

Werk

Titel: Über die Fortschritte der morphologischen Erforschung der Schweiz in neuer Zeit

Autor: Nußbaum, Fritz

Ort: Berlin

Jahr: 1914

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?391365657_1914 | LOG_0242

Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

Über die Fortschritte der morphologischen Erforschung der Schweiz in neuer Zeit.

Von Privatdozent Dr. Fritz Nußbaum, Bern.

Die schweizerischen Geologen haben von jeher neben der Erforschung der verwickelten stratigraphischen und tektonischen Verhältnisse auch der Betrachtung der Oberflächenformen unseres Landes ihre Aufmerksamkeit geschenkt. Es sei hier nur an die lichtvollen Ausführungen über Probleme der Tal- und Seebildung von Alb. Heim, F. J. Kaufmann, V. Gilliéron u. a. erinnert, die in den umfangreichen Bänden der Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz¹⁾ erschienen sind. Eine reiche Fülle einschlägiger Beobachtungen ist ferner im Organ der Schweizerischen Geologischen Gesellschaft, in den *Eclogae Geologicae Helvetiae*²⁾, dann in den Neuen Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft³⁾ und endlich auch in den Verhandlungen, Mitteilungen, Berichten und Bulletins der Naturforschenden Gesellschaften verschiedener Schweizerstädte niedergelegt. Bis 1900 fehlte es an einer zusammenfassenden Darstellung der verschiedenen geomorphologischen Untersuchungen, Abhandlungen und Fragen.⁴⁾ Da erschienen kurz nach 1900 die ersten Lieferungen des von Penck und Brückner verfaßten Werkes: Die Alpen im Eiszeitalter⁵⁾, in welchem außer eigenen Beobachtungen der Verfasser auch die in der umfangreichen Literatur zerstreuten Ergebnisse der morphologischen Erforschung der Schweiz zusammengestellt und unter neuen Gesichtspunkten betrachtet werden. Die jüngeren schweizerischen

¹⁾ Im folgenden abgekürzt als „Beitr.“ angeführt.

²⁾ Im folgenden abgekürzt „Eclog.“

³⁾ Im folgenden abgekürzt „N. Denkschr.“

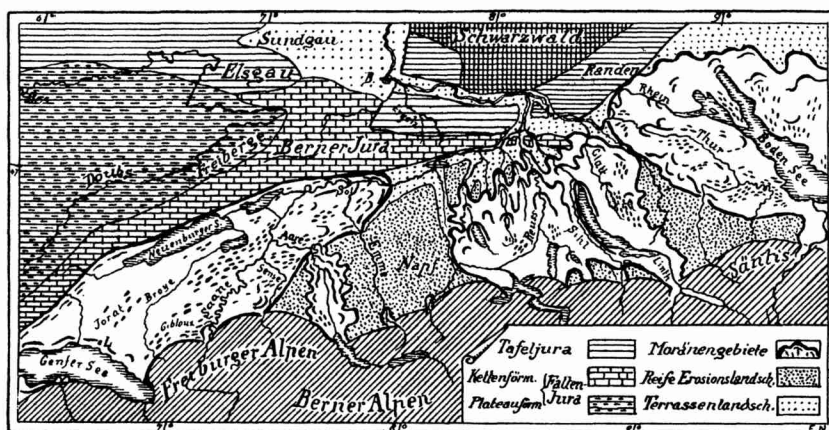
⁴⁾ Studers Lehrbuch der physikalischen Geographie behandelt die Zeit bis 1840.

⁵⁾ Siehe Besprechung von A. Klautsch, *Zeitschr. Ges. f. Erdk. Berlin* 1910., S. 330—338. Im folgenden abgekürzt: Alp. i. Eisz.

Geologen und Morphologen haben durch die Darstellung von Penck und Brückner reiche Anregungen erfahren, und in zahlreichen neueren geologischen Abhandlungen sind morphologische Fragen ausführlich erörtert worden. Über die in neuer Zeit gemachten Fortschritte der morphologischen Erforschung der Schweiz soll daher in den folgenden Zeilen kurz berichtet werden.

Bekanntlich hat die heutige Oberflächengestaltung im Gebiet der Schweiz in der Tertiärzeit ihren Anfang genommen. [Zur Oligozän- und Miozänzeit waren die Alpen bereits Festland, während das Mittelland und das Juragebirge noch von Süßwasserseen und Meeren bedeckt waren. Schon

Abbild. 6o.



Morphologisches Kärtchen des Schweizer Jura und des Mittellandes.
Nach vorhandenem Material entworfen von F. Nußbaum.

vor Ablagerung des Miozäns sind im Jura tektonische und morphologische Erscheinungen aufgetreten, welche zur späteren Unterscheidung von Tafeljura und Faltenjura geführt haben.

A. Jura.

1. Über den Tafeljura, der die größeren Teile des Basler- und Aargauer Jura sowie den Randen umfaßt, (siehe Übersichtskärtchen Abbild. 6o) liegen neuere Untersuchungen von A. Buxtorf¹⁾, E. Schaad²⁾, Ed. Blösch³⁾ und F. Mühlberg⁴⁾ vor. Nach den Ausführungen dieser Forscher

¹⁾ Geologie der Umgebung von Gelterkinden im Basler Tafeljura. Beitr. 41. Lief. Bern 1901.

²⁾ Die Juranagelfluh. Beitr. 52. Lief. Bern 1908.

³⁾ Zur Tektonik des schweiz. Tafeljura. N. Jahrb. f. Min. Bd. XXIX. Stuttgart 1910.

⁴⁾ Der Boden des Aargaus. Festschr. der Aarg. Nat. Ges. Aarau 1910.

ist der Tafeljura unmittelbar nach der Jurazeit von tektonischen Störungen, in erster Linie von zahlreichen Verwerfungen betroffen worden. Einer allgemeinen, durch die Aufwölbung des Schwarzwaldes und der Vogesen verursachten Hebung der gesamten breiten Zone folgten Brüche, indem die Schollen des Sedimentmantels vom Fuße des Schwarzwaldes weg gegen Süden und Südosten staffelförmig immer tiefer absanken. Die offenbar ungleichmäßig hohen Schollen wurden nun während der Kreide- und der älteren Tertiärzeit zu einer Rumpffläche abgetragen, die sich vom Schwarzwald weg gegen Süden und Südosten abdachte. Dieser Abdachung zufolge flossen zahlreiche Flüsse süd- und südostwärts und lagerten mächtige Geröllmassen am Ufer miocäner Seen und Meere ab. So entstand die sogenannte Juranagelfluh, die sich in einem über 200 km langen Streifen bis zum Südrande des Tafeljura und des Schwäbischen Jura vorfindet und die stets auf den erodierten Oberflächen aller Schichten vom Malm bis zur miozänen Meeresmolasse liegt.¹⁾ Gelegentlich sieht man, wie die Nagelfluh über die

Abbild. 61.



Profil durch den Tafeljura von Baselland, nach E. Schaad
Diskordante Auflagerung der Juranagelfluh (J).

staffelförmigen Verwerfungen des Tafeljura transgrediert (siehe Abbild. 61). E. Schaad (l. c. S. 43) faßt seine Ausführungen in folgende Sätze zusammen:

„Die am Süd- und Südostrande des Schwarzwaldes abgelagerte Juranagelfluh enthält nur Gesteine, die entweder heute noch am Schwarzwalde anstehen oder doch früher dort vorkamen; sie ist also zu betrachten als Erosionsrest der ehemaligen Sedimenttafel. Eine analoge Bildung aus Vogesengesteinen findet sich auf dem Elsgauer Tafeljura.

„Da die Zusammensetzung der Juranagelfluh lokal stark wechselt, kann sie nicht eine einheitliche Bildung sein; d. h. sie ist nicht von einem am Fuß des Schwarzwaldes nach Osten fließenden Strome abgelagert, sondern durch kleinere Flüsse und Bäche direkt vom Gebirge abgespült worden. Zwischen und auf den Geröllfeldern bestanden lokal kleinere und größere Seen, in denen sich Süßwasserkalke und Mergel niederschlugen.

„Die Bildung der Juranagelfluh begann stellenweise schon im Helvetien, und die Ablagerung erfolgte zum Teil noch ins Meer, wie die angebohrten

¹⁾ Vergl. E. Schaad, l. c., F. Machatschek, Der Schweizer Jura. *Ergh. Pet. Mitt. Gotha* 1905, S. 16, und A. Gutzwiller, Die Wanderblöcke auf Kastelhöhe. *Verh. Nat. Ges. Basel* 1910.

Gerölle und die gerollten Austernschalen beweisen; das Hauptkonglomerat aber entspricht seiner stratigraphischen Stellung nach der oberen Süßwassermolasse (Tortonien).“ —

„Das Tertiärmeer, dessen Küstenkonglomerate wir auf dem Tafeljura finden, stand wahrscheinlich zuerst nach Süden in Verbindung mit dem schweizerischen Tertiärmeer. Die beginnende Aufstauung des Kettenjuras trennte den nördlichen Meeresteil ab, welcher nun allmählich aussüßte. Nach der Trockenlegung des Gebietes erfolgte wohl schon am Ende der Miozänzeit die Ablenkung des Flußsystems nach Westen, in die Oberrheinische Tiefebene, und damit begann die Abtragung der Tertiärbildungen“ (l. c. S. 19).

Diese Ablenkung des Flußsystems ist offenbar als Wirkung von tektonischen Störungen aufzufassen, die mit dem weiteren Einsinken des Rheintalgrabens und der Bildung des Faltenjura auftraten und durch welche auch die Küstenebene am Südsaum des Schwarzwaldes und der Vogesen wesentlich verändert wurde. Der westliche Teil dieses Küstensaumes erfuhr mit der sanft ansteigenden Fußebene des Gebirges eine Schiefstellung in entgegengesetztem Sinne, während die östlichen Teile die gleiche Abdachung beibehielten, aber dabei weit über das ehemalige Meeresniveau gehoben wurden, nämlich der Randen und der Schwäbische Jura. Der gegen das alte Gebirge gestellte, westliche Teil umfaßt heute den eigentlichen Tafeljura von Baselland und Aargau.

Zufolge der von Verwerfungen begleiteten Schiefstellung entstanden Abdachungsflüsse, die, wie Ergolz und Sisselen, nordwestwärts einer Senkungslinie zuströmten, welche sich unmittelbar am Fuße des Schwarzwaldes bildete und in der der Rhein nach der Oberrheinischen Tiefebene hinabgeleitet wurde. Diese wahrscheinlich in der älteren Pliozänzeit eingetretenen Veränderungen sind im wesentlichen bis auf die heutige Zeit die gleichen geblieben. Während die Haupttäler des Tafeljura in ihrer Richtung keinerlei Beziehungen zu den tektonischen Bruchlinien zeigen, sondern dieselben unter rechtem und schiefem Winkel schneiden, fällt nach A. Buxtorf vielerorts der Tafellauf der Seitenzuflüsse mit der Richtung von Verwerfungen zusammen.

