



Doctoral Thesis

Morphologische Untersuchungen im Rhonetal zwischen Oberwald und Martigny

Author(s):

Gerber, Eduard Karl

Publication Date:

1944

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000091433> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Morphologische Untersuchungen im Rhonetal zwischen Oberwald und Martigny

Von der

Eidgenössischen Technischen Hochschule
in Zürich

zur Erlangung der

Würde eines Doktors der Naturwissenschaften

genehmigte

Promotionsarbeit

vorgelegt von

Eduard K. Gerber
Dipl. Naturwissenschaftler E.T.H.
aus Bern

Referent: Herr Prof. Dr. H. Gutersohn

Korreferent: Herr Prof. Dr. R. Staub

1944

Buchdruckerei J. Lerchmüller-Müri, Schinznach-Dorf

Leer - Vide - Empty

Vorwort.

Wenn ich am Schluß dieser Arbeit auf den langen Weg zurückblicke, so wird mir so recht bewusst, wieviel mir von andern gegeben wurde durch Mithilfe und Rat, Anregung und Kritik, denn die Arbeit des Einzelnen ist doch nur ein Weiterbauen, oft nur ein Umordnen an längst Vorhandenem. So erfüllt mich auch ein Gefühl der Dankbarkeit gegenüber all den vielen Bekannten und Unbekannten, die mir diese Arbeit ermöglichten.

Es sind nun bald 20 Jahre, daß ich auf einer Exkursion mit Herrn Prof. MACHATSCHEK das Wallis besuchte. Mit seinem großen Wissen hat er mich in die Probleme alpiner Morphologie eingeführt. Nach meinem Schlusssdiplom gab er mir als Aufgabe das Studium der Seitentalmündungen ins Rhonetal. Bevor ich aber mit dem Gelände Fühlung nehmen konnte, wurde er nach Wien berufen. An seine Stelle wurde Prof. LEHMANN gewählt. Unter der Leitung von Prof. LEHMANN ist denn auch im wesentlichen diese Arbeit entstanden. Ihm habe ich es zu verdanken, daß ich die vielen Probleme, die auf mich einstürmten, gründlich durchdachte. Gerade, weil er meine Ansichten häufig nicht teilte, zwang er mich, dieselben mehrmals zu überprüfen. Seiner Kritik hielt nichts stand, das nicht wirklich stichfest war, auch die Berufung auf eine Autorität half nichts. Es war für mich ein harter Schlag, daß er den Abschluß dieser Arbeit nicht erlebt hat und ich ihm für all das, was er mir gegeben hat, nicht mehr danken kann. Ich werde seiner stets in Verehrung gedenken.

Den endgültigen Abschluß hat mir Herr Prof. GUTERSOHN in jeder Beziehung erleichtert. Er hat sich der Mühe mehrmaliger Durchsicht unterzogen und ich durfte ihm meine Ergebnisse im Feld vorführen. Dafür bin ich ihm sehr zu Dank verpflichtet.

Danken möchte ich endlich meiner Frau und meinem Freund Herrn HANS DIETIKER, die mir bei der Ausarbeitung mehrmals behilflich waren.

Die Bilder 1—11, die Textfiguren 2, 6, 15, 16 und 21, sowie die Aufrißdarstellung der Sektoren am Schluß der Arbeit sind unter Nr. 9376 BRB 3. 10. 1939 behördlich bewilligt.

Die Bilder 2 und 7 linke Hälfte nach Photos von Herrn Prof. Lehmann, die Bilder 3, 4, 5 nach käuflichen Ansichten. Die übrigen sind eigene Aufnahmen.

Inhaltsverzeichnis

I. Einleitung	7
1. Lage des Rhonetales	7
II. Problemstellung	8
1. Das Problem der Talbildung	8
2. Terrassenstudien im Wallis	9
3. Neue Betrachtungsart	10
4. Die analytische Methode	12
III. Geologisch-tektonischer Ueberblick	14
IV. Horizontale Gliederung des ganzen Einzugsgebietes	16
1. Die drei Abschnitte des Rhonelängstales	16
2. Die Anordnung der Einzugsgebiete der Zuflüsse zwischen Visp und Drance	19
3. Die Restfläche und die Einzugsgebiete verschiedenen Ranges	20
4. Die Entwicklung einer Restfläche	21
5. Wasserscheiden, Gipfel und Pässe	24
V. Die Umrißform der Sektoren	25
1. Der Dreieckssektor	26
2. Die Sektoren des linken Gehänges zwischen Brig und Martigny	27
3. Der Trapezoidsektor	28
4. Die Sektoren des rechten Gehänges zwischen Brig und Martigny	31
5. Die Sektoren des Talabschnittes Brig-Fiesch	37
6. Die Sektoren des Gomses	39
7. System der Sektortypen	45
VI. Die Formenwelt innerhalb der Sektoren	48
1. Erosionsrichtung und Erosionsart	49
VII. Fluviale Tal- und Sektorerosion	53
1. Fluviale Talerosion	53
2. Fluviale Sektorerosion. Die Facettierung des Dreiecks- sektors durch die Zentralrinne	59
3. Verflachungen und Talbodenreste	61
4. Einfluß der Gehängerinnen des Seitentales auf das Haupttal	64
5. Facettierung der Trapezoidsektoren	65
6. Bastionsfacetten	66
VIII. Die glaziale Mündungs- und Talerosion	67
1. Die Mündung des Turtmanntales	68
2. Folgerungen aus den Verhältnissen des Turtmanntales	70
3. Glaziale Verflachungen und alte Talböden	72
4. Vergleich mit rezenten Gletschern	73
5. Die Mündung der Rhone ins Goms	76

