

Abb. 9

als 5-Schritt-Karten, 10-Schritt-Karten oder 40-Schritt-Karten bezeichnen.

Es läßt sich sogar sagen, daß *Pfinzing* die 5-Schritt-Karten und 10-Schritt-Karten zu Fuß aufnahm, die 40- und 80-Schritt-Karten jedoch mit dem Pferd abritt. Als Vermessungspferd konnte *Pfinzing* allerdings nicht jeden Gaul gebrauchen; er mußte vielmehr genau die doppelte Schritt-

länge *Pfinzings* haben und ein ruhiges Betragen an den Tag legen. Darüber hat *Pfinzing* sehr hübsch in seinem Buch berichtet.

Nun passen aber die Karten des Gesamtterritoriums nicht in die angeführte Maßstabreihe, denn sie haben die Maßstäbe 1:69 120 und 1:138 240. Dies ist aber nicht verwunderlich, denn der Umfang des vermessenen Gebietes war so groß, daß *Pfinzing* die Vermessung im Wagen vornahm und dabei die Entfernungen nach den Umdrehungen des Wagenrades errechnete. *Pfinzing* berichtet, daß der Umfang des von ihm verwandten Wagenrades genau 18 Schuh, das sind 9 Schritt betrug. Daraus ergaben sich nun von selbst die oben angeführten Maßstäbe. Sollte sich jemand für weitere kartographische Einzelheiten *Pfinzings* interessieren, dann sei er auf eine Monographie hingewiesen, die in diesen Tagen erscheint⁴⁾.

⁴⁾ *E. Gagel* unter Mitarbeit von *F. Schnellbögl*: *Pfinzing*, der Kartograph der Reichsstadt Nürnberg. Mit 5 farbigen Karten und etwa 20 Tafeln, Preis 21.— DM. Verlag: Altnürnberger Landschaft. Druck: Gg. Pfeiffer, Hersbruck, 1957.

BERICHTE UND KLEINE MITTEILUNGEN

PLIOZANE VEREBNUNGEN UND FLUSS-LÄUFE IN DEN SCHWEIZERISCHEN ZENTRALALPEN¹⁾

Walter Staub

Mit 3 Abbildungen

Pliocene planation surfaces and river courses in the Swiss Central Alps

Summary: The Grimsel-St. Gotthard area of the Swiss Alps is for a number of reasons particularly rewarding for geomorphological studies: the strata mostly dip steeply or are even vertical; terraces and levels which cut across the strata can therefore be interpreted as valley floor remains of the time of valley deepening. Furthermore the central Alps are a part of the Swiss Alps which was uplifted very early. The recognizable denudation features thus lead back to the period after the last, pronounced phase of folding before the Pontien. The peneplain of the Pontic period is very likely represented by the Gipfelflur (peak level). The valleys of the Tessin area exhibit step formation both longitudinally and transversally; according to *H. Lautensach* three stages in the deepening of the rivers can be proved: the lowest level (1,100 m.) is called the Sobrio-level, a medium (2,000—1,800 m.) the Bedretto-level, and a high (2,100—2,000 m.) the Pettaneato-level. The Bedretto level in particular forms an almost uninterrupted sequence of terraces with summer pastures above the limit of forest. At Airolo these terraces turn southward with the Tessin valley. Consequently the Tessin river must at the time of their formation already