Über die im Rheintal oberhalb Basel abgelagerten Deckenschotter ist seit der Darstellung von Penck und Brückner eine größere Arbeit von Roman Frei¹⁾ erschienen, über die später im Zusammenhang referiert werden wird.

Bis zur mittleren Diluvialzeit (Mindel-Riß-Interglacialzeit) hatte die Talbildung im Tafeljura und Randen die Reife erreicht: reich verästelte Talsysteme, ausgeglichene Talwege mit gleichsohlig mündenden Seiten-

¹⁾ Monographie des Schweiz. Deckenschotter. Beitr. 67 Lief. Bern 1912.

tälern und der Härte der verschiedenen Gesteinsbänke entsprechende Böschungen der Abhänge, alle diese Merkmale lassen sich aus der angegebenen Zeit allenthalben nachweisen. Der helvetische Gletscher lagerte während seines Maximalstandes in der Rißeiszeit auf den flachen Höhen vielerorts Grundmoräne ab, während bei seinem Rückzug in den Haupttälern Hochterrassenschotter aufgeschüttet wurde; in diesen ist später die Niederterrasse eingelagert worden.

2. Der Tafeljura wird im Süden bis zur Limmat von den Ketten des Faltenjura umrahmt; letzterer endet im Osten mit einer einzigen Kette, der Lägern, während er bekanntlich gegen Westen im Gebiet des Berner Jura eine größere Zahl von Ketten aufweist, um schließlich in eine wellige Hochebene überzugehen.

Zur Miozänzeit war der Faltenjura zum größten Teil von dem helvetischen Meer und von Seen bedeckt, deren Sedimente zusammen mit Flußgeröllen auf die noch ungefalteten Jura- und Kreideschichten abgesetzt wurden. Nach der petrographischen Beschaffenheit der Gerölle zu schließen, gelangten damals Flüsse vom Schwarzwald bis nach Laufen, Flüsse aus den Vogesen bis in die Gegend des heutigen Delsbergertales und bis Locle, während alpine Ströme Gerölle bis in das jetzige Dachsfeldertal brachten. Über diese Verhältnisse berichten uns A. Jaccard¹⁾, L. Rollier²⁾, Jules Favre³⁾ und A. Gutzwiller⁴⁾.

Gestützt auf die Darstellung und die Profile von L. Rollier unterschied Ed. Brückner den orographisch gut entwickelten, jugendlichen kettenförmigen Faltenjura im Osten und den zu einer welligen Rumpffläche abgetragenen, plateauförmigen Faltenjura im Westen (siehe Abbild. 60). F. Machatschek⁵⁾ hat diese Unterscheidung beibehalten und auf Grund zahlreicher Profile durch den Neuenburger und Waadtländer Jura die große Ausdehnung des plateauförmigen Faltenjura bestätigt; dagegen geht er mit Brückner in der Frage der Entstehung dieser beiden verschiedenartigen Landschaftsgebiete nicht einig. Auch andere Forscher haben zu dieser Frage Stellung genommen und zum Teil die Brücknersche Auffassung abgelehnt. Nach Brückner habe nämlich der gesamte Faltenjura

¹⁾ I^{er} et II^{er} Suppl. à la Description géol. du Jura vaudois et neuchâtelais. Beitr. 7. Lief. Bern 1870 und 1893, p. 207.

²⁾ Structure et Histoire géologiques du Jura Central. Beitr. 8. Lief. I. Suppl. Bern 1893. — Description géologique du Jura Bernois etc. Beitr. 8. Lief. II. Suppl. Bern 1898. — Troisième supplément à la Description géologique de la Partie jurassique de la Feuille VII. Beitr. 55. Lief. Bern 1910.

³⁾ Description géologique des environs du Locle et de la Chaux-de-Fonds. Eclog. Vol. XI. 1911. p. 401.

⁴⁾ Die Juranagelfluh des Laufenbeckens. Eclog. Vol. XI. 1910, p. 293.

⁵⁾ Der Schweizer Jura. Petermanns Mitt. Ergh. No. 150. 1905.

während der Pliocänzeit eine außerordentlich weitgehende Abtragung erfahren. Quer über das eingeebnete Faltengebirge sollen Flüsse aus den zentralen Schweizeralpen nach dem Sundgau hinab geströmt und daselbst die sog. Sundgauerschotter abgelagert haben. In einer späteren Dislokationsperiode sollen die gekappten Gewölbe im Osten und Südosten eine nochmalige Faltung, der westliche Teil der Rumpffläche dagegen nur eine allgemeine Hebung erlitten haben.

Über den Betrag dieser Abtragung des Faltengebirges hatte seiner Zeit im Berner Jura L. Rollier¹⁾ bemerkenswerte Untersuchungen angestellt; nach seinen Ausführungen sind im Mittel mehr als ein Drittel der ehemals vorhandenen Felsschichten abgetragen worden; von den vorwiegend weichen Schichten des Tertiärs fehlen mehr als 93%. Daß die Gewölbe des Kettenjura eine beträchtliche Denudation erlitten haben, geht aus allen Profilen Rolliers sowie aus den Darstellungen über den Neuenburger- und Waadt-

Abbild. 62.



Die Rumpffläche bei La Chaux-de-Fonds, nach I. Favre.
Die gestrichelte Linie entspricht der Oberfläche von Kimeridge.

länder Jura von H. Schardt²⁾, Th. Rittener³⁾ und den Untersuchungen über den Weißensteintunnel von A. Buxtorf und L. Rollier⁴⁾ unzweifelhaft hervor. Vielerorts ist die Erscheinung der gekappten Gewölbe im Kettenjura sehr deutlich zu erkennen (siehe Abbild. 62), und auf zahlreichen Profilen, die durch den Neuenburger- und Waadtländer Jura gelegt wurden, ist ersichtlich, daß in stark abgetragene, senile Landoberflächen jugendliche Täler mit steilwandigen Hängen eingeschnitten sind.⁵⁾ Wir haben es ohne Zweifel in diesen Gebieten mit zwei Erosionszyklen zu tun. Zu dieser Auf-

¹⁾ Beitr. 8. Lief. I^{er} Suppl. p. 241—259.

²⁾ Mélanges géologiques sur le Jura Neuchâtelais. Bull. Soc. Neuch. des Sc. Nat. T. XXX 1902, p. 434. T. XXXI 1903, p. 261-65 T. XXXIV, 1906.

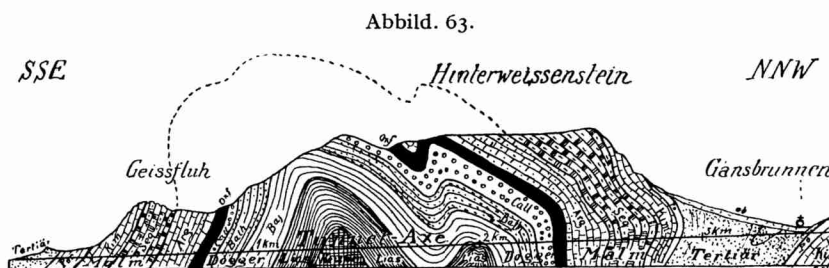
³⁾ Étude géologique de la Côte-aux-Fées. Beitr. 43. Lief. Bern 1902.

⁴⁾ Beiträge. 51. Lief. 1908.

⁵⁾ In den Tälern der Areuse und der Orbe hat H. Schardt mehrere Fälle von epigenetischer Talbildung beobachtet. C. R. du IX^e Congrès internat. de Géogr. Genève 1908. T. II.

fassung ist jüngst auch Jules Favre gelangt, der den Boden von Le Locle und La Chaux-de-Fonds einer gründlichen, geologischen Untersuchung unterzogen hat.¹⁾ Die kräftig ausgeprägten Falten und Verwerfungen kommen in den Oberflächenformen gar nicht zum Ausdruck, da 600 m hohe Gewölbe und Verwerfungsstufen sozusagen vollständig abgetragen sind, wie an einem Profil im Maßstab 1 : 25 000 trefflich gezeigt wird (vergl. Abbild. 63). In die wellige Hochebene sind infolge einer neuen Hebung jugendliche Täler eingeschnitten worden; so in erster Linie das Tal des Doubs und hierauf dessen Seitentäler. Die Zuflüsse verlängerten durch rückschreitende Erosion ihre tiefen Furchen gegen die Rumpffläche hin; aber die Zerschneidung derselben ist noch eine jugendliche; zwischen den weit auseinanderliegenden, steilwandigen Talfurchen dehnen sich, selbst unmittelbar in der Nähe des Doubstaes, weite Hochflächen aus.

Über den Charakter dieser Abtragungsoberfläche ist noch folgendes



Gekapptes Gewölbe der Weißsteinkette.
(Nach L. Rollier, Beitr. 51.)

zu bemerken: Größere Gebiete des plateauartigen Faltenjuras machen durchaus den Eindruck seniler Erosionslandschaften; ihre meist sehr sanften Rücken, die nur gelegentlich bei härteren Schichtköpfen steilere Böschungen zeigen, und ihre breiten Talungen sind greisenhafte Züge, die im Laufe langer Zeiten durch normale Abtragungsvorgänge geschaffen worden sind.²⁾ Aber von einer völligen Einebnung des Faltenjura kann nicht die Rede sein; gewisse Teile des stark abgetragenen Gebirges zeigen die Merkmale einer Fastebene: aus ebenen Flächen erheben sich niedrige Hügel; andernorts walten die Hügel vor. Auf einen wichtigen Umstand, der gegen die Annahme, daß der Sundgauer Schotter von alpinen Flüssen quer über den eingeebneten Jura verfrachtet worden wäre, spricht, hat neuerdings

¹⁾ Eclog. Vol. XI. 1911, p. 464—468.

²⁾ Nach F. Machatschek, l. c. p. 68, und A. Hettner spielt hierbei der Karst-abtragungsprozeß eine wesentliche Rolle. G. Zeitschr. 1912, p. 515.

Roman Frei¹⁾ aufmerksam gemacht. Er beobachtete gut ausgesprochene dachziegelartige Lagerung, die auf eine ostwestliche Strömung hinweise, „was von A. Gutzwiller auch an vielen anderen Stellen konstatiert worden ist.“ Und jüngst wurde auch von Prof. Dr. G. Braun²⁾, gestützt auf die ausgezeichneten Untersuchungen A. Gutzwiller's, die schon von älteren Forschern vertretene Ansicht³⁾ ausgesprochen, daß der Rhein in der Pliozänzeit von Basel westwärts durch die Burgundische Pforte geflossen sei und im Sundgau die fraglichen Schotter abgelagert habe.