6. Die Mündung des Fieschertales	77
7. Die Mündungslandschaft des Aletschgletschers	79
8. Die Vispertalmündung	81
9. Die Mündungslandschaften vom Val d'Anniviers bis zum Val de Nendaz	83
10. Glaziale Talerosion	84
IX. Gebirgsbau und Kleinformen im Gehänge	85
1. Definiton der Längstäler	85
2. Verlauf der Schnittlinie einer Gesteinsbank mit der Ge- hängefläche	86
3. Sehr steil einfallende Gesteinsflächen. Das Goms	92
4. Gleichsinnig einfallende Gesteinsflächen. Das rechte Gehänge zwischen Brig und Leuk	95
5. Wechsel des Fallwinkels im gleichen Sektor. Das Gebiet der helvetischen Decken	102
a) Die Sektorgruppen 17 und 18	104
b) Gebiet steil aufstrebender Schichtplatten	108
6. Horizontal gelagerte Gesteine	110
7. Hangwärts einfallende Gesteine. Das linke Gehänge von Fiesch bis Martigny	111
X. Zusammenfassung	115

I. Einleitung.

1. Lage des Rhonetales.

Beim Betrachten einer Schweizerkarte fällt die große Längstalfucht auf, welche den Alpenkörper durchzieht. Von Chur über zwei Pässe bis auf den Forclazpaß bei Martigny erreicht sie eine Länge von 221 km, das sind zwei Drittel der großen Ost-Westerstreckung der Schweiz. Etwas mehr als die Hälfte dieser für die Völkerbewegung in den Alpen so wichtigen Längstalverbindung gehört dem Rhonetal an, nämlich 129 km. Das Mittelstück, von der Reuß entwässert, beträgt 22 km und der Abschnitt des Rheines 70 km. In den Ostalpen allerdings finden wir bedeutend längere Talzüge. So misst derjenige der Eisack-Drau über 300 km. Und doch ist unsere Längstalfucht, besonders das Rhonetal, etwas Einzigartiges. Hier im Rhonetal stehen sich die höchsten Erhebungen der Alpen gegenüber: Rechts die Drei- und Viertausender der Waadtländer- und Berneralpen, links die Vier- und Viereinhalbtausender der Walliser Alpen und der Montblancgruppe. Brig, am Nordeingang des Simplontunnels, liegt ungefähr zwischen dem Finsteraarhorn (4275 m) und der Monte Rosa (4538 m), ist aber selbst nur 675 m hoch.

Vom Genfersee her kann man nach Brig ohne wesentliche Steigung fahren, ohne daß Straße oder Bahn Schleifen beschreiben, die sonst für das Alpengebiet so typisch sind. Diese Tieflage inmitten von Berggruppen gibt vor allem auch dem Klima das Gepräge. Das sind altbekannte und charakteristische Tatsachen, die in keiner Beschreibung des Wallis fehlen.¹

Es ist bezeichnend für die Landschaft, wie sie immer und immer wieder zu den begeistertsten Schilderungen hinreißt. So schreibt auch RAINER MARIA RILKE,² der hier seine

¹) So lesen wir schon in JOHANN STUMPF: *Schweytzer Chronik*, Zürich 1606, XI. Buch, Blatt 64: „Wiewol nun das land Wallis mit dem allerhöchsten und grausamsten Schneegebirg obberürter weiß umbzogen: ist es doch im Talgelend auß der massen fruchtbar und so lieblich, dergleichen ich nit acht ein so fruchtbar land in sölchem wilden Gebirg under der Sonnen erfunden werden: das schaffet, daß es gar in die Sonne gericht ist, erstrecket sich von Aufgang gegen Niedergang, hat die Sonn den gantzen Tag . . .“

²) RAINER MARIA RILKE: *Briefe aus Muzot*. Leipzig 1935.

letzten Jahre zubrachte, in einem seiner Briefe vom Wallis: «Ja, wieso nennt mans nicht, wenn man die berühmtesten Gegenden der Erde aufzählt?»

Die geographische Wissenschaft hat bisher nur einzelnen Abschnitten des Rhonelängstales und einigen Seitentälern eigene Abhandlungen gewidmet, aber abgesehen von der Darstellung im Geographischen Lexikon der Schweiz von 1905 und dem Beitrag PAUL VOSSELER'S in FRUEH'S Geographie der Schweiz,³ ist sie nur einem Problem durch die ganze Erstreckung des Längstales der alpinen Rhone nachgegangen, dem der Gehängeterassen. In weit gespanntem Rahmen hat R. STAUB⁴ die älteste morphologische Geschichte und Vorgeschichte des Tales aufzuhellen unternommen.