have penetrated from the south into the Alpine range. There are, however, remains of valleys at even higher altitudes. The river of the Val Bedretta for instance flowed at first via the Val Piora, Val Campo and Val Luzzzone towards the Greina following the zone of the Mesozoic Bündens-shales. The Greina itself flowed in a high valley of 5½ Km. length, decreasing in altitude towards the North East from 2,350—2,194 m. At an altitude of 2,200 m. are also situated the remains of terraces which, beginning at the Furka Pass, extend on both sides of the Urseren valley and via the Oberalp Pass to the valley of the Vorderrhein. At this level of ± 2,200 m. — if the lowering effect of the Pleistocene glaciation is taken into account — lie several important passes, such as the Grimsel (2,164 m.), the St. Gotthard (2,100 m.) and the Oberalp Pass (2,044 m.). The most remarkable phenomena of this earliest valley formation are its width of 3—5 Km., the small gradient, and the fact that it continues into the tributary valleys at the same level. The ruggedness of the relief must have been very small at the time. The time of origin the author considers to have been the quiet period of the Plaisancien when, at the southern edge of the Alps, the Adriatic sea still penetrated into bays of the mountains. Together with the uplift during the following Astien (Upper Pliocene) commenced the deepening of the side valleys, a process which continued until the close of the great interglacial period. Another result of this investigation is that it was possible to establish a connexion between a cross-fold and the origin of the col on the St. Gotthard, as well as the Aare valley in the Grimsel area.

Anlässlich geologischer Untersuchungen im Mittel-Wallis stieß ich 1925 hoch über dem Städtchen Visp nahe der Waldgrenze auf eine große Verebnung, welche mehrere Alpweiden trägt. Dieser mit Rundhöckern bedeckte Moos-Alp-Boden zwischen

¹⁾ Zur Deckung der Reiseauslagen wurde dem Verfasser von der Dr.-Karl-Bretscher-Stiftung in Bern eine Unterstützung zuteil, was auch hier wärmstens verdankt sei.

2000 und 2125 m Meereshöhe bildet eine ausladende Eckflur von $1\frac{1}{2}$ auf 2 km Länge und Breite und biegt ebensohlig vom Rhonetal ins untere Visper Tal ein, wobei die Verebnung die Gneis-Lagen kappt. Diese Verebnung findet auf der rechten Talseite des Visper Tales in dem abgestumpften Felsgrat mit dem Gebidem-See (2192 m) ihr Gegenstück und läßt sich in Erosionsresten bis in den Hintergrund der Visper Täler verfolgen. Zweifelsohne handelt es sich um ein Stück eines alten Talbodens, entstanden bei der Eintiefung der Visper Täler und des Rhonetales. Der Versuch, die Talbildung hier als nur eiszeitlich zu denken, ist mißglückt²⁾. Der Talboden stößt hoch über jenen Verebnungen auf das Mittelland, welche in der Ostschweiz die älteren und jüngeren Deckenschotter tragen. Die Entstehung dieses Talbodens muß daher in die Pliozänzeit fallen. Die Sohle dieses Tals war sehr breit, 5 bis 7 km, und zeigte nur ein schwaches Gefälle talauswärts. Die Talbildung in den Schweizer Alpen ist daher älter als bis dahin angenommen wurde. Da Gebirgsbildung und Abtrag in Wechselwirkung stehen, sei folgendes vorweggenommen.