Weniger abgeklärt ist das Problem der jungpliozänen Faltung des kettenförmigen Faltenjura. Über diese Frage sind bis jetzt noch keine genaueren Untersuchungen angestellt worden. Der Gegensatz zwischen den jugendlichen Bergformen hier und den senilen Abtragungsformen des westlichen Falkenjura ist so groß und auffallend, daß man zur Erklärung jungpliozäner Bodenbewegungen gelangen muß. Angesichts der Tatsache, daß in einigen Längstälern die Tertiärschichten in Form von spitzen Mulden mit tief hinabreichenden Schenkeln vorkommen, wie z. B. bei Gänsbrunnen⁴⁾ (siehe Abbild. 62), möchte man annehmen, das stark abgetragene Gebirge habe eine einfache Hebung erfahren, infolge dieser hätten die Flüsse in die weichen Tertiärschichten eingeschnitten und so neue, tiefe und schmale Muldentäler ausgewaschen.

Allein in einer ganzen Reihe von Muldentälern, die sich durch ihre Breite auszeichnen, wie das St. Immortal, das Dachsfelder- und das Delsbergertal, befinden sich die Tertiärschichten in flach konkaver Lagerung, und zwar sind fast überall auch die jüngsten Schichten noch im Muldenkern vorhanden. Mit Rücksicht auf diese Umstände ist die Theorie Brückners von der jungpliozänen Faltung der stark abgetragenen Ketten nicht ganz von der Hand zu weisen; mit dieser Annahme ließe sich auch die Entstehung der Klusen, welche letztere im allgemeinen den Eindruck jugendlicher Bildung machen⁵⁾, am einfachsten erklären.

Über die Entstehung der Klusen sei noch folgendes bemerkt: Man ist heute wohl allgemein der Auffassung, daß die meisten Klusen durch An-

¹⁾ Monographie des schweiz. Deckenschotter. p. 92.

²⁾ Vortrag, gehalten am 19. Deutsch. Geographentag zu Straßburg, im Juni 1914. Vergl. Pet. Mitt. Juliheft 1914.

³⁾ Vergl. F. Machatschek, Der Schweizer Jura, p. 89.

⁴⁾ Vergl. A. Buxtorf, E. Künzli und L. Rollier, Geologische Beschreibung des Weißensteintunnels und seiner Umgebung. Mit zwei geolog. Spez.-Kart. in 1 : 25 000 und sechs Profiltafeln. Beitr. 51. Lief. 1908 ; ferner A. Buxtorf, Die mutmaßl. geolog. Profile des neuen Hauenstein- und Grenchenbergtunnels im Schweizer Jura. Verh. Nat. Ges. Basel. Bd. XXIV, Taf. IV, 1913.

⁵⁾ Vergl. P. Schlee, Zur Morphologie des Berner Jura. Mitt. Geog. Ges. Hamburg. Bd. XXVII, 1913.

tedenz zu erklären sind¹⁾. Betrachten wir das wohlausgebildete Flußsystem der Birs, eines Flusses, der im südlichen Teil des Berner Jura entspringt und nach längerem, nord- bis nordostwärts gerichteten Laufe bei Basel in den Rhein mündet: Der Lauf der Birs führt bekanntlich durch zahlreiche typische Klusen²⁾; aber auch mehrere kleine Zuflüsse der Birs haben prächtige Klusen quer durch größere Ketten eingeschnitten. Ein ähnlich entwickeltes, wenn auch weniger umfangreiches Flußsystem weist die Allaine auf, die am Nordabhang der Mt. Terrible-Kette entspringt, in nördlichem Laufe die Landschaft von Pruntrut durchfließt und dann unterhalb Delle in die Burgundische Pforte eintritt.

Die Anlage dieser beiden Flußsysteme ist durch eine von Süden gegen Norden gerichtete Abdachung bedingt, während zur Miozänzeit Flüsse von Norden her das gleiche Gebiet durchzogen hatten. Es hat also seit der Miozänzeit eine vollständige Umkehr in der Abdachung dieses Gebietes stattgefunden, ähnlich wie dies vom Tafeljura gezeigt worden ist. Diese gegen Norden gerichtete Abdachung muß jedoch älter sein als die Aufwölbung der Ketten, durch welche die Flüsse ihre heutigen Quertäler eingeschnitten haben. Aus diesen Folgerungen geht hervor, daß der Faltenjura am Ende der Miozänzeit zunächst eine wahrscheinlich von kleineren Faltungen und Verwerfungen begleitete Schiefstellung und hierauf eine energische Auffaltung erfahren haben dürfte. Wir werden bei der Betrachtung des Mittellandes nochmals auf dieses Problem zurückkommen, da gewisse Erscheinungen am Fuße des Jura gebirges damit im Zusammenhang stehen.

B. Das Mittelland.

1. Von seiner Entstehung im allgemeinen.

Das Mittelland ist ein Hügelland, dessen Erhebungen gegen den Fuß der Alpen bis zu 1500 m ansteigen und hier ausgesprochene Mittelgebirgsformen aufweisen, näher am Jurafuß dagegen den Charakter von sanftgeböschten Hügeln oder niedrigen Tafelbergen haben. Dieses Hügelland ist aus einer Hochebene hervorgegangen — darauf deutet auch der Ausdruck „Schweizerische Hochebene“ hin, — die sich vom Fuße der Alpen gegen den Jura hinabsenkt und die bekanntlich aus mächtigen oligozänen und miozänen Mergel-, Sandstein- und Konglomeratschichten aufgebaut ist. Alle diese Sedimente, bekannt unter der Bezeichnung Molassebildungen, sind ehemals von Flüssen und Strömen in seichten Seen und Meeren abgelagert worden, die sich bis zum Fuße des Schwarzwaldes und der Vogesen

¹⁾ Vergl. F. Machatschek, Der Schweizer Jura, p. 93.

²⁾ Vergl. Abbild. 2, 5—10, 12 und 14 bei Paul Schlee, Zur Morphologie des Berner Jura.

ausdehnten. Das Material dieser Aufschüttungen stammt demnach zum größeren Teile aus dem damaligen Alpengebirge und zum kleineren aus dem Schwarzwald und den Vogesen (vergl. Abschnitt A). Da jedoch die von den alpinen Strömen verfrachteten Gerölle, die heute die sog. „bunte Nagelfluh“ zusammensetzen, nicht mit den Gesteinen der nördlichen Ketten des Alpengebirges übereinstimmen, so war man lange Zeit über ihre Herkunft und über den Aufbau des damaligen Gebirges im unklaren.¹⁾ Gegenwärtig glaubt man, die Herkunft dieser Gerölle mit der von Schardt und Lugeon begründeten Deckentheorie erklären zu können, und zwar sollen nach C. Schmidt²⁾ die ältesten, weit aus dem Süden stammenden und nach Norden gewanderten Decken das Material der bunten Nagelfluh gebildet haben. Diese Auffassung ist jüngst für das Gebiet der Berner Alpen und deren Vorland durch P. Beck³⁾ bestätigt worden. Nach J. Früh (l. c.) und nach neueren Untersuchungen über den Aufbau und die Lagerung der Molasse⁴⁾ lassen sich mehrere große Deltas von ehemaligen Alpenströmen am Südrand des Mittellandes unterscheiden; vor allem ausgedehnt waren das Delta des Napfgebietes und in der Ostschweiz Deltas im Gebiet von Rigi, Hörnli und Bachtel. Ähnliche Bildungen, die von V. Gilliéron beschrieben worden sind, (Beitr. Lief. 18) treffen wir in der Westschweiz am Mt. Pélérin und Mt. Gibloux an. Dünne Konglomeratbänke dieser Deltas lassen sich mit immer kleineren Geröllen bis zum Jura hinüber verfolgen; sie weisen, nach den Untersuchungen von Ed. Gerber⁵⁾, E. Baumberger⁶⁾ und J. Hug⁷⁾, noch nahe am Jurarande Deltastruktur auf und wechsellagern mit Muschelsandstein, der aus den durch die Brandung des helvetischen Meeres entstandenen Trümmermaterialien zusammengesetzt ist; wir haben es hier mit Strandbildungen zu tun. Nach L. Rollier (l. c.) sind Gerölle des Napfdeltas bis nach Court und Sorvilier, also ins Gebiet des Berner Jura gelangt; das helvetische Meer bedeckte ein großes Gebiet des heutigen Juragebirges.

¹⁾ Vergl. B. Studer, Monographie der Molasse, 1825, und J. Früh, Beiträge zur Kenntnis der Nagelfluh der Schweiz. N. Denkschr. XXX, Zürich 1890.

²⁾ Bau und Bild der Schweizeralpen, Beil. z. Jahrb. d. S. A. C. 1907, S. 85.

³⁾ Über den Bau der Berner Kalkalpen und die Entstehung der subalpinen Nagelfluh. Eclog. Vol. XI 1911. — Die Niesen-Habkerndecke und ihre Verbreitung im helvet. Faciesgebiet; Eclog. Vol. XII 1912, S. 65.

⁴⁾ Was über die Molasse bisher veröffentlicht wurde, ist von L. Rollier in einer verdienstvollen Arbeit zusammengefaßt worden, betitelt: Revision de la Stratigraphie et de la Tectonique de la Molasse au Nord des Alpes. N. Denkschr. Bd. XLVI 1911.

⁵⁾ Jensberg und Brüttelen, zwei Ausgangspunkte für die Molassestratigraphie des bern. Mittellandes. Eclog. Vol. XII 1913.

⁶⁾ Über die Molasse im Seeland und im Bucheggberg. Verh. Nat. Ges. Basel. Bd. XV 1903.

⁷⁾ Geologie der nördlichen Teile des Kantons Zürich usw. Beitr. 45. Lief. Bern 1907, S. 5—9.

Am Ende der Miozänzeit war das Molasseland, wie sich Oskar Frey¹⁾ ausdrückte, „eine von zahlreichen Flüssen durchzogene und oft überschwemmte Tiefebene vom Charakter etwa der heutigen Poebene“²⁾. Diese miozäne „Küstenebene“³⁾ hat nun bei der Hauptfaltung der Alpen und des Juragebirges ebenfalls wesentliche tektonische Störungen erlitten: An den beiden Randzonen wurden die Molasseschichten gefaltet und teilweise übergeschoben; „die breite Mittelzone des Molasselandes der mittleren und nordöstlichen Schweiz wurde dagegen von der Faltung verschont, gleichzeitig aber in Form eines einheitlichen Plateaus um im Minimum 1000 m gehoben. — „Indem die Molasse am Alpenrande höher gehoben wurde als längs des Jura, wurde das schon durch die Art der Ablagerung bedingte Oberflächengefälle nicht nur erhalten, sondern wohl auch vergrößert. Bisher Akkumulationsgebiet der alpinen Ströme, wurde das Molasseland nun in das Bereich der Erosion einbezogen.“⁴⁾ — In der Westschweiz wurde das Molasseland auch von Verwerfungen betroffen⁵⁾.