Hier soll nun eine Lücke ausgefüllt werden, weil eine morphologische Uebersicht der Gegenwartsformen des ganzen Längstales noch fehlt.

II. Problemstellung.

1. Das Problem der Talbildung.

Im Jahr 1874 erschien von RUETIMEYER ein kleines Büchlein «Ueber Thal- und Seebildung»⁵, 1878 das Werk von ALBERT HEIM «Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung»⁶, das sich neben grundlegenden geologischen Erkenntnissen auch mit wichtigen morphologischen Problemen beschäftigt. Die beiden Veröffentlichungen sollten dem Gedanken zum Durchbruch helfen, daß auch die größten Alpentäler durch die Erosion entstanden seien. Wie unerhört diese Idee noch vor 65 Jahren war, spüren wir aus einer Stelle im Buch von OSWALD HEER: «Die Urwelt der Schweiz».⁷ Er schreibt: «Es kann daher der Erosion . . . nicht eine unsere Fassungskraft so weit übersteigende Arbeit zugemutet werden, wie sie die Ausgrabung aller unserer Täler

³) J. FRUEH: Geographie der Schweiz. Dritter Band: Die Einzel Landschaften der Schweiz. IV. Das Wallis, S. 656—717. St. Gallen 1938.

⁴) R. STAUB: Grundzüge und Probleme alpiner Morphologie, Denkschriften Schweiz. Naturf. Ges., Bd. LXIX, Abh. 1, 1934.

⁵) L. RUETIMEYER: Ueber Thal- und Seebildung. Basel 1874.

⁶) HEIM ALBERT: Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung. 2 Bde. und Atlas. Basel 1878.

⁷) O. HEER: Die Urwelt der Schweiz. Zweite Auflage. Zürich 1879. Seite 651.

und die Wegschaffung der unermesslichen Gewölbe der Gneismaßen und ihrer Sedimentdecken fordern würde. Wir können daher diese nicht annehmen und halten ferner dafür, daß an der Bildung der jetzigen Thäler auch der innere Bau des Gebirges, seine Falten und Risse, beteiligt seien ... Rütimeyer und Heim legen dabei den größten Wert auf die Terrassenbildungen, die als Reste alter Talböden betrachtet werden, und die von Heim nachgewiesene Unabhängigkeit mancher Terrassensysteme von dem Gestein und seiner Lagerung spricht allerdings für eine solche Deutung ... »

In der Folge entstanden eine große Reihe von morphologischen Studien aller großen Alpentäler. Angeregt von HEIM versuchte BODMER⁸ auf Grund reiner Kartenstudien dem Terrassenproblem durch die ganze Schweiz nachzugehen.

2. Terrassenstudien im Wallis.

Auch das Rhonetal hat eine mehrfache Bearbeitung seiner Terrassen erfahren. So hat BRUECKNER⁹ es eingehend dargestellt. Zweimal hat H. HESS sich mit Formen des Rhonetales auseinandergesetzt, das erste Mal¹⁰ auf Grund reiner Kartenstudien, dann nach einer dreiwöchigen Reise,¹¹ die seine ersten Ergebnisse bestätigten. 1927 folgte eine Studie von MACHATSCHEK und STAUB.¹²

MACHATSCHEK hat seine Untersuchungen später auf die Innerschweiz und Graubünden ausgedehnt, wodurch die ganze Längstalflucht von Martigny bis Chur eine einheitliche Darstellung erfuhr.¹³ Endlich hat BOEGLI¹⁴ in weitgehender Uebereinstimmung mit MACHATSCHEK das Goms dargestellt.

⁸) BODMER A.: Terrassen und Talstufen der Schweiz. Dissertation Zürich 1880.

⁹) PENCK A. und BRUECKNER E.: Die Alpen im Eiszeitalter. Bd. 2 Leipzig 1909.

¹⁰) H. HESS: Alte Talböden im Rhonegebiet. Zeitschr. f. Gletscherk. Bd. 2 1907/08. S. 321—361.

¹¹) H. HESS: Die präglaziale Alpenoberfläche. Petermanns Mitt. 59. Jahrg. 1913. S. 281—288.

¹²) F. MACHATSCHEK und W. STAUB: Morphologische Untersuchungen im Wallis. Ecl. geol. helv. Vol. XX 1927.

¹³) MACHATSCHEK F.: Talstudien in der Innerschweiz und in Graubünden. Mitt. Geogr. Ethnogr. Ges. Zürich. Bd. XXVII 1927/28.

¹⁴) BOEGLI A.: Morphologische Untersuchungen im Goms. Dissertation Freiburg i. U. 1941. 64 S.