Nach den starken gebirgsbildenden Bewegungen im Unteroligozän, die ein Vorrücken der Gneis- und Sedimentschubmassen von S und SE gegen N und NW brachten, setzte auch gleich ein Abtrag ein. Der Schutt ist erhalten in den Nagelfluh-Streifächern, so des Napf, Etzel, Speer und anderen. Die Schüttung stand in Verbindung mit leichten Hebungen und damit einer Neubelebung der Erosion; wohl auch mit großen Murgängen; sie war am stärksten im Unter-Aquitain (Chattien) und wieder im Miocän (Bordeaux-Stufe und Helvetien), als in das sich senkende Vorland das Meer zwischen Jura und Alpen durch das Rhonetal hinauf vordrang, bis zum Rückzug dieses Meeres im Tortonien. Nun trat eine letzte Steigerung (Paroxysmus) der gebirgsbildenden Bewegungen ein; die Walliser, Tessiner und Bündner Decken wurden gegen das Montblanc- und das Aar-Massiv gepreßt, die Massive selbst wurden gehoben und die nördlichen Kalkalpen brandeten als Decken gegen die Nagelfluh-Zentren im Alpenvorland. Einem isostatischen Gesetz folgend, drückte sich der Alpenkörper in die unter ihm liegende Sima-Schale ein. Das hatte zur Folge, daß die Relief-Energie auf ein kleinstes Maß schwand und die Abfluß-Verhältnisse sich grundlegend änderten. Am Südfuß der Alpen drang im Plaisancien (Mittel-Pliocän) das Adriatische Meer in Buchten und Fjorden ein; die gleichmäßig tonigen Ablagerungen mit zahlreichen Muschel- und Schneckenschalen deuten auf ruhige Absatzverhältnisse hin. Dem Jura-Innenrand entlang floß seit dem Unter-Pliocän (Pontien) eine Ur-Aare über das Wutachtal zur Donau hin. Von den Vogesen her ergossen sich die pontischen Vogesen-Schotter nach Süden gegen diese Abflußrinne. Im Inneren der Alpen aber entstanden große Verebnungen und wohl auch

Seen, und den weicherer mesozoischen Schichten folgend, bildeten sich jene breitsohligen, gereiften Täler, die uns heute in den von Alp-Weiden bedeckten Hochflächen und Eckfluren über der Waldgrenze erhalten sind. So zog ein 5 bis 7 km breites Tal entlang der tektonischen Rhone-Vorderrhein-Narbe über Furka und Oberalp zum Vorderrhein nach Osten. Ein weiteres Tal zeichnet sich ab über dem heutigen Bedretto-Tal. Es setzt sich fort über das Val Piora, das Val Campo zur Greina. Jetzt erst, mit der Hebung des Alpenkörpers im späteren Abschnitt des Pliocäns (Asti-Stufe) bis zur Großen Zwischen-Eiszeit, konnte, in einzelnen Intervallen, die Eintiefung der Quertäler nach Norden wie nach Süden hin erfolgen. Dabei zeigte sich bald, daß dank des stärkeren Gefälles die südalpinen Flüsse die Wasserscheide von Süden nach Norden verlagerten. Der Alpenkörper muß zunächst eine unförmliche Masse dargestellt haben, nur mehrere hundert Meter über dem Meeresspiegel. Durch Hebungen und durch das Einschneiden des Tessin und seines Nebenflusses im Blenio-Tal wurde das Gebirgsstück mit dem Val Piora und dem Lukmanier zum Gebirgsstorso, dessen Oberfläche uns älteste Stücke einer früheren Entwässerung erhalten hat. Zur näheren Erläuterung des Gesagten seien spezielle Untersuchungen in den Zentralalpen herangezogen. Hier besitzt das Grimsel-Gotthard-Gebiet eine Schlüsselstellung zur Lösung von Fragen der Talbildung, ist doch dieser zentralste zugleich der frühest gehobene Teil der Schweizer Alpen. Die Gesteinsfolgen stehen durch ihre Fächerstellung vorwiegend senkrecht. Die hochgelegenen Verebnungen und Terrassenstücke an den Gehängen über der heutigen Talsohle kappen die Schichten. Sie können daher überwiegend als Reste einstiger, später gehobener Talböden gedeutet werden. Dies gilt besonders für die hochgelegenen Schultern über der Waldgrenze. Durch Verwitterung entstandene Schicht-Terrassen sind hier selten. Sowohl im Längs- wie im Querprofil zeigen die Täler eine ausgesprochene Stufung. Die Altersbestimmung der Stufen mußte zunächst hintangestellt werden. Für das Tessiner Gebiet unterschied *Hermann Lautensach*³⁾ jedoch schon 1910 drei Haupt-Eintiefungsfolgen; das höchst gelegene und älteste Niveau wurde nach der Alp über dem Monte Piottino im Tessin-Tal als *Pettanetto-Niveau* bezeichnet; das zweite als *Bedretto-* und das dritte, unterste, nach der *Sobrio-Terrasse* (1100 m ü. M.) über Giornico im Tessin-Tal als *Sobrio-Niveau*. Das *Bedretto-Niveau* bildet im Val Bedretto auf beiden Talseiten in 1800 bis 2000 m eine fast ununterbrochene Folge von Alpweiden. Terrassenstücke dieses Niveaus biegen bei Airolo mit dem Tessintal nach Süden. In diesem Zeitabschnitt war also der Tessin bereits in den Nordteil der Tessiner Alpen eingefallen und entwässerte das Gebiet nach Süden. Das gleiche gilt für die etwas höher gelegenen Terrassen des *Pettanetto-Niveaus*. Aber es sind noch höhere alte Talstücke erhalten. Sie liegen in Höhen zwischen 2120 und 2370 m ü. M. Das Wasser des Val Piora floß