Im Landschaftsbild der West- und Nordschweiz sind zwei Erscheinungen besonders auffallend: erstens der auf große Erstreckung hin stark ausgeprägte und fast unegliederte Steilabfall des Juragebirges gegen das Molasseland und zweitens die durch diesen Steilabfall bewirkte Ablenkung der aus den Alpen und dem höheren Molasseland herströmenden Folgeflüsse, vor allem die Ablenkung der erosionskräftigen Aare. Es ist, als ob der mächtige, von Südosten herfließende Fluß wie durch eine plötzlich entstandene, gewaltige Mauer aus seiner Richtung nach Nordosten abgelenkt worden wäre. Diese auffallende Erscheinung ist offenbar mit der ersten Bildung des Juragebirges in Zusammenhang zu bringen. Zur Miozänzeit floß die damalige Aare bis mitten in das Gebiet des heutigen Berner Jura und brachte, wie oben gesagt wurde, Gerölle des Napf-Deltas bis ins heutige Dachsfeldertal. Wir haben nun gehört, daß in der Postmiozänzeit bei der Bildung des Juragebirges zunächst eine Schiefstellung des gesamten Gebietes und hierauf Aufwölbung der Ketten stattgefunden haben dürfte. Wäre nun die Schiefstellung des Juragebirges ebenso allmählich erfolgt wie die spätere Aufwölbung der Ketten, so müßten die damalige Aare und andere aus dem

¹⁾ Talbildung und glaziale Ablagerungen zwischen Emme und Reuß. N. Denkschr. Bd. XLI 1907, S. 351.

²⁾ In ähnlichem Sinn äußerte sich L. Rollier, Die Entstehung der Molasse auf der Nordseite der Alpen. Vierteljsch. Nat. Ges. Zürich 1904.

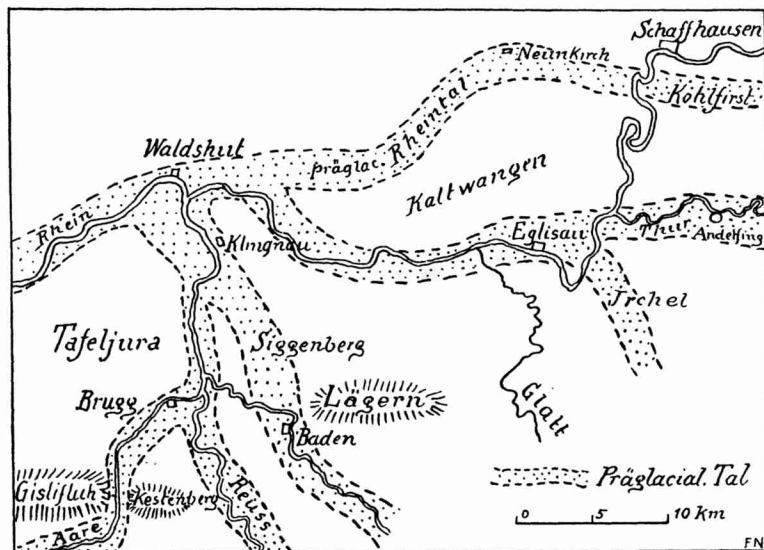
³⁾ Vergl. F. Nußbaum, Die Landschaften des bernischen Mittellandes. Mitt. Nat. Ges. Bern 1912.

⁴⁾ O. Frey, l. c. S. 352.

⁵⁾ Vergl. Profil des Jorat von H. Schardt, Geog. Lex. Bd. „Schweiz“, S. 151, 1909, ferner Livret d. Exc. sc. du IX^e Cong. int. Geog. Genève 1908, p. 67, und Ed. Gerber, Jensberg und Brüttelen, Ecol. 1913.

Molasseland kommende Flüsse ihren Weg über das sich langsam hebende und faltende Gebirge genommen und in dasselbe tiefe Quertäler eingeschnitten haben, was bei dem viel größeren Volumen dieser Flüsse im Vergleich zu demjenigen vieler Juraflüsse leicht hätte geschehen können. Angesichts der Tatsache, daß die erosionskräftigeren Flüsse am Jurafuß abgelenkt worden sind, kommt man zum Schluß, daß der Jura sich an seinem heutigen Südrande in Form einer relativ r a s c h erfolgten Flexur gehoben hat¹⁾, so daß die alpinen Flüsse nicht Zeit hatten, sich einzuschneiden,

Abbild. 64.



Das präglaciale Talsystem der Nordschweiz,
nach R. Frei.

während sie die langsam auftauchenden, östlichen Ausläufer des Faltenjura durchqueren konnten (vergl. Abbild. 64).

2. Das Problem der Juradurchbrüche von Aare, Reuß und Limmat ist von Ed. Brückner, Oskar Frey und Roman Frei diskutiert worden, und jeder dieser Forscher ist zu einer anderen Auffassung gelangt.

Ed. Brückner²⁾ bringt die Tatsache, daß die drei Flüsse unmittelbar oberhalb ihrer Vereinigung an drei verschiedenen Stellen die östlichen Ausläufer des Faltenjura durchqueren, in Zusammenhang mit der präglacialen Landoberfläche des Mittellandes; diese habe eine zufolge lang

¹⁾ L. Rollier hat eine gut ausgesprochene Flexur am Jurarand beim Bielersee nachgewiesen, vergl. Prof. 4, Taf. I. Beitr. 8. Lief. I^{er} Suppl.

²⁾ Alp. i. Eisz., S. 469.

andauernder Abtragung entstandene, wellige Rumpffläche, eine Peneplain, gebildet, welche von Süden her in den Rand des Jura einschnitt, indem sie die Falte des Kestenberges glatt durchsetze. „Später sind im Laufe der Zeit die weichen Schichten der Molasse zum Teil der Denudation anheimgefallen; die Teile der alten Rumpffläche aber, die aus festem Jurakalk bestehen, haben sich erhalten und bilden vielfach scharfe Aufragungen — daher hier die Durchbruchstäler, die sonach als epigenetisch zu bezeichnen sind.“

Nach Oskar Frey¹⁾ sammelten sich in der Präglazialzeit die Gewässer des schweizerischen Mittellandes in einer Stammader am Südfuße des Jura und flossen als Oberlauf der Donau mit minimalem Gefälle nach Osten ab. In der Zeit zwischen der Bildung des Sundgauer Schotters und des Deckenschotters seien durch Rückwärtserosion Breschen in die Gewölbe des östlichen Aargauer Jura gelegt und dadurch nacheinander Aare, Reuß und Limmat abgelenkt worden. O. Frey kann keine deutlichen Beweise für die Annahme einer präglazialen Rumpffläche im Mittelland finden.

Roman Frei weist in seiner preisgekrönten Arbeit²⁾ nach, daß sich die Entstehung der drei getrennten Juradurchbrüche am besten durch die Annahme erklären lasse, daß die Flüsse schon vor der Faltung diese Lage innegehabt hätten, daß sie also in bezug auf die Jurafaltung als antecedent zu bezeichnen seien. R. Frei hat die Lagerung und Zusammensetzung der beiden Deckenschotter einer sehr gründlichen Untersuchung unterzogen; er konnte die fluvioglaziale Entstehung dieser Bildungen bestätigen, und es ist ihm ferner gelungen, das präglaziale Entwässerungssystem der Nordschweiz zu rekonstruieren und kartographisch darzustellen. In der Frage nach der präglazialen Landoberfläche im Mittelland schließt sich R. Frei im allgemeinen der Auffassung Brückners an. „Die präglaziale Landoberfläche bildete jedoch bei uns keine vollständige, ununterbrochene Ebene, auf der die Horizontalkurven regelmäßig von Südwesten nach Nordosten verlaufen wären. Gerade in dem Gebiet, wo noch ihre größten Reste erhalten sind, ragte die Läger hoch über die Ebene heraus, im Norden wurde sie ebenso von den Bergen zwischen dem heutigen Rheintal und dem Klettgau begrenzt, im Westen vom Ketten- und Tafeljura.“ — Ein Blick auf die von ihm konstruierte Karte lehre, so führt R. Frei weiter aus, „daß die mittlere Nordschweiz zur Präglazialzeit schon reicher gegliedert war,

¹⁾ Talbildung und glaz. Ablag. zwischen Emme und Reuß, S. 352.

²⁾ Monographie des schweizerischen Deckenschotters. Beitr. 67. Lief. 1912, S. 133. Der jugendliche Verfasser hat leider im Frühjahr 1914 in Borneo den Tod gefunden. Die Wissenschaft hat in ihm einen ausgezeichneten Forscher verloren.

als man nach der herrschenden Ansicht über die damalige Oberfläche annehmen könnte.“

Aus der Lagerung des älteren Deckenschotters ergibt sich die Tatsache, daß sich in der Präglazialzeit in der Gegend von Waldshut drei breite Täler vereinigten: ein altes Rheintal, in welchem sich ein großer Teil der ostschweizerischen Gewässer sammelte, — während der Bündner Rhein damals möglicherweise noch gegen die Donau abfloß — verlief über Neunkirch, ein altes Thurtal über Eglisau und Zurzach. Unterhalb Waldshut vereinigte sich die Aare mit dem Rhein, die in der Gegend von Brugg die Reuß aufnahm; oberhalb Klingnau, bei Döttingen, stieß ein Fluß zu ihr, der über den Siggenberg aus dem Gebiet der Limmat oder der Sihl kam (vergl. Abbild. 64.)

Neben den mehrere Kilometer breiten Tälern ragten die Inselberge Lägern und Kestenbergr um 270 und 60 m empor. Die von Brückner betonte Erscheinung, daß die präglaziale Rumpffläche in den Rand des Kettenjura einschneide und eine Falte glatt durchsetze, erklärt sich aus der Tatsache, daß dies nur an den Stellen der Fall ist, wo die Hauptentwässerungsadern des schweizerischen Mittellandes, Aare, Reuß und Limmat, den aufsteigenden Jura überschritten, während die Erosion an den Jurafalten östlich und westlich davon relativ wirkungslos geblieben ist. (R. Frei. l. c. S. 140).