In all diesen nach RUETIMEYER und HEIM erschienenen Arbeiten steht immer noch das von OSWALD HEER erwähnte Problem im Vordergrund, nämlich die Bedeutung der Terrassenbildungen. Zwar hat sich die Problemstellung verändert, denn eines Beweises, daß Erosion die großen Alpentäler geschaffen habe, bedurfte es allerdings nicht mehr. Dies ist eine heute wohl allgemein als gesichert angenommene Tatsache. Zu untersuchen waren der Anteil des Eises und Wassers an der Eintiefung. Diese Streitfrage kann auch heute noch nicht als gelöst angesehen werden.¹⁵ Nicht ohne Bewegung liest man die Arbeit von HEIM, die er wenige Tage vor seinem Tod den "Alpen" zugesandt hat.¹⁶ Aber auch, wenn wir uns nur dem Problem der Talbildungsperioden zuwenden, dem Wechsel von Eintiefen, Ausweiten und Aufschütten, und die verschiedenen Versuche vergleichen, die vielen Verflachungen des Gehänges in ein System von Talböden zu ordnen und deren Alter zu bestimmen, so sehen wir, daß wir noch weit von einer Einigung der einzelnen Forscher entfernt sind.

3. Neue Betrachtungsart.

Da hier ein von den oben zitierten Arbeiten abweichender Betrachtungsstandpunkt eingenommen wird, ist es von Vorteil, einige grundsätzliche Fragen der Formerfassung und Formbeschreibung zu erörtern.

¹⁵) So kommt J. VON SOELCH, „Fluß und Eiswerk in den Alpen zwischen Otztal und St. Gotthard“, Petermanns Mitt. Ergänzungsheft Nr. 219 u. 220 1935, 143 S. u. 184 S. am Schluß dieses Werkes, in dem weit über 200 andere Veröffentlichungen zitiert werden, zur Erkenntnis, daß trotz eifrigster Forschung „wir umso weniger wissen, je mehr wir zu wissen glauben, daß wir von der Wahrheit weiter entfernt sind, je sicherer wir sie erkannt zu haben vermeinen“ (S. 182).

¹⁶) ALB. HEIM hat sich schon in der eingangs erwähnten Schrift eindeutig gegen eine wirkungsvolle Glazialerosion ausgesprochen. Auch in seinem letzten Aufsatz: „Beim Blick von der Rigi auf die Seen.“ „Alpen“ Bd. 13 1937, S. 361—369 vertritt er diesen Standpunkt ebenso temperamentvoll als je. „Niemals wird es uns gelingen, die ganze Geschichte ihres Werdeganges lückenlos aufzudecken. . . . Diejenige Bewunderung, die versteht, ist viel höher und macht viel glücklicher als das verständnislose Anstaunen. . . . Aber dies (die Gletscherarbeit) bleibt Kleinarbeit von wenigen Metern. . . . Der Gletscher schützt seinen Untergrund gegen Verwitterung, der Fluß hingegen überläßt die Abschrägung des entblößten Gehänges und ihre Ausweitung zum Tale der Verwitterung. . . . Der Fluß vertieft die Tiefen, der Gletscher verflacht die Vorsprünge.“

Der Formenreichtum, dem wir in der Natur gegenübergestellt werden, ist unerschöpflich. Es ist also schlechterdings unmöglich, eine allumfassende Beschreibung oder gar „Erklärung“ der Formen zu geben. Wenn wir uns ganz ohne vorgefaßte Idee dem Eindruck hingeben, den der unmittelbare Anblick der Natur in uns wachruft, so ist es gerade das Einmalige, das uns zum Erlebnis wird. Die Aufgabe, dieses Erlebnis zu schildern, ist eine ausgesprochen künstlerische. Wir können sowohl glänzende Beschreibungen der Natur erhalten, die, wenn es sich um Höchstleistungen handelt, auch dem Wissenschaftler Wertvollstes zu bieten vermögen. Ihr Wert liegt aber im Hervorheben des Einmaligen, auch wo Typisches dargestellt wird, im Vermeiden genauer Wiederholungen, auch wo solche erkannt werden. So wertvoll eine solche Sammlung von Einzelbeschreibungen auch für die Geographie ist, so wird sich doch die Wissenschaft darum bemühen, aus »der unendlichen Mannigfaltigkeit den Gleichklang«¹⁷ rein herauszuschälen.

Dem Morphologen stehen bei der Beschreibung zwei Methoden offen, die wir die synthetische und die analytische nennen wollen.

Die synthetische Methode wird versuchen, die vielen Einzelformen einer Landschaft zu einem sinnvollen Ganzen zu verbinden. Es ist dies der Weg, der in all den oben zitierten Arbeiten für ein Formelement, die Gehängeverflachungen, angewandt wurde. Leitend ist die Idee, diese als Reste alter Talböden von einem bestimmten Alter anzusehen. Es muß allerdings dieser Synthese zuerst eine zuverlässige Analyse vorausgehen, die z. B. alle jene Verflachungen ausschließt, die als Härteterrassen oder als Sackungen erkannt werden können. Die Analyse bleibt aber nur ein Hilfsmittel. Wenn die Rekonstruktion gelingt, so sehen wir das Tal in seinem periodischen Wachstum von Stufe zu Stufe wieder, die Verflachungen sind sinnvolle Produkte des Eintiefungsvorganges geworden. Das Ziel der synthetischen Methode ist also eine genetische Betrachtung der Landschaft. Für den Geographen, dem Länderkunde die Krönung seiner Auf-