²⁾ *F. Machatschek* und *W. Staub*, Morphologische Untersuchungen im Wallis. *Eclogae geol. Helv.* XX, 1927.

F. Machatschek, Zur Morphologie der Schweizeralpen. Festschrift der Ges. für Erdkunde zu Berlin, 1928.

F. Machatschek, Talstudien in der Innenschweiz und Graubünden. Mitt. der Geograph.-Ethnographischen Gesellschaft Zürich, Bd. XXVII, 1927/1928.

³⁾ *Hermann Lautensach*, Glazialmorphologische Studien im Tessingebiet. Diss. Berlin 1910.

Hans Annenheim, Die Landschaftsformen des Luganerseegebietes. Diss. Basel 1935.

damals nach Osten, zunächst zu beiden Seiten des Pizo Corumbe über den Passo Corumbe (2370 m) und über den Passo Sole (2376 m). Wahrscheinlich floß es weiter durch das Val Campo (über Acquacalda) in der Richtung von Campo und durch das Luzzonetal der Greina (2357 m) zu, und von hier durch das Somvix nach dem Vorderrhein. Der Paß Diesrut (2428 m) liegt für einen Zufluß nach dem Lugnetz zu hoch. Die Plaun la Greina aber senkt sich vom Paß (2357 m) bis zum Quer-Durchbruch nach dem Val Sumvitg (2194 m) fast gleichmäßig nach Ost und Nordost. Dieses Hochtal ist so markant, daß wir das Niveau dieser frühen Epoche wohl als *Greina-Niveau* bezeichnen dürfen. Die Wasserscheide zog sich damals vom Rheinwaldhorn (vielleicht mit Ausbuchtung über die Toira) zum Sosto und Grat des P. Molare hinüber, in Verlängerung der Monti di

bis dahin den tektonischen Vorgängen Rechnung getragen worden. Am Südrand des Gotthardmassivs sind in der Zone der Bündnerschiefer, angeschmiegt an die Stirnregionen der Tessiner-Decken, drei große nach Norden gerichtete Bogen vorhanden. Dem mittleren Bogen folgt das Bedretto-Tal bis Airolo. Ostwärts reiht sich mit der Stirn der Lukmanier-Decke jener Bogen an, welcher durch die Quer-Aufwölbung der Tessiner-Kulmination mit bedingt ist. Diese ist, außer der Tosa-Kulmination, die ausgesprochenste Quer-Falte in den Zentralalpen; ihre Achse steht senkrecht zum Aarmassiv-Streichen. Westwärts schließt sich im Nufenengebiet ein dritter Bogen an, dann folgt die Tosa-Kulmination. Wichtig sind nicht nur die Queraufwölbungen, sondern vor allem auch die Quermulden. Eine solche zieht, im Pliocän sich akzentuierend, von Airolo über den Gotthard. Die Mulden-