Die vereinigten präglazialen Gewässer nahmen ihren Lauf gegen Basel und flossen nach Westen durch die Burgunder Pforte ins Saônegebiet³⁾ hinüber.

Die Ablenkung des damaligen Rheins hat nach Ablagerung des Sundgauer Schotters, aber vor der ersten Eiszeit stattgefunden. Zwar fehlt alpiner Deckenschotter unterhalb Basel; dieser liegt aber wahrscheinlich in der oberrheinischen Tiefebene begraben, da nach Gutzwiller noch die Hochterrasse so stark disloziert ist, daß sie nördlich Basel unter die Niederterrasse einsinkt.

Roman Frei hat die präglaziale Landoberfläche auch in der Mittel- und Westschweiz verfolgt und ist zu gleichen Schlüssen gelangt wie Ed. Brückner; er schätzt den Betrag der präglazialen Abtragung stellenweise bis zu 600 m. L. Rollier¹⁾ findet, daß die gefaltete Molasse in der Gegend des oberen Zürichsees ehemals bis zu 3000 m Meereshöhe emporgeragt habe; sie ist demnach dort um mehr als 2000 m abgetragen worden. Über das Aargauer und Luzerner Molasseland liegen neuere, sehr genaue Karten

³⁾ Hier hat L. Rollier in dem Sundgauer Schotter gleichalterigen Ablagerungen Radiolarit alpinen Ursprungs gefunden. (Citat n. R. Frei, Monogr. d. Deck.)

¹⁾ Revision de la Stratigraphie et de la Tectonique de la Molasse, S. 87.

und treffliche Erläuterungen von F. Mühlberg¹⁾ und P. Niggli vor²⁾, aus denen ersichtlich ist, daß die Molasseschichten von der alten Landoberfläche geschnitten werden; eine ausgezeichnete Beschreibung der „Peneplain“ bei Zofingen gibt P. Niggli (Erl. z. Geol. K. No. 12, S. 23). Ähnliche Beobachtungen konnte Referent im bernischen Mittellande machen³⁾.

3. Über die interglaziale Talbildung kommt Roman Frei (l. c. S. 157) zu folgenden Schlüssen: „Gleich nach Ablagerung des ältesten Schotters schnitten sich die Flüsse kräftig in ihre Unterlage ein und behielten diese Tendenz durch die ganze Diluvialzeit hindurch bei; sie wurden jeweilen nur infolge der wiederholten Vorstöße der Gletscher in ihrer Arbeit unterbrochen.“ Als Ursachen dieser Neubelebung der Erosion führt R. Frei zunächst die Schotteraufschüttung der vorhergehenden Eiszeiten an, dann die Senkung der Erosionsbasis, bewirkt durch erneutes Einsinken des Rheintalgrabens, endlich Hebung der Alpen und Schiefstellung des Molasselandes. Die Täler der 1. Interglazialzeit sind um 110 m in die breiten Talungen der präglazialen Landoberfläche eingeschnitten und besaßen bei ausgeglichenem Gefälle stellenweise eine beträchtliche Breite; daraus muß auf eine lange Dauer der 1. Interglazialzeit geschlossen werden. Allein, die Sohlen der beiden ältesten Talsysteme sind schief gestellt: das präglaziale Rheintal hat ein stärkeres Gefälle als das der 1. Interglazialzeit, und dieses ist steiler als das Hochterrassental. Demnach sind sowohl nach der ersten als auch nach der zweiten Eiszeit Bodenbewegungen eingetreten. Penck und Brückner⁴⁾ haben auf Hebungen bzw. Schiefstellung des Molasselandes geschlossen. R. Frei betont zwar, daß die Senkung der Erosionsbasis wohl von geringerer Wirkung auf die Flußtätigkeit gewesen sei, als die Hebung der Alpen; allein er glaubt, die Hebung der Alpen und des Vorlandes als unmittelbar der ersten Eiszeit vorangehend annehmen zu sollen, während er die Schiefstellung der beiden älteren Talsohlen als Folge des Einsinkens des Rheintalgrabens auffaßt. Referent hält, gestützt auf Beobachtungen im Napfgebiet⁵⁾, die Auffassung

¹⁾ F. Mühlberg, Geologische Karte der Umgebung von Brugg. Maßst. 1 : 25 000; Beitr. 1904. — Geologische Karte der Umgebung von Aarau. Maßst. 1 : 25 000; Beitr. 1908. — Geologische Karte der Umgebung des Hallwilersees. Maßst. 1 : 25 000; Beitr. mit Erläuterungen 1910. — Der Boden des Aargaus. Festschrift Aarg. Nat. Ges. 1911.

²⁾ F. Mühlberg und P. Niggli, Geologische Karte des Gebietes Roggen-Bern-Bowald. 1 : 25 000; Beitr. 1912. P. Niggli, Geologische Karte von Zofingen. Maßst. 1 : 25 000; Beitr. 1912. Erläut. Nr. 12. 1913.

³⁾ Das Endmoränengebiet des Rhonegletschers. Mitt. Nat. Ges. Bern 1910, S. 151.

⁴⁾ Alp. i. Eisz. S. 463.

⁵⁾ Die Täler der Schweizeralpen, Wiss. Mitt. Schweiz. Alpin. Mus. 1910, S. 14—20.

von Penck und Brückner für die zutreffendere. Wohl ist das Rheintal unterhalb Basel bis in die jüngere Diluvialzeit gesunken; aber der Rhein, der so breite und ausgeglichene Täler bis Basel schuf, ist offenbar während langer Zeit dort ungefähr in gleicher Höhe geflossen und hat im Verhältnis, wie der Graben sank, aufgeschüttet, während das Molasseland samt Jura und Alpen sich gehoben haben. Der direkte Beweis von Hebungen ergibt sich aus den Beobachtungen Roman Freis selber. Wäre nur die Erosionsbasis gesunken, so müßte die Differenz im Gefälle der beiden Talsohlen flußabwärts zunehmen; tatsächlich nimmt sie flußaufwärts zu; dieser Umstand läßt sich nur durch Hebung des oberhalb Basel gelegenen Gebietes erklären.

4. Überblicken wir das gesamte schweizerische Mittelland, so können wir (vergl. Abbild. 60) dasselbe nach den vorherrschenden Formelementen erstens in Gebiete teilen, die von den Jung-Endmoränen umspannt werden und in denen flachwellige Hügellandschaften mit sanft geformten, wenig gegliederten Erhebungen und wannenförmigen Talungen liegen, und zweitens in solche Gebiete, die sich außerhalb dieser Moränen befinden und die sich durch folgende Merkmale von den erstgenannten unterscheiden: Diese Landschaften zeichnen sich durch Gleichsinnigkeit aller Abdachungen aus, und ihre Formen sind lediglich durch das fließende Wasser gebildet worden; neben Formen der Akkumulation kommen solche intensiver Erosionswirkungen vor. Akkumulationsformen walten in den von R. Frei eingehend beschriebenen Schottergebieten der niederen Nordschweiz vor; vorwiegend Erosionsformen treffen wir dagegen in den höheren Teilen des Molasselandes an; hier haben wir es mit reichverästelten, reifen Erosionslandschaften zu tun. Solche sind besonders schön im Napfgebiet sowie in dem von der Thur durchschnittenen Säntisvorland entwickelt.

Der Gegensatz der Landformen innerhalb und außerhalb der Jungmoränen ist Ed. Brückner namentlich im Napfgebiet aufgefallen, und er ist hierüber zu folgenden Schlüssen gelangt¹⁾:

„Die Grenze des Gebietes, in dem die scharfe Ziselierung der Molasse durch das fließende Wasser auftritt, fällt, wie schon Mühlberg erkannte, mit der Grenze der Jung-Endmoränen zusammen. Das Gebiet der letzten Vergletscherung und das der reifen Tallandschaft schließen einander aus. Auch die Täler, in deren Sohlen sich die von den Jung-Endmoränen abströmenden Niederterrassenschotter anhäuften, zeigen an ihren Gehängen die Modellierung durch Wasser. In der Riß-Eiszeit war freilich auch dieses Gebiet unter Eis begraben. Nach allem, was wir in den Zungenbecken und im Bereich der Moränen der Würmvergletscherung sehen, ist es un-

¹⁾ Alp. i. Eisz. S. 600.

wahrscheinlich, daß eine Tallandschaft mit so scharfen Erosionsformen sich unter einer Vergletscherung hätte erhalten können. Wären die Täler des Napfes älter als die Riß-Eiszeit, so müßten in ihnen Ablagerungen der Riß-Eiszeit auftreten, während sich doch nur wenige besonders große erratische Blöcke finden. Es dürfte sich also die reife Tallandschaft des Napfes erst nach der Rißvergletscherung gebildet haben und zwar in erster Linie in der Riß-Würm-Interglazialzeit.“

Gegenüber der hier vertretenen Auffassung über die in der letzten Interglazialzeit erfolgte Bildung der Tallandschaft des Napfes sind neuere Untersuchungen zu anderen Ergebnissen gelangt. Zunächst ist darauf hinzuweisen, daß, nach dem Vorkommen von Hochterrassen- und Deckenschottern zu schließen, die Gletscher jeweilen in den älteren Eiszeiten ungefähr die gleiche Ausdehnung gehabt haben dürften wie zur Würm-Eiszeit; dies gilt namentlich von Reuß-, Linth- und Rheingletscher, deren Ränder nach J. Hug und R. Frei etwa 10—15 km oberhalb der Würmmoränen lagen; auch der Aaregletscher war vor der Riß-Eiszeit selbständig entwickelt, ohne gegen Osten und Westen hin wesentlich über die Grenzen der Würm-Eiszeit zu treten; dagegen sind Ablagerungen des Rhonegletschers aus der ersten und zweiten Eiszeit im Mittelland noch nicht nachgewiesen worden¹⁾. Aber das Verhalten dieses und der anderen Gletscher war zur sog. Riß-Eiszeit ein sehr eigentümliches: Einem langandauernden Gletscherstand von mäßig großer Ausdehnung zur Hochterrassenzeit folgte, wie aus dem kärglichen Erratikum zu schließen ist, eine riesige Ausdehnung der Gletscher von relativ kurzer Zeit²⁾.

Ed. Blösch³⁾ hat nachgewiesen, daß sich im Rheintal bei Laufenburg zwischen die Hochterrasse und die Moräne der sog. „Großen Eiszeit“ eine 1,4 m mächtige Verwitterungsschicht einschaltet, und daraus geschlossen, daß im Sinne von F. Mühlberg die Hochterrassenzeit und die große Eiszeit durch eine Interglazialzeit getrennt gewesen seien.