¹⁷⁾ P. NIGGLI: Von der Symmetrie und von den Baugesetzen der Kristalle. Leipzig 1941. Das genaue Zitat lautet: „Um aus der unendlichen Mannigfaltigkeit den Gleichklang herauszuhören, müssen wir Wesentliches vom Unwesentlichen trennen, vom Naturgegebenen ausgehend oft schematisieren, wobei nur die weitere Forschung zeigen kann, ob die einer solchen Unterscheidung zugrundeliegende Bewertung gerechtfertigt war, d. h. tiefere Einsichten vermittelte.“

gabe ist, hat diese Beschreibung den Nachteil, daß die Rekonstruktion wichtiger ist als die Erfassung des heutigen Zustandes der Oberflächenelemente.

4. Die analytische Methode.

Was wir unter der analytischen Methode verstehen, soll am Beispiel des Rhonetals erläutert werden.

Das Wort Tal ruft bei uns vor allem die Vorstellung einer Rinne hervor, die aus zwei oder drei Flächen besteht, nämlich den Rinnenwänden oder Gehängen und dem Rinnen- oder Talboden. Diese Vorstellung genügt, wenn wir das Rhonetal als Ganzes innerhalb des Alpenkörpers betrachten und nur Wesentliches hervorheben wollen. Aber wenn wir durchs Rhonetal wandern und es nicht mehr im Maßstab 1:1 000 000, sondern gleichsam 1:1 vor uns sehen, löst sich das Gehänge in eine Vielheit von Einzelbergen auf, die oft von markanten Gipfeln gekrönt sind, und zwischen denen all die Seitentäler münden. Oft dicht geschart, kulissenartig übereinandergeschoben, oder wieder mächtig und breitausladend machen sie den unerschöpflichen Reichtum des Tales aus. Zusammenhängende Rinnenwände sehen wir nur in der perspektivischen Verkürzung und Ueberschneidung. Jeder dieser Berge ist eine Gestalt für sich, ein Individuum. Weil sie in ihrer Gesamtheit das Tal bilden, sind sie all den Einflüssen ausgesetzt, die durch das Tal als Ganzes bedingt sind. Aber ebenso sehr sind sie Einflüssen ausgesetzt, die von Berg zu Berg wechseln und ihnen ganz individuelle Züge einprägen.

Für die Siedlung ist jeder ein von den Nachbarbergen abgetrennter Lebensraum, denn der Verkehr in der Talrichtung ist im Gehänge meist auf diese Einzelform beschränkt. So erlebt und benennt der seßhafte Bewohner vor allem diese Einzelberge und nicht ganze Gehängestücke. Die ganz besondere Bedeutung dieses Formelementes für den Geographen ist dadurch gegeben.

Es ist in diesem Zusammenhang interessant, künstlerische Darstellungen des Wallis zu sehen. So zeigt die Abbildung der Stadt Sitten in MERIAN'S Topographie¹⁸ aus dem Jahr 1654 eine Ebene, auf der die Berge in scheinbar regelloser Anordnung stehen. Nicht das Rhonetalgehänge

¹⁸⁾ MATTHAEUS MERIAN: Topographie Helvetiae, Rhaetae et Valesiae. Frankfurt am Main 1654.

wird dargestellt, sondern die Berge, welche Sitten umgeben. Aufschlußreich ist auch das Studium von alten Karten. Die ersten Kartographen haben mit der Maulwurfshügelmanier ja nicht Täler, sondern Einzelberge, allerdings zu Linien geordnet, dargestellt. Denn gerade die großen Alpentäler werden von zerschnittenen Talwänden begleitet. Der Zeichner mußte zur Abstraktion der Talrinne gelangen, um Karten in der neuen Manier zeichnen zu können, einer Abstraktion also, die nicht mehr der Natur entspricht. Wir können eine ähnliche Entwicklung in der Darstellung des Waldes beobachten. Auf Merians Bildern des Wallis sehen wir keinen geschlossenen Wald, sondern eine Menge von Einzelbäumen in parkartiger Anordnung. Auch auf STUMPF'S Karte¹⁹ ist der Wald noch keine abstrakte Signatur.

Aber auch jede kindliche, unbeholfene Zeichnung entspringt dem Bestreben, das unmittelbare Erlebnis wiederzugeben. Erst durch eine geistige Verarbeitung des Stoffes gelangen wir zu Zusammenfassungen des Vielgestaltigen und zur Bildung von Oberbegriffen.

Die synthetische Methode wird nun danach trachten, vor allem solche Zusammenfassungen zu bilden. Sie wird auch, wenn sie vom Studium der Einzelberge oder Gehängesektoren²⁰ ausgeht, diese zum nächsten Oberbegriff, dem Gehänge, verbinden, auch dann, wenn das Gehänge als einheitliche Fläche nie existiert hat.