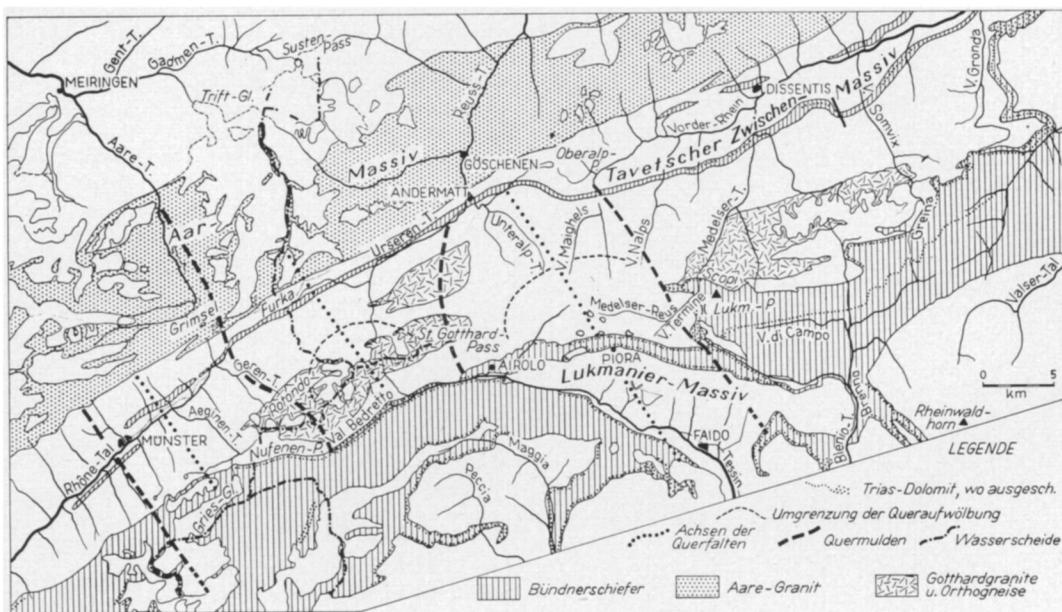


Abb. 1: Mutmaßlicher Verlauf der Queraufwölbungen und Quermulden im Grimsel-Gotthard-Lukmanier-Gebiet

Sobrio. In einem späteren Zeitabschnitt floß das Wasser aus dem Val Piora durch das Val Termine über den Passo dell' Uomo nach dem Lukmanier und dem Val Medel. Der Fluß nahm hier den Medelserrhein auf, der ins Val Termine mündet. Eine große Anzahl von Pässen liegt in diesem Niveau von 2130 bis 2370 m, so Gotthard, Grimsel, Oberalp, S. Giacomo, Passo dell' Uomo, nicht aber die Furka (2431 m) und der Nufenen-Paß (2440 m). Hier liegen alte Wasserscheiden vor. Die beiden letztgenannten Pässe bewahren Verebnungen, die heute über 2400 m liegen; wir finden Reste wieder am Maighels-Paß (2420 m) und Diesrut (2428 m) wie in zahlreichen anderen Verflachungen in Höhen zwischen 2400 und 2600 m.

Der Gebirgsbau als Wegbereiter für die Talbildung

Zu wenig ist bei der Deutung der Oberflächenformen in den zentralen Teilen der Schweizer Alpen

region zwischen Bedretto- und Nufenenbogen setzt sich fort in der Haslidepression⁴⁾, die bereits im Miocän der Aare den Weg wies. Die Queraufwölbungen drücken sich im Verlauf der Gebirgskämme aus; von ihnen fließen die Flüsse nach allen Richtungen ab (siehe Abb. 1 u. Abb. 2).

Ein ganz besonderes Interesse bietet die Grimsel. Oberaar- und Unteraargletscher zeigen eine auffallende Abfluß-Richtung nach E-NE, nach dem Grimselpaß zu, senkrecht zum Aarelauf. In ihrem Stufenbau

⁴⁾ Zahlreiche Anregungen und Beobachtungen verdanke ich Herrn Sekundarlehrer Franz Müller in Ringgenberg.