Mehrmals also waren die niedrigeren Teile des Mittellandes auf längere Zeit von gewaltigen Eismassen bedeckt, während die höheren Gebiete der intensiven Wirkung der Verwitterung und des fließenden Wassers ausgesetzt waren. Aus diesem Grunde ist der Gegensatz zwischen ehemals stark vergletscherter und nicht oder nur ganz vorübergehend vom Eis bedeckter Gebiete ein so augenfälliger.

¹⁾ Vergl. F. Nußbaum, Über die Schotter im Seeland. Mitt. Nat. Ges. Bern 1907, S. 196, und R. Frei, Monogr. d. schw. Deckensch., S. 161.

²⁾ Vergl. F. Mühlberg, Der mutmaßliche Zustand der Schweiz während der Eiszeit. Verh. Schweiz. Nat. Ges. 1907, S. 13, und O. Frey, l. c. p. 397.

³⁾ Die große Eiszeit in der Nordschweiz. Beitr. 61. Lief. 1911.

Das Napfgebiet ist in den letzten Jahren von Oskar Frey¹⁾, B. Aeberhardt²⁾, F. Antenen³⁾ und dem Referenten⁴⁾ untersucht worden.

In den nördlichen Napftälern, namentlich im tieferen Napfvorland, haben Oskar Frey und P. Niggli (Erl. No. 12) nicht nur bedeutende Moränenmassen, sondern auch deutliche Erosionsformen, Rundbuckel und Wannens, aus der Riß-Eiszeit beobachtet: der Rhonegletscher war damals etwas größer als zur Würm-Eiszeit. In den Tälern des höheren Napfmassivs wurden außer Niederterrassen- auch Hochterrassenschotter nachgewiesen. Die Flüsse haben ihr heutiges Bett vor der Riß-Eiszeit in einen 50—60 m höheren Talboden eingeschnitten; auf der neuen Talsohle ist erst die Hochterrasse, dann die Niederterrasse aufgeschüttet worden. Die Bildung des 50—60 m hohen Talbodens ist in die erste Interglazialzeit oder in die Mindel-Eiszeit zu verlegen; damals auch entstand die reife Talandschaft des Napfgebietes; dieselbe ist also wesentlich älter, als wie Brückner angenommen hat. Die Tatsache, daß die scharfen Erosionsformen des höheren Napfgebietes vom Eis des Rhonegletschers nicht umgestaltet worden sind, läßt sich durch die Annahme erklären, daß nur eine relativ kurz andauernde Eisüberflutung dieser Landschaft stattgefunden hat: Über den zerschnittenen, breiten Molasserücken besaß das Eis damals nur eine geringe Mächtigkeit, während gewaltige Eismassen durch die Täler vordrangen und dabei überall die Flüsse stauten. So erklärt sich auch die hohe Lage von Stauschottern in diesem Gebiet, wie sie von B. Aeberhardt, F. Antenen und dem Referenten beschrieben worden sind⁵⁾. Da erwiesenermaßen die Gletscher nur da eine wesentliche Erosionswirkung auszuüben vermögen, wo sie bei starker Bewegung und großer Mächtigkeit lange stationär bleiben, wie dies in den Stammtälern der diluvialen Eisströme der Fall war, so ist die Abwesenheit von glazialen Erosionsformen im Napfgebiet unter den oben angedeuteten Verhältnissen nicht merkwürdig.

¹⁾ Talbildung und glaziale Ablagerungen zwischen Emme und Reuß, S. 481. — Gletscherwirkungen aus der Riß-Eiszeit. *Eclog.* Vol. XI 1910, S. 54.

²⁾ Déviations de quelques cours d'eau pendant la période quaternaire. *Eclog.* Vol. X 1909, S. 745. — L'âge de la basse terrasse. Ancien lac de la vallée de la Wigger. Ancien cours probable de la Grande Emme. *Eclog.* Vol. XI 1910, p. 296.

³⁾ Mitteilungen über das Quartär des Emmentales. *Eclog.* Vol. X 1909, S. 772. — Mitteilungen über Talbildung und eiszeitliche Ablagerungen in den Emmentälern. *Eclog.* Vol. XI 1910, S. 77.

⁴⁾ Talbildung im Napfgebiet. *Eclog.* Vol. XI 1910, S. 269. *Mitt. Nat. Ges. Bern* 1911. — Die Täler der Schweizer Alpen. *Wiss. Mitt. Schw. Alp. Mus. Bern* 1910, S. 10—20. F. Nußbaum und B. Aeberhardt: Bericht über die Exkursionen in die diluvialen Schottergebiete der Aare und der Emme. *Eclog.* Vol. XI 1912, S. 791.

⁵⁾ Siehe Bericht über die Exkursionen in die diluv. Schottergebiete der Aare und der Emme. *Eclog.* Vol. XI 1912, S. 791.

Aus den Untersuchungen von F. Mühlberg¹⁾ und O. Frey (l. c.) im unteren Aaretal und von J. Hug im Rheintal²⁾, sowie aus den oben angeführten Beobachtungen im Napfgebiet ergibt sich, daß im gesamten Mittelland und Jura die meisten Täler während der Mindel-Riß-Interglazialzeit wenigstens bis auf ihre heutige Tiefe ausgewaschen wurden; in einigen Tälern fand man unter der heutigen Talsohle noch Hochterrassenschotter: die Flüsse dieser Täler flossen demnach vor der Riß-Eiszeit noch tiefer, als es heute der Fall ist.

5. Betrachten wir nun die von den Jung-Endmoränen des Rhein-, Linth-, Reuß-, Aare- und Rhonegletschers umsäumten Gebiete des Mittellandes: Es sind dies Hügellandschaften von sanften Formen und relativ geringer Gliederung. Neben den rein glazialen Landformen, wie Moränenwällen, Drumlins, Rundbuckeln und Seebecken, treten auch fluviatile Erosions- und Akkumulationsformen aus der Eiszeit, wie Trockentäler und Schotterfelder, meist in Verknüpfung mit den andern, auf.

Innerhalb der äußersten Endmoränen stellen sich Endmoränen der Rückzugsphasen mit dazu gehörigen Schotterfeldern ein; daneben und innerhalb dieser Wälle finden sich meist schwarmweise angeordnete Drumlinhügel (vergl. das Kärtchen Abbild. 60) und Rundbuckel, und zwischen denselben liegen Seen oder Sümpfe bergende Wannens. Die Trockentäler, die ehemals von gewaltigen Schmelzwasserströmen durchflossen wurden, finden sich in der Regel an den Rändern der Gletscher gegen das höhere Molasseland zu. Die Drumlins bestehen vielerorts aus Grundmoräne, in deren Liegendem verfestigter, älterer Diluvialsschotter ansteht.

Im allgemeinen sind die Jung-Endmoränen der verschiedenen Gletscher frühe richtig erkannt und beschrieben und von Penck und Brückner in übersichtlichen Kärtchen dargestellt worden. Dagegen haben erst neuere Untersuchungen die verhältnismäßig große Verbreitung von Drumlins festgestellt.

a. So haben im Gebiet des Rheingletschers J. Früh³⁾ und C. Falkner⁴⁾ Drumlinge südlich von der Thur und der Sitter beschrieben. C. Falkner hat überdies den Verlauf der linksseitigen Jung-Endmoräne des Rheingletschers auf eine Erstreckung von 40 km untersucht, während J. Früh⁵⁾ Deckenschotter auf dem breiten Molasseplateau zwischen dem

¹⁾ Erläut. z. Geol. K. No. 4, S. 528, 1905.

²⁾ Geologie der nördlichen Teile des Kantons Zürich. Beitr. 45. Lief. 1907.

³⁾ Neue Drumlinlandschaft innerhalb des dil. Rheingletschers. Eclog. Vol. VIII 1904, S. 213.

⁴⁾ Die südlichen Rheingletscherzungen von St. Gallen bis Aadorf. Jahrb. St. Gall. Naturw. Ges. 1909.

⁵⁾ Die beiden Deckenschotter auf dem westl. Seerücken zwischen Untersee und Thurtal. Mitt. d. Thurg. Nat. Ges. 1910.

Thurtal und dem Untersee beobachtete und die Bildung des Töbtales als eines diluvialen randlichen Stromtales klarlegte¹⁾. In seiner „Geologie der nördlichen Teile des Kantons Zürich und der angrenzenden Landschaften“ hat J. Hug²⁾ eine ausgezeichnete Beschreibung der Endmoränengebiete des Rhein- und des Linthgletschers gegeben. Er untersuchte zunächst die beiden Deckenschotter zwischen dem Irchel und Schaffhausen, dann die Ablagerungen der Riß-Eiszeit, wobei er feststellte, „daß der Hochterrassenschotter innerhalb der Grenze der letzten Vergletscherung nur ganz sporadisch auftritt“, und besonders eingehend studierte er die Abflußverhältnisse der 3. Interglazialzeit und der letzten Vergletscherung. Ferner vermochte Hug in den Tälern des Rheins, der Thur und der Glatt mehrere Fälle von epigenetischer Talbildung zu beobachten und nachzuweisen, daß der Rheinfluss seine Entstehung eiszeitlichen Flußverlegungen verdankt. Auf Blatt 34 der geolog. Karte wurden gut ausgebildete Drumlinlandschaften bei Andelfingen dargestellt.

Eine prächtige Drumlinlandschaft im Gebiet des Linthgletschers zwischen Greifensee und Pfäffikersee ist von Hermine W. Bodenburg-Hellmund untersucht und in einer schönen Karte im Maßstab 1 : 25 000 dargestellt worden³⁾.

b. Das durch F. Mühlberg vor mehr als vierzig Jahren beschriebene und jüngst teilweise neu und sorgfältig kartierte Endmoränengebiet des Reußgletschers hat durch Oskar Frey neuerdings eine übersichtliche Darstellung erfahren; besonders eingehend hat O. Frey hier die Wirkungen der diluvialen Gletscher auf die Oberflächengestalt studiert und dargelegt, daß die Grundlinien des Talsystems präglazial und fluviatiler Entstehung sind, daß jedoch die Einzelzüge des vom diluvialen Reußgletscher bedeckten Areals, die breiten, wannenförmigen „Eisstromtäler“ sowie der Zugersee usw. wesentlich durch Gletschererosion geprägt wurden⁴⁾.

c. In den ehemals von Aare- und Rhonegletscher bedeckten Gebieten, die vor zwanzig und mehr Jahren von A. Baltzer⁵⁾ und V. Gilliéron⁶⁾ meisterhaft geschildert worden sind, hat eine ganze Reihe jüngerer Geologen und Morphologen neue Beobachtungen gesammelt. Die Probleme, die hierbei auftauchten, sind: Verfolgung der präglazialen Landoberfläche, Entwicklung

¹⁾ Eclog. 1907, S. 388.