Wir wollen aber in dieser Arbeit wieder das Geschaute in den Vordergrund stellen. Die Frage nach der Form und nach der Anordnung im Raum ist für uns wichtiger als die nach der Entstehung, obschon wir genetischen Problemen durchaus nicht aus dem Wege gehen, wenn wir dadurch eine Form besser beschreiben können.

Die Gestaltung des Haupttales ist nicht nur das Werk des Haupttalflusses oder Haupttalgletschers, sondern in ebenso großem Maße dasjenige der Seitentäler. Ja, wenn die Erosionsarbeit des Haupttalflusses schon träge geworden ist, oder sogar aufgehört hat, ist der Einfluß der Seitentäler

¹⁹) LEO WEISZ: Die „Landtafeln“ des Johann Stumpf. Die Alpen 1941, S. 373.

²⁰) In der morphologischen Literatur heißt ein Gehängeteil zwischen zwei Einschnitten Facette. Ich verwende diesen Ausdruck nur für kleine Formen, und nenne einen größeren Abschnitt, der meist von zwei Seitentälern begrenzt wird, Gehängesektor oder kurz Sektor. Die Facetten sind in meiner Terminologie Elemente des Sektors.

und Gehängerinnen auf die Neugestaltung des Haupttales überwiegend. Der Formenreichtum des Haupttales besteht im Wallis gerade in dieser Zerschneidung des Gehänges in Sektoren. Damit ist auch die besondere Bedeutung des Studiums der Sektoren für den Morphologen gegeben. Die Rolle der Seitentäler bei der Gestaltung des Haupttales zeigt uns, daß wir das Haupttal nicht als ein in sich abgeschlossenes selbständiges Gebiet studieren dürfen, da viel zu viel Wechselbeziehungen die beiden verbinden. Die hier angewandte analytische Methode versucht, die Landschaft in Formelemente von der gleichen Größenordnung zu zergliedern, so daß sie vergleichbar sind. Sehr große Formen können nochmals aufgeteilt werden und die Analyse läßt sich bis zu den kleinsten Elementen, die für den Geographen noch interessant sind, weitertreiben. Der Anordnung der Elemente im Raum wird dabei die größte Aufmerksamkeit geschenkt.

Die in dieser Arbeit aufgezeigten Symmetrien und Regelmäßigkeiten sind bei den einzelnen Formen — dem Individuum — häufig verdeckt. Die eigentümlichen Formabweichungen lassen sich meist auf den Einfluß des Gebirgsbaues zurückführen. Die eingehende Landschaftsanalyse hat demnach auch diesen Einfluß aufzuzeigen.²¹

III. Geologisch-tektonischer Ueberblick.

Zwischen dem Gotthard- und Aarmassiv befindet sich eine enggepreßte Sedimentmulde, die nach ihrer schönsten Ausbildung im Reußgebiet Urserenmulde heißt. Diese Mulde erstreckt sich aus dem Reußgebiet über den Furkapaß 11 km weit ins Gebiet des Oberlaufes der Rhone. Unterhalb der Binnamündung keilt auf der linken Talseite das Gotthardmassiv aus, und an seiner Stelle grenzen die Bündnerschiefer der Bedrettomulde an das rechtsseitige Aarmassiv. Bald nach der Talbiegung in die EW-Richtung bei Brig erscheinen hoch oben am Gehänge über den Bündnerschiefern die penninischen Decken. Diese bald vorherrschenden penninischen Decken, die auf den Triassockel der Bedrettomulde die Schuppen und Teildecken ihrer Gneise legen, bilden bis 13 km vor Martigny das linke Gehänge. Hier, kurz vor dem

²¹) EDUARD GERBER: Ueber morphologische Probleme in den Alpen und im Jura. Mitt. Aarg. Naturf. Ges. XXI. Heft 1943.

Ende des Rhonelängstales machen sie dem steil ansteigenden und zuerst noch mit einem Sedimentmantel bedeckten Montblanc-Massiv Platz.

Das rechte Gehänge wird auch unterhalb von Brig vom Aarmassiv gebildet. Mit einem Longitudinalgefälle von 10 bis 12° sinkt das Massiv langsam ab, während seine Gesteinsbänke vom Tal unter einem spitzen Winkel abgeschnitten werden. Die Lonza ist der letzte rechtsseitige Zufluß, dessen Talgebiet noch ganz im Altkristallin des Aarmassivs liegt. Das Dalagebiet gehört zwar im tektonischen Sinn noch fast ganz zum Aarmassiv, ist aber schon völlig beschränkt auf dessen autochthone, kalkreiche Jurasedimente. Innerhalb des Aarmassivs ist die Grenze des Altkristallins gegenüber den eingefalteten randlichen, autochthonen Sedimentresten auf den höhern Gehängeteilen zwischen Dala- und Lonzagebiet zerlappt, aber dort, wo sie gegenüber der Mündung des Turtmanntales steil herabzieht, ist sie im untern Gehängeteil ein gerader, deutlich erkennbarer Zug. (Bild 8) Die neuerliche Talbiegung bei der Dalamündung fällt zusammen mit dem Auftreten der helvetischen Decken, die dem untertauchenden Aarmassiv überschoben sind. Die Schichtköpfe bilden auf der rechten Seite der Dalamündung gewaltige, nach Osten blickende Felswände, die im Leukertal in einem großen, nach Osten gerichteten Bogen in die Wände des Gemmipasses und Balmhornes übergehen. Vom Leukertal weg bilden die westschweizerischen Kalkhochalpen die rechte Talseite, bis sie 10 km oberhalb des Knies von Martigny das altkristalline Aiguilles-Rougesmassiv emporwachsen lassen, wodurch die aufsteigenden helvetischen Decken in den Seitentälern mächtige, nach Westen gerichtete Felswände bilden. Die größte dieser Wände verläuft in großem Bogen nach Westen und ist das spiegelbildliche Gegenstück der ostwärts gerichteten Wand vom Leukertal.