Erläuterungen zu Abb. 2

1. Terrassen des Sobrio-Niveaus; 2. des Bedretto- und des Pettanetto-Niveaus; 3. höhere Terrassen um 2'200 m (Greina-Niveau); 4. hohe Verebnungen um 2'400 m; 5. Fels über 2'600 m; 6. heutige Talböden; 7. Bergsturz
Beachte die Bachrunsen im Urserental senkrecht zum Aarmassiv-Streichen

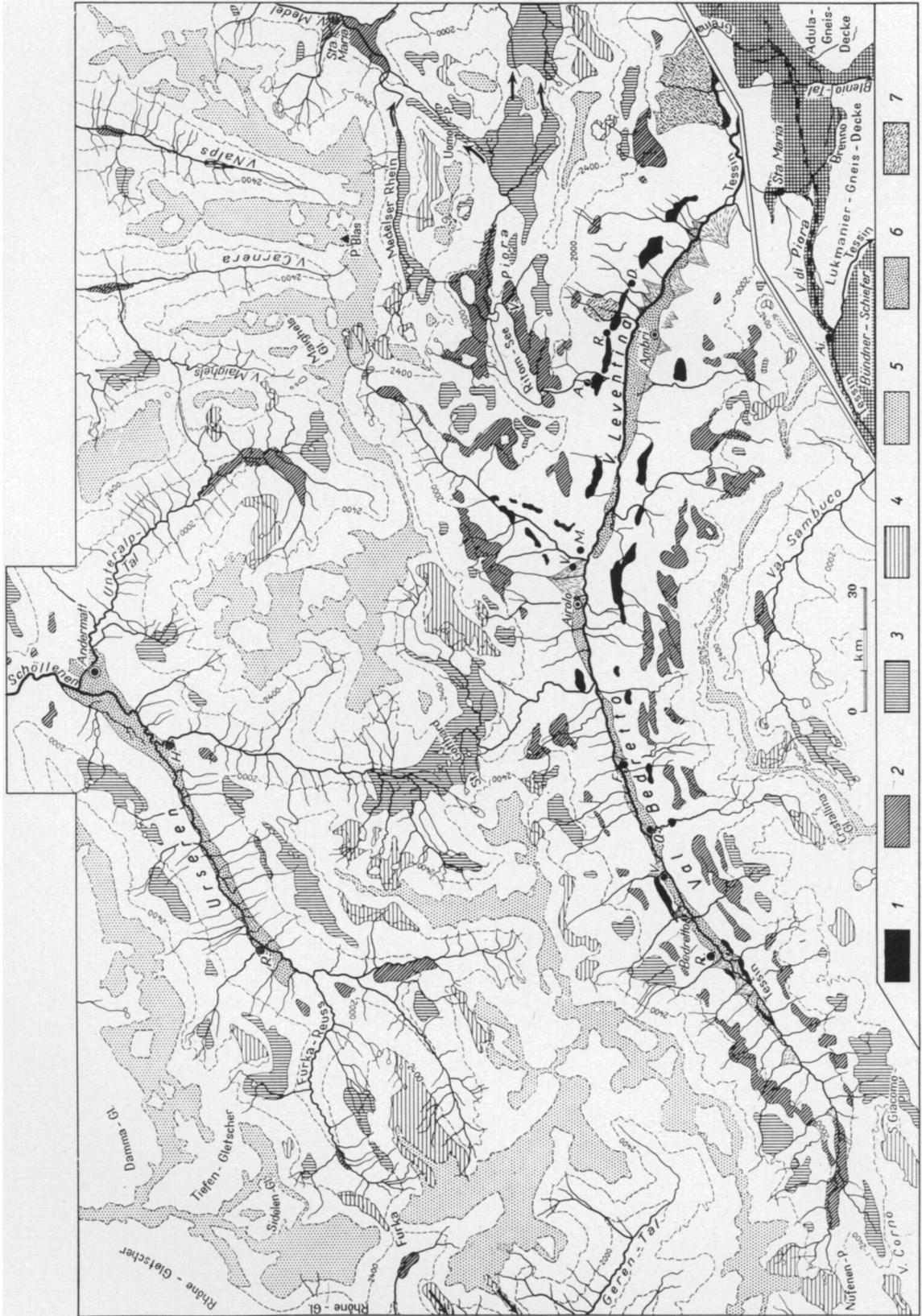


Abb. 2: Karte der Verebnungen und Terrassen im Furka-Gotthard-Lukmanier-Gebiet

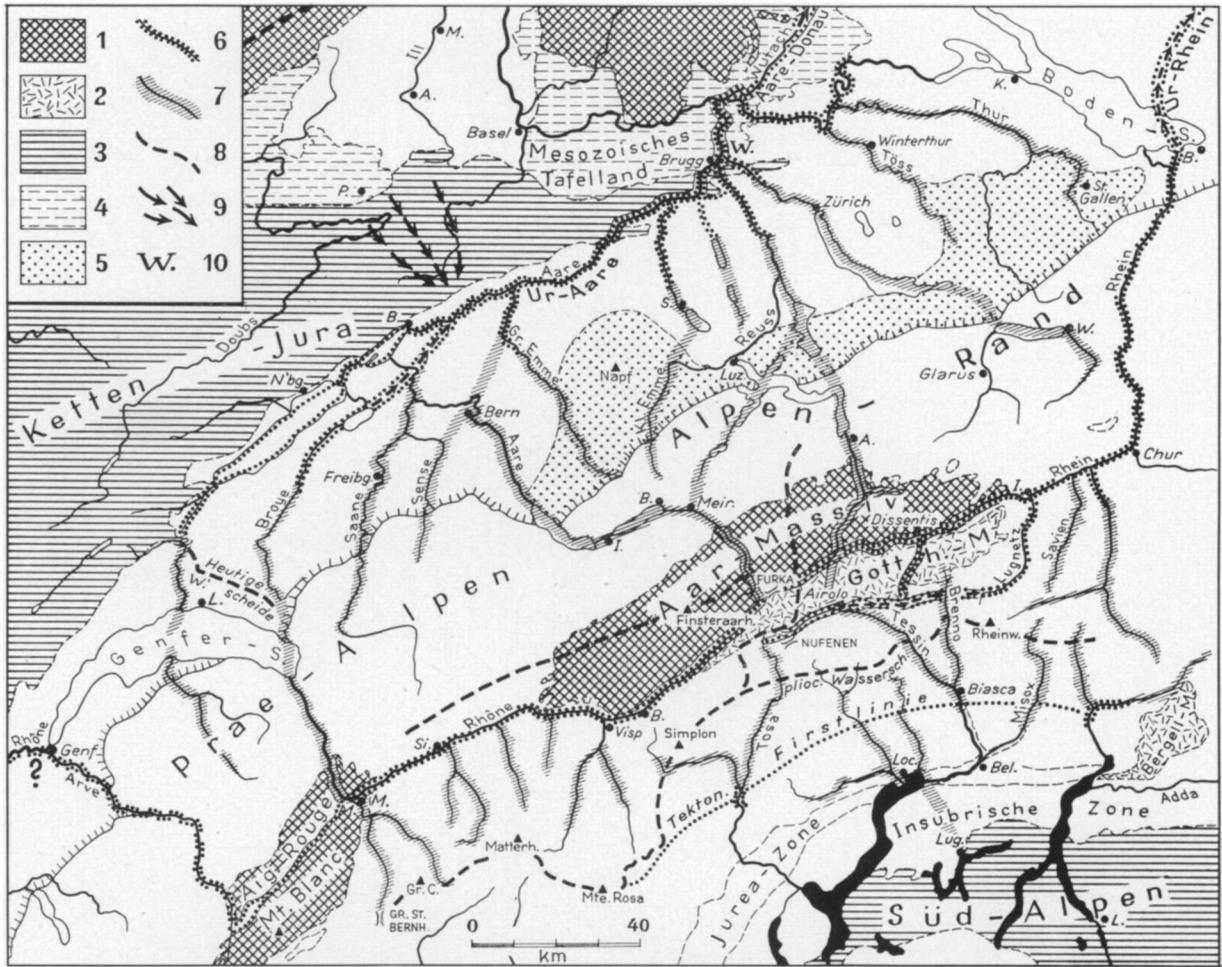


Abb. 3: Mutmaßlicher Verlauf von Rhône, Aare, Reuss und Tessin während der Pliocänzeit

1. kristalline Massive; 2. Gotthard-Massiv; 3. Ketten-Jura und Süd-Alpen; 4. mesozoisches Tafelland; 5. Nagelfluhbildungen; 6. mittelpliocäner Lauf der Ur-Aare^{*)}, der Rhône und des Rheins; 7. Quartäler, entstanden im Zeitraum von Ober-Pliocän bis und mit der Großen Eiszeit;

8. Wasserscheiden; 9. Vogesen-Schotter; 10. Wasserschlöß bei Brugg (Zusammenfluß von Limmat, Reuss und Aare)