²⁾ Beiträge z. Geol. K. d. Schweiz. Neue Folge, 15. Lief. Mit 1 Übersichtskarte in 1 : 250 000. Dazu 3 Spezialkarten in 1 : 25 000. Bern 1907.

³⁾ Die Drumlin-Landschaft zwischen Pfäffiker- und Greifensee. Hierzu 1 geol. Karte 1 : 25 000. Vierteljahrsh. Nat. Ges. Zürich. Jahrg. 54. 1909.

⁴⁾ Talbildung und glaz. Ablagerungen usw. S. 448—509.

⁵⁾ Beitr. Lief. XXX, 1896.

⁶⁾ Beitr. Lief. XVIII, 1885.

der Rhein-Rhone-Wasserscheide, Entstehung der wannenförmigen Längstäler, der Gegensatz zwischen breiten, verschütteten und jugendlichen, schmalen Quertälern, Untersuchung und Deutung interglazial gestellter Schotter usw.

Ed. Brückner¹⁾ hat die präglaziale Rumpffläche des Mittellandes auch in der Westschweiz bis zum Genfersee verfolgt; er findet ihre Höhe westlich der Aare bei Bern in 820—900 m und ordnet ihr bei Lausanne die mehr als 50 km² umfassende, plateauförmige Erhebung des Mt. Jorat (siehe Kärtchen Abbild. 60) zu; dagegen erhebt sich der aus widerstandsfähigeren Nagelfluhmassen aufgebaute, 1212 m hohe Mt. Gibloux beträchtlich über die eingeebnete Landoberfläche. Das Hügelland zwischen Gibloux und Broye besteht nach J. Früh²⁾ „aus eleganten und relativ steilen Sandstein- und Nagelfluhrippen, welche aus einem durch Einebnung entstandenen Plateau der gehobenen subalpinen Molasse herauspräpariert, von den diluvialen Gletschern bearbeitet und mehr oder weniger auffällig mit Moränen bedeckt worden sind. Es ist eine deutliche, einer Peneplain entsprechende Kammlandschaft“.

Über die Frage der Entwicklung der Rhein-Rhone-Wasserscheide sei auf den Jahrgang 1909 dieser Zeitschrift verwiesen, in welchem sich L. v. Sawicki und Ed. Brückner äußern; während nach L. v. S. die Rhone in der Präglazialzeit dem Rhein zugeflossen sei, ist E. B. der Ansicht, daß „die kontinentale Wasserscheide zwischen Rhein und Rhone in der Präglazialzeit die gleiche Lage wie heute besaß“. Auf Grund eingehender Untersuchungen hat sich jüngst E. Bärtschi³⁾ der Auffassung L. v. Sawickis angeschlossen.

Bedeutend klarer sind die präglazialen Abflußverhältnisse im Freiburgischen Molasseplateau zu überblicken. Gilliéron erkannte, daß die Saane und die Sense ehemals in breiten Tälern flossen, die vom Alpenrand in nordwestlicher Richtung verlaufen, während die beiden Flüsse heute bekanntlich in tiefen, engen Schluchten gegen Nordnordost strömen⁴⁾. Wir haben es hier mit Folgeflüssen zu tun, die ursprünglich der stärkeren, nordwestlichen Abdachung des Plateaus folgten und zahlreiche insequente und einige subsequente Seitenflüsse aufnahmen, wie dies teilweise noch heute der Fall ist. Wie schon Gilliéron erkannt hat, sind die beiden Hauptflüsse durch den vordringenden Rhonegletscher aus ihrer ursprünglichen Richtung

¹⁾ Alp. i. Eisz. S. 472.

²⁾ J. Früh und C. Schröter, Die Moore der Schweiz. Preisschrift. Bern 1904, S. 692.

³⁾ Das westschweizerische Mittelland. Versuch einer morphologischen Darstellung. N. Denkschr. Bd. XLVII, Abh. 2. Zürich 1913, S. 277.

⁴⁾ Beitr. 18. Lief. 1885, S. 482—485.

abgelenkt und zu neuem Einschneiden veranlaßt worden; O. Frey¹⁾ und E. Bärtschi²⁾ bestätigen diese Auffassung und führen ferner aus, wie die in der Bewegungsrichtung des Eises liegenden Täler der Broye und der Thièle, sowie viele kleinere Seitentäler des Plateaus vom Gletscher zu breiten Mulden ausgeschliffen und ausgeschürft, während die breiten, alten Quertäler mit mächtigen Moränenmassen verbaut wurden. Die Folge dieser vielfachen Umgestaltung des Reliefs war, daß auch zahlreiche kleinere Flüsse in ihrem Laufe abgelenkt wurden, so daß verwickelte Flußsysteme entstanden. G. Michel³⁾ hat den Versuch gemacht, diese Verhältnisse zu entwirren; seine wenig überzeugenden Ausführungen sind von der Darstellung E. Bärtschis in vieler Hinsicht berichtigt worden. In seiner schönen und sehr fleißigen Arbeit, in der eine zusammenfassende und kritische Darstellung der gesamten geologischen und morphologischen Literatur des Gebietes gegeben wird, hat E. Bärtschi auch eine große Verbreitung von Drumlins nachgewiesen⁴⁾. Das Endmoränengebiet des Rhonegletschers ist vom Referenten⁵⁾ beschrieben worden; die von E. Brückner als verwaschene Würmmoränen angesprochenen Ablagerungen erweisen sich teils als frische Würm-, teils als Reißmoränen; diese Unterscheidung ist jüngst von P. Niggli bestätigt worden (Erl. No. 12). Im Liegenden der Reißmoränen sowie unter den Würm-Endmoränen treten ausgedehnte Schotter auf, die vom Referenten als fluvioglaziale, von B. Aeberhardt⁶⁾ dagegen als interglaziale Flußablagerungen aufgefaßt werden. Solche Schotter kommen ferner in verschiedenen Höhenlagen auf dem Plateau westlich und nördlich Bern vor, und F. Nußbaum glaubt, teils jüngeren Deckenschotter, teils Hochterrasse des Aaregletschers erkennen zu können⁷⁾. Die letztere läßt sich auch unter den Würmmoränen des Aaregletschers hindurch bis zum Thunersee verfolgen; aus ihrer Verbreitung ergibt sich, daß vor der Würmvergletscherung eine sehr starke Verschüttung des Aaretales stattgefunden hat; der Würmgletscher und die postglaziale Erosion waren nicht imstande, diese

¹⁾ Talbildung und glaz. Ablag. S. 473—478.

²⁾ l. c. p. 245—258.

³⁾ Les Coudes de Captures du pays Fribourgeois. Mém. Soc. Frib. sc. nat. Vol. III 1909.

⁴⁾ l. c. p. 293.

⁵⁾ Das Endmoränengebiet des Rhonegletschers von Wangen a. A. Mitt. Nat. Ges. Bern 1910, S. 1—168.

⁶⁾ Contribution à l'étude du système glaciaire alpin. Mitt. Nat. Ges. Bern 1907, p. 256. — Note préliminaire sur les terrasses d'alluvions de la Suisse occidentale. Eclog. 1908. — Sur l'âge de la basse terrasse. Verh. Schweiz. Nat. Ges. 1910. — L'ancien glacier de l'Aar et ses relations avec celui du Rhône. Eclog. Vol. XI 1912, p. 752.

⁷⁾ F. Nußbaum und B. Aeberhardt; Bericht über die Exkursionen in die diluv. Schottergebiete der Aare und der Emme. Eclog. Vol. XI 1912, S. 794.

Ablagerungen vollständig auszuräumen. Die auffallenden Übertiefungserscheinungen des Aaretals oberhalb Bern nötigen uns daher zur Annahme langandauernder früherer Vergletscherungen¹⁾. — Referent hat ferner eine knappe Übersicht des Formenschatzes des gesamten Gebietes gegeben²⁾, während E. Biermann³⁾ eine geographische Beschreibung des Jorat lieferte und C. Calciati⁴⁾ die Mäander der Saane bei Freiburg topographisch in 1 : 10 000 aufnahm und beschrieb.

C. Alpen.

1. In den verflossenen fünfzehn Jahren sind unter den Beiträgen zur Geologischen Karte der Schweiz zahlreiche neue Abhandlungen über verschiedene Teile der Schweizer Alpen erschienen; allein sie beschäftigen sich, was bei den gegenwärtigen Strömungen in der Alpengeologie leicht zu verstehen ist⁵⁾, ausschließlich mit den tektonischen Verhältnissen der Untersuchungsgebiete, und nur in ganz untergeordnetem Maße wird auf die Oberflächengestaltung, speziell auf die Talbildung, Bezug genommen. Meistens wird die Richtung der Täler in Verbindung mit der Struktur gebracht; ausführlicher werden die glazialen und postglazialen Schuttbildungen besprochen.

a. Über die Geologie des Reußgebietes liegen mehrere Arbeiten vor, in denen sich Bemerkungen über Talbildung vorfinden. So sagt W. Staub⁶⁾: Von Amsteg bis zum Urnersee folgt das Reußtal der allgemeinen Abdachung der Alpen nach Norden als typisches Quertal mit konsequenter Richtung. An den Abhängen dieses Tales lassen sich 3—4 Terrassen verfolgen. Von der rechten Seite münden zwei Seitentäler ins Reußtal, das Maderanertal und das Schächental. Beide Täler folgen vorherrschend dem Streichen der Schichten: es sind subsequeute Täler. Die Lage dieser Längstäler wurde durch die südlichen Malmkalkränder der Decken bestimmt. Staub beobachtete ferner in seinem Untersuchungsgebiet glaziale Talformen, wie Trogtäler mit Trogschluß und Kare. Auch der Längstalzug Pragelpaß—Muota-Tal soll nach W. Hauswirth⁷⁾ durch den Südrand einer nach Norden geglittenen

1) F. Nußbaum, Die Täler der Schweizer Alpen. *Wiss. Mitt. Schw. Alp. Mus.* 1910, S. 78.

2) Die Landschaften des bernischen Mittellandes. *Mitt. Nat. Ges. Bern* 1912.

3) *Bull. Soc. Géogr. Neuchâtel* T. XX 1909—10.

4) *Les Méandres de la Sarine. Mém. Soc. Frib. Sc. nat.* Vol. VII 1909.

5) Vergl. A. Penck, Die Entstehung der Alpen; diese Zeitschr. 1908.

6) Gebirgsbau und Talbildung im Maderanertal und Schächental. *Eclog.* Vol. XII 1912, S. 148. Geologische Beschreibung der Gebirge zwischen Schächental und Maderanertal. *Beiträge*, 62. Lief. 1911.