Die Gesteine des penninischen Deckengebirges machen die Talbiegung bei der Dalamündung nicht so schnell mit, und so findet man Teile der festen Gesteine in Gestalt der bekannten steilen Burg-, Kirchen- und Weinberghügel bei Sitten aus der Fußregion des nördlichen Gehänges aufragen.

Die letzten 10 km vor dem Rhoneknie folgt das Tal der Sedimentmulde, die über den Forclazpaß und Col de Balmes zwischen dem Montblanc- und Aiguilles-Rougesmassiv ins Chamonixtal hinüberzieht.

Massivgrenzen und die Rückseiten von Deckenpaketen können, sei es auf tektonische Art oder durch höhere Zerstörbarkeit, früh größere Gewässer an sich ziehen und damit einer spätern Talbildung die Wege weisen, selbst wenn die geologischen Grenzen nach der Tiefe hin von der Erosionsrichtung abweichen, sodaß die ältesten Bedingungen für die Wasserarbeit teilweise verlassen werden.

Zwischen den geologischen Verhältnissen und der Anlage der Seitentäler der Rhone zeigen sich auffallende und häufige Zusammenhänge. Bevor wir näher auf die horizontale Gliederung eintreten, sollen kurz die Hauptlinien aufgezeigt werden.

1. Im Bereich des Gotthard- und Aarmassivs fallen die vielen Längstalstrecken von Seitentälern auf, die sich zum Teil durch kurze Quertäler zum Haupttal entwässern, z. T. unter einem spitzen Winkel in dasselbe münden.

2. Die größte Breite erreicht das Einzugsgebiet in den penninischen Decken, also auf der linken Talseite. Meist senkrecht fließen hier die zahlreichen Seitengewässer aufs Haupttal zu. Erst mit dem Auftauchen des Montblancmassivs bildet ein Seitental, die Drance, wieder eine Längstalstrecke.

3. In den Kalkhochalpen endlich zeigen sich von den erwähnten Gebieten ganz abweichende Züge, da hier Plateaustufen und Wandabstürze vielfach an die Stelle einfacher Erosionsrücken- und Kämme der Gebiete mit wasserundurchlässigen Gesteinen treten.

IV. Horizontale Gliederung des ganzen Einzugsgebietes.

1. Die drei Abschnitte des Rhonelängstales.

Das ganze Einzugsgebiet der Rhone läßt sich in seiner ersten Anlage auf eine Großmulde zurückführen, deren Umrahmung im Kampf mit benachbarten Flussgebieten wohl stark umstritten, aber nicht durchbrochen wurde.²² Die relative Geradlinigkeit der Wasserscheide ist in der nördlichen Umrahmung noch deutlicher erhalten als in der südlichen, wohl weil die südliche Hauptwasserscheide viel älter ist als

²²) R. STAUB: Grundzüge und Probleme alpiner Morphologie. Denkschriften d. Schweiz. Naturf. Ges. Bd. LXIX Abh. 1, 1934.

