. „ 800 m: Granitähnliches Gestein, wahrscheinlich exotische Breccie, 1 m.
- 37. „ 810 m: Quarzit, 1,6 m.

¹ Bis in zirka 1050 m liegen erratische Habkerngranite im benachbarten Trubgebiet (gefl. mündl. Mitteilg. von Dr. E. Bärtschi).

38. In 825 m: Habkerngranitartiges Gestein mit porphyrischen Einsprenglingen, 3,4 m.
39. „ 1035 m: Quarzit (Nagelfluhgeröll?), 80 cm.

Unter den aufgeführten Blöcken fallen Gesteinsarten auf, die Leitgesteine des diluvialen Rhonegletschers sind. Zu diesen gehören der Gabbro im Stampfegraben (6), nebst einigen weiteren, kleinern Gabbroblöcken ebendort, derjenige in der Gr. Fontannen (12), der Serpentin-schiefer (31) im Flühbach, der, wie die Untersuchung eines Dünnschliffs ergeben hat, aus Gabbrogestein entstanden ist; ferner der Diorit im Gräblein von Hirzmatt (8) und der Block aus Breccie wie Valorsinekonglomerat (32) im Korbgraben (Flühbach). An erratische Gesteinsarten des Rhonegebiets erinnern ebenfalls der Gneis in 650 m im Badtobel (2), wie die im Stampfegraben, Tobel von Steinhäusern-Neumättli und am Ausgang des Tals der Kl. Fontannen nebeneinander und z. T. zusammen mit den obigen Blöcken vorkommenden zahlreichen gequetschten Granite (6, 23, 28) und hornblendereichen, granitartigen Gesteine (6, 24, 8).

Unter den übrigen Erratikern sind Quarzite und exotische Granite besonders zu beachten. Bei den Quarziten, die im Fontannengebiet in auffallend grosser Zahl auftreten, mögen manche kleinere Blöcke der Nagelfluh des Flussgebiets entstammen, da dieselbe ausnahmsweise auch Rollsteine von Blockgrösse einschliesst (Lit. 5, p. 437). Jedoch sind, wie es scheint, schon Blöcke von einem halben Meter Maximaldurchmesser ziemlich selten; 1,5 m und mehr Durchmesser haltende Quarzitblöcke sind jedenfalls erratisch. Ihre Häufigkeit spricht für den Rhonegletscher als Lieferanten (Trias-quarzite des Wallis). Dagegen sind die exotischen Granite in der Hauptsache aus der Habkernflyschzone herzuleiten, woher sie sowohl durch den *Aaregletscher* als auch durch den *Gletscher der Grossen Emme* verfrachtet worden sein können; in den Flyschzonen des Waldemme- und Entlengebiets sind sie bis jetzt nur ganz vereinzelt nachgewiesen worden (Lit. 5, p. 221; 17, p. 11; 19, p. 39).

Hinsichtlich der Verbreitung der Findlinge gelangen wir nach den obigen Erörterungen zu folgenden *Ergebnissen*:

Im vorliegenden Gebiet sind nördlich Doppleschwand von den benachbarten Wiggertälern bis hart an die Kleine Emme bezeichnende Erratika des Rhonegletschers in grösserer Zahl ausgestreut; südwärts, im westlichen Flussgebiet der beiden Fontannen finden sich vielfach vorherrschend erratische Blöcke, die vom riss-eiszeit-

lichen Aare- bzw. Gr. Emmegletscher herkommen dürften; sie kommen bis 1030 m Meereshöhe vor. Die Vorkommnisse von Stauschottern im Bezirk zwischen der Fontannenmündung und Wolhusen sprechen für die Anwesenheit des Reussgletschers zur Riss-Eiszeit im nördlichen Teil des Untersuchungsgebietes.

IV. Untersuchungen in der Gegend nördlich Wolhusen

Die plötzliche Richtungsänderung der Kleinen Emme bei Wolhusen ist eine so eigentümliche Erscheinung im Kartenbild, dass sie schon wiederholt von den Forschern diskutiert worden ist. Dass die Emme ehemals von Wolhusen gegen N floss, wird durch das Bestehen des „*Trockentals*“ *Wolhusen-Willisau* bewiesen, das als gut entwickeltes, etwas gewundenes Flusstal dem Rand der äussersten Moränen des Reussgletschers entlang verläuft. Sicher ist, dass die Emme diesen Lauf zeitweise während der letzten Eiszeit eingeschlagen hat (Lit. 12, S. 496; 10, S. 423). Möglicherweise war dies auch in der Riss-Eiszeit der Fall; dafür kann das Vorkommen von stark verkittetem Schotter in zirka 580 m bei „*Schlössli*“ nächst nördlich Wolhusen, linksseitig des beim Dorf in die Emme mündenden Wiggernbachs, geltend gemacht werden. Diese löcherige Nagelfluh, deren Bänke nach O einfallen, enthält neben vorherrschenden Nagelfluhgeröllen alpine Kalksteine und Sandsteinmaterial.

Aus Schottermassen mit gleichem Geröllbestand baut sich auch die 20 m hohe Terrasse von „*Berg*“ auf, die sich südlich „*Schlössli*“ rechtsseitig des Bachs befindet. Diese Ablagerung scheint jedoch im Gegensatz zur vorigen vorwiegend aus lockeren und horizontalen Schichten zusammengesetzt zu sein (Aufschluss bei Bergboden).