7) Geologie d. Gebirge südl. vom Muotatal. *Eclog.* Vol. XII 1913, S. 561.

Decke bedingt sein. P. Arbenz¹⁾ bezeichnet das Reußtal als ein reines Erosionstal, bei dessen Entstehung keine tektonischen Vorgänge mitgewirkt hatten; es ist ein Quertal, und die Seitentäler sind isoklinale Längstäler oder „subsequente Deckenrandtäler.“

P. van der Ploeg²⁾ beschreibt in der Schloßberg-Spannortgruppe mehrere Kare, die der Referent in seiner Karliste aufgeführt hatte³⁾.

b. Chr. Tarnuzzer⁴⁾ beschreibt die eiszeitlichen und jüngeren Schuttbildungen, Rundbuckel und zahlreiche kleine Seen des Unterengadins. Er beobachtete an den Talhängen mehrere Terrassen und bezeichnet das Unterengadin als „primäres Erosionstal“, dessen Richtung und Form vielfach durch die Struktur bedingt sei. Die beschriebenen kleinen Seen sind ihrer Entstehung nach teils Stauseen, teils Dolinenseen und teils glaziale Erosionsseen. Paul Beck⁵⁾ und Ed. Gerber⁶⁾ haben die Gebirge nördlich des Thunersees untersucht, und ersterer hat in den gegen das Tal absinkenden Schollen Beweise für die tektonische Entstehung des Sees zu erkennen geglaubt. Am Ostende des Säntisgebirges hat Blumer ähnliche Erscheinungen beobachtet. Eine genaue morphologische Beschreibung des Säntisgebirges hat Alb. Heim geliefert; die Oberflächenformen sind hauptsächlich durch die Struktur bedingt. Ferner sind das Saanegebiet⁷⁾ und das Tessingebiet⁸⁾ morphologisch untersucht worden; die Sandformen des Tessingebietes haben durch H. Lautensach eine meisterhafte Beschreibung und Deutung erfahren. Referent hat die Tal- und Bergformen des Vispgebietes⁹⁾ beschrieben.

2. Zu der Frage nach dem präglazialen Aussehen der Alpen haben H. Heß¹⁰⁾, F. Nußbaum¹¹⁾, H. Lautensach¹²⁾, E. de Martonne¹³⁾ und

1) Geolog. Untersuchung des Frohnalpstockes. Beitr., Lief. 48, 1905, und Der Gebirgsbau d. Zentralschweiz. Verh. Schw. Nat. Ges. 1912.

2) Geologische Beschreibung der Schloßberg-Spannortgruppe. Eclog. Vol. XII 1912, S. 194.

3) Die Täler der Schweizer Alpen, S. 40 und 41.

4) Geologie des Unterengadins. Beitr., 53. Lief. 1909, S. 77.

5) Geologie der Gebirge nördlich von Interlaken. Beitr., 59. Lief. 1911, S. 89.

6) Die Standfluh, ein wurzelloses Schollengebirge. Eclog. Vol. XI 1910.

7) F. Nußbaum, Die eiszeitliche Vergletscherung des Saanegebietes. Jahrb. Geog. Ges. Bern 1907.

8) H. Lautensach, Die Übertiefung des Tessingebietes. Pencks Geogr. Abhandl. Berlin 1911.

9) Jahrb. des Schweiz. Alpenklub 1911.

10) Alte Talböden im Rhonegebiet. Z. f. Gletscherk. 1908, S. 321.

11) Die Täler d. Schweizer Alpen. (vergl. Referat diese Zeitschr. 1912, S. 540.)

12) Die Übertiefung d. Tessingeb.

13) L'érosion glaciaire et la formation des Vallées Alpines. Ann. de Géog. t. XIX 1910, et XX 1911.

H. von Staff¹⁾ Beiträge geliefert (vergl. Referat von H. Lautensach in dieser Zeitschrift 1913). Die meisten der hier angeführten Verfasser sowie J. Früh²⁾ haben sich auch über die Bildung der alpinen Täler ausgesprochen und im allgemeinen der Glazialerosion eine bedeutende Rolle zuerkannt, ohne aber zu übersehen, daß der fluviatilen Erosion hierbei die Hauptwirkung zufällt; so schätzt Referent im Aaretal den Betrag der präglazialen Talvertiefung allein auf ungefähr $\frac{2}{3}$ und den der glazialen Übertiefung auf $\frac{1}{3}$ der gesamten Taleintiefung³⁾. Die an den Gehängen der Alpentäler auftretenden Terrassen sind von Brückner und Lautensach als Reste präglazialer und interglazialer Talböden angesprochen worden. H. Heß hält sie dagegen für Reste von drei ineinander geschachtelten eiszeitlichen Taltrögen. F. Nußbaum unterscheidet zwischen Denudationsterrassen, Karterrassen und mit J. Früh⁴⁾ Terrassen, die durch seitlich einmündende Gletscher am Gehänge des Haupttales ausgeschliffen wurden.

In einer 135 Seiten starken Abhandlung sucht E. Romer⁵⁾ die Theorie von der Übertiefung der Alpentäler durch Glazialerosion zu widerlegen: Er bringt die eigentümlichen Talformen in Zusammenhang mit vier Hebungsperioden, die er im Rhonetal konstatiert haben will.

Einen mit Kartenbeilagen reich ausgestatteten Beitrag zur Kenntnis der Karformen lieferten M. Lugeon und Elisabeth Jérémine⁶⁾; sie haben auf Grund von Kartenstudien 258 hochgelegene Beckenformen beschrieben; 38% derselben sind glazialer Entstehung, die andern, die sich meist im Kalkgebirge befinden, werden als Dolinen und Poljen bezeichnet. A. Delebecque⁷⁾ beschreibt die Seen des Gotthardmassivs und des Oberengadins; die meisten derselben sind glazialen Ursprungs; drei aber, der Ritom, der Cadagno- und der Tomsee, verdanken ihre Entstehung den durch Auslaugung von Gipsschichten erfolgten Einstürzen.

3. Der Streit über die Entstehung der alpinen Randseen ist neuerdings heftig entbrannt. Wohl haben sich J. Früh, Roman Frei und Oskar Frey bemüht, neue Beweise zugunsten der Theorie von der glazialen

¹⁾ Zur Morphologie der Präglaziallandschaft in den Westschweizer Alpen. Z. d. Deutsch. Geol. Ges. Bd. 64, 1912. Abh. 1.

²⁾ Form und Größe der glazialen Erosion. Verh. Schw. Nat. Ges. 1906.

³⁾ Die Täler der Schweizer Alpen, S. 61.

⁴⁾ Form und Größe der glaz. Erosion, S. 18.

⁵⁾ Mouvements épeirogéniques dans le haut bassin du Rhône et Evolution du paysage glaciaire. Bull. Soc. vaud. Sc. nat. Vol. XLVII 1911.

⁶⁾ Les bassins fermés des Alpes suisses. Bull. des Lab. de Géol., Géog., Min., et Pal. de l'Univ. Lausanne, No. 17, 1911. Auffallend spärlich sind die Literaturnachweise; die Verfasser scheinen u. a. die über den bearbeiteten Gegenstand ausführlich handelnde Untersuchung des Referenten über das Saanegebiet von 1907 nicht zu kennen.

⁷⁾ C. R. des Séances de l'Acad. Sc. Paris. 1903 und 1904.

Entstehung dieser Seen zu liefern; so hat R. Frei die Schotter im Lorze-Sihlgebiet genau untersucht und sie als Hochterrasse erkannt¹⁾, und ferner hat O. Frey überzeugende Gründe für die durch Glazialerosion bewirkte Bildung von Zuger- und Vierwaldstättersee angeführt²⁾. Die Gegner treten immer wieder mit den alten Argumenten, die man als widerlegt glaubte, hervor. So deuten neuerdings E. Gogarten³⁾ und Alb. Heim⁴⁾ die von Brückner und R. Frei als Rißschotter erkannte Bildung zwischen Sihl und Lorze als jüngeren Deckenschotter, der durch Einsinken des Alpengebietes und dessen Randzonen in tiefe Lage gebracht worden sei, und die Entstehung des Zürichsees sei auf dieses Einsinken zurückzuführen. Gogarten findet im Linthtal Terrassenstücke von 17 älteren Talböden! Aus den Längsprofilen ergibt sich mit aller Deutlichkeit, daß rückläufige Terrassen nur dort auftreten, wo die Molasseschichten stark alpeneinwärts fallen, nämlich auf den Strecken Männedorf—Stäfa und Horgen—Wädenswil; die rückläufigen Terrassen erscheinen dort in Form von untergeordneten Knickungen in dem Gesamtverlauf der Talbodensysteme, welche letztere im übrigen vom Quellgebiet der Linth bis nach Zürich ein einheitliches Gefälle aufweisen; in dieser Darstellung bilden sie einen guten Beweis gegen das Einsinken des Alpenkörpers, denn sonst müßten die älteren, dislozierten Talböden ein geringeres Gefälle aufweisen als die jüngeren, nicht dislozierten, was nach der Darstellung von Gogarten eben nicht der Fall ist! Der See müßte zudem nicht weiter als bis nach Männedorf hinab und nach Rapperswil hinauf gereicht haben. Das heutige Seebecken ist jedoch in die älteren Talböden eingeschnitten, was sich nur durch Glazialerosion erklären läßt. Weil am Ufer des Sempachersees mit 10° S. einfallende Molasse beobachtet wurde, wird dieser See von Gogarten als Dislokationssee bezeichnet; das Tal und das Becken sind jedoch viel jünger als die Molassestörung: dieselben schiefen Schichten werden von der präglazialen Landoberfläche geschnitten!

4. Über jung- und postglaziale Schuttbildungen und Erosionsformen sind folgende Arbeiten erschienen:

Walter Staub⁵⁾ hat die Tomalandschaften im Rheintal beschrieben und eine Tomalandschaft als eine Landschaft definiert, „in welcher aus einem ebenen Talboden durch fluviatile Lostrennung isolierte (kegelförmige)

¹⁾ Monog. d. schw. Deckensch., S. 31—62 mit Spezialkarten und Profilen.

²⁾ Talbildung und glaz. Ablag., S. 509.

³⁾ Über alpine Randseen und Erosionsterrassen im besonderen des Linthtales. Diss. Gotha, Justus Perthes, 1910.

⁴⁾ Über den rückläuf. Deckenschotter. Eclog. Vol. XII 1913, S. 682.

⁵⁾ Die Tomalandschaften im Rheintal von Reichenau bis Chur. Jahrb. Geog. Ges. Bern, Bd. XXII 1910.