^{*)} Otto Manz, Hohenzollernsche Jahreshefte, Bd. 1, 1936. Vgl. R. Staub und A. U. Däniker, Die Paß-Landschaft von Maloja, 1936.

schalten sich im Gletscher selbst größere Verflachungen in Höhen von ± 2400 m ein. Es handelt sich also um sehr früh angelegte Täler, die dem allgemeinen Streichen des Aar-Massivs folgten. Die Wasserscheide lag damals im Finsteraarhorngebiet. Die Verebnungen in 2400 m lassen sich über das Rhone- und Furka-Gebiet deutlich nach Osten hin verfolgen.

In dem aus mesozoischen Gesteinen aufgebauten Rücken des Bidmer, dessen Oberfläche von 2331 m zu 2500 m langsam gegen NE ansteigt, wie im Tälligrat (2496 m) sind Stücke dieser alten Verflachung erhalten. Besonders ausgedehnt finden sich Reste dieser Fläche zwischen dem Urserental und dem Val Bedretto. Wir erwähnen die Wilden Böden und die Flächen unter den Stotzigen Firsten. Südlich ist die Hochfläche von Orsino glazial zu einer wahren Seenplatte umgewandelt worden, um 2450 m. Doch die Grimsel bietet noch mehr. Blicken wir vom Grimsel-Hospiz talabwärts in der Richtung

gegen Guttannen, so erkennen wir, daß einige hochgelegene Nebentäler in einer tieferen, dem Grimsel-Paß-Niveau entsprechenden Höhe, auf uns zukommen, so das Tal des Gelmersees und gegenüber das Rindertal. Auch die hochgelegenen Kar-Nischen zu beiden Seiten des Graustockes haben eine ausgesprochene Richtung nach Süden. Wir dürfen daher wohl annehmen, daß dieser obere Teil des Aaretals der Rhone damals tributär geworden war, wodurch die Furka zur Wasserscheide wurde. Der Einfall der Aare, der Haslital-Depression folgend, machte dem Zustand ein Ende. Wahrscheinlich brach auch in jener Epoche die Reuß in der Schöllenen nach Göschenen durch. Wir finden also an der Grimsel drei verschiedenaltige Abflußrichtungen vor. Das Bedrettoniveau und, ihm entsprechend auf der Nordseite der Zentralalpen das Niveau des Lukmanier-Passes, tragen am ehesten Höhenlage und Gepräge eines präglacialen Bodens.