Der Schotter von „*Berg*“ stammt wohl aus der Würm-Eiszeit; der von „*Schlössli*“ dürfte älter sein; nach Lage und Aufbau möchte ich ihn als Stauschotter der Riss-Eiszeit auffassen. Entschieden liegt aber im Talzug Wolhusen-Willisau nicht der älteste Lauf der Kleinen Emme vor.

Dies ergibt sich einesteils aus der tiefen Lage der Sohle, der jugendlichen Form des Stromtales und aus dessen Verlauf unmittelbar dem Ostrand des Napfmassivs entlang. Dazu kommt ein weiterer Umstand: Östlich des in Rede stehenden Trockentals ziehen sich noch zwei andere Talzüge aus der Gegend von Wolhusen vom

Flusstal der Kleinen Emme weg nordwärts, das Tal der *Schwarzenbäche* und das Tal des *Bilbachs*. Diese zeigen sanftere Böschungen als der westliche Talweg, und gegen N nimmt bei ihnen die Talbreite beträchtlich zu. Sie sind stellenweise von Moränen des Reussgletschers verbaut; in beiden finden sich wie in dem ersten Talzug Talwasserscheiden, die verlassenen Tälern eigen sind. Sie setzen nun auf der Nordseite des Emmetals an einer 50 m hohen, von Moräne bedeckten Felsterrasse ein: In ihren Sohlen ist die anstehende Molasse bis 580 und 590 m vorhanden. Die letztere Tatsache ist insofern von Bedeutung, als die angeführte Felsoberfläche dem älteren Talboden der Kleinen Emme entspricht, der unter den Diluvialbildungen der Terrassenlandschaft von Ebnet-Obermoos nachgewiesen werden konnte.

Es bestehen demnach verschiedene Anhaltspunkte für die Annahme, dass die Kleine Emme während bestimmter Phasen des Eiszeitalters ihren Lauf in der Richtung der Schwarzenbäche oder des Bilbachs gegen Grosswangen genommen hat. Ja, es ist nicht unwahrscheinlich, dass in dieser Richtung der früheste Emmelauf zu suchen ist. Hierfür sprechen die allgemeinen topographisch-morphologischen Erscheinungen des Geländes nördlich Wolhusen, insbesondere die Höhen- und Böschungsverhältnisse.

Südlich dieser Ortschaft erkannten wir im Tal der Kleinen Emme zwischen 700 und 800 m ein ehemaliges Sohlenniveau, das als das Niveau eines höchstgelegenen alten Talbodens gelten kann. Nördlich Wolhusen treten nun die über 730—750 m aufragenden Höhen mehr und mehr auseinander, und es dehnt sich hier eine breite hügelige Landschaft aus, deren Erhebungen alle unter 730 m liegen; die Felsoberflächen mehrerer flacher Hügel (Anhöhen von Fluh, Gummihubel, Landig, Dachsigwald) ordnen sich zunächst in die Höhenlage von zirka 700 m ein; gegen N nehmen die Höhen allmählich ab. Die Breite dieser Landschaft beträgt unmittelbar nordwärts Wolhusen zwischen Wiggernwald und Schächbühl 3,5 km, zwischen Unterschlechten und Ruswilerberg sogar 5,5 km, während sie östlich Werthenstein zwischen Bramegg und Schächbühl (Emmenberg) nur 1,25 km ausmacht. Auffallen muss, dass über dem Niveau der abgeflachten Molassehügel sowohl am Napfmassiv im W, wie am Schächbühlrücken im O die Hänge durchweg verhältnismässig sanft ansteigen. Sie gehören offenbar einem weiten Tale an, das ohne Zweifel ehemals hier zwischen dem nordöstlichen Abfall des Napfberglandes und dem Bergrücken des Schächbühls be-

standen hat und dessen breite Sohle durch die Oberflächen der ungefähr in 700 m Höhe hinaufreichenden Felshügel angedeutet wird. Die Breite dieser Talung muss der erodierenden Tätigkeit eines grössern Flusses zugeschrieben werden, und zwar dürfte dies nach Lage der Talung in erster Linie die Kleine Emme gewesen sein.

Allerdings verzeichneten wir auch zwischen Werthenstein und Schachen über dem heutigen Flusstal vorzüglich ausgebildete Felsterrassen um 700 m Meereshöhe, namentlich an der rechten Talseite (vgl. S. 30). Diese könnten bloss Denudationsflächen sein. Immerhin ist nicht ganz ausgeschlossen, dass sie zum Teil doch Sohlenreste eines älteren Tales sind, vielleicht der Seitenbäche von der Nordflanke des Brameggrückens und des Stäubligbachs vom Emmenberg her.

Vermutlich hatte die Emme schon vor dem Eiszeitalter einen von Wolhusen gegen N gerichteten Lauf inne. Durch Neueinschneiden in die breite Talung während der Diluvialzeit sind die geschilderten tieferen Talzüge entstanden, neben denen Reste des alten Talbodens als flache Hügel aufragen.

Schwer zu deuten ist die östliche Ablenkung der Emme. Dieses Problem wird in den spätern Ausführungen noch kurz erörtert werden.