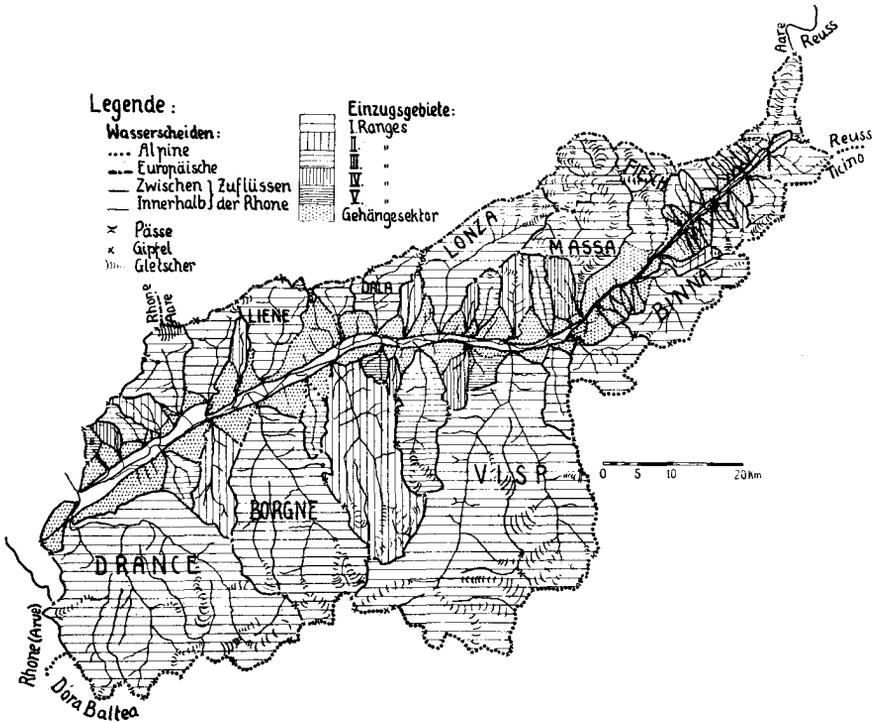


Fig. 1. Horizontale Gliederung des ganzen Einzugsgebietes.

Die unterbrochen gezeichneten Umrißlinien der Sektoren sind unscharfe Uebergangszonen.

die nördliche und dadurch die ursprünglich tektonische Kulmination zerstört und als morphologische Kulmination durch die kräftiger erodierenden Südflüsse nach Norden gedrängt wurde. Betrachten wir die Figur 1, so fällt uns auf den ersten Blick die Asymmetrie des rechten und linken Einzugsgebietes auf. Die beiden verhalten sich wie 32 : 68. (Siehe auch Tabelle 1, der die Verhältniszahlen entnommen sind.)

Im Einzelnen lässt sich leicht nach der Breite der Einzugsgebiete eine Dreiteilung durchführen.

1. Das Goms. Diesen Namen trägt der oberste Bezirk des Rhonetales. Die politische Grenze folgt aber sowohl Gebirgskämmen — also Wasserscheiden — als auch Gewässern. Wir gebrauchen hier den Namen für das ganze Einzugsgebiet bis zur Mündung des Fiescherbaches. Später verstehen wir darunter häufig einfach den obersten Talabschnitt bis in die Gegend von Fiesch.

Im Goms ist das Einzugsgebiet auf beiden Seiten schmal. Die Zuflüsse sind dementsprechend klein. Den Lauf der Rhone oberhalb dem Längstal rechnen wir zum rechten Einzugsgebiet.

Rechtes und linkes Einzugsgebiet verhalten sich in diesem Abschnitt wie 46 : 54

Tab. 1. **Flächen der Einzugsgebiete.**

Abschnitt	Rechte Talseite		Linke Talseite		Total in km ²
	in km ²	%	in km ²	%	
Goms ¹	146,7	46,1	171,7	53,9	318,5
Fiesch-Brig ²	359,4	60,7	232,6	39,3	592,0
Brig-Martigny ³	921,2	25,7	2663,0	74,3	3584,2
Brig-Leuk ⁴	410,0	27,9	1060,5	72,1	1470,5
Leuk-Martigny	511,2	24,2	1602,5	75,8	2113,6
Ganzes Tal	1427,3	31,8	3067,4	68,2	4494,6

¹⁾ Bis Fiesch, aber ohne Fieschertal.

²⁾ Mit Massa und Saltine.

³⁾ Mit Canal principal (entwässert die Rhoneebene, mündet aber erst unterhalb Martigny).

⁴⁾ Bis und mit Dala.

2. Fiesch-Brig. Hier verbreitert sich auf der rechten Seite das Einzugsgebiet sprunghaft und es münden zwei große Zuflüsse, der Fiescherbach und die Massa. Die Massa ist der größte Zufluß der ganzen rechten Talseite. Die linke Talseite ist kaum breiter geworden. Auf dieser Seite münden die Binna und Saltine.

Massa, Saltine und Rhone konvergieren nach Brig. Diese unter spitzem Winkel angelegten Flüsse fangen alle andern Gewässer auf, sodaß die Strecke arm an Zuflüssen ist. Das Verhältnis vom rechten zum linken Einzugsgebiet ist hier 61 : 39.

3. Brig-Martigny. Der letzte Abschnitt ist zugleich der größte. Es ist nun die linke Talseite, die sich sprunghaft vergrößert, während die rechte ungefähr gleich bleibt. Hier ist das Verhältnis ganz auffallend zu Gunsten der linken verschoben. Es beträgt 26 : 74. Da innerhalb dieses Abschnittes die Rhone eine Biegung macht, kann nochmals unterteilt werden.

2a. Brig-Leuk. Hier münden auf der rechten Tal-
seite die großen Täler der Lonza und Dala, auf der linken
der größte Zufluß des ganzen Längstales, die Visp. Das Seiten-
verhältnis ist 28 : 72.

2b. Leuk-Martigny. Die Breite der Einzugsge-
biete nimmt beidseitig ab, auf der rechten Talseite aber et-
was mehr als auf der linken. So wird das Verhältnis 24 : 76.

2. Die Anordnung der Einzugsgebiete der Zuflüsse zwischen Visp und Drance.

Betrachten wir einen größern Abschnitt des Einzugs-
gebietes, so sehen wir, daß die Einzugsgebiete der Zuflüsse
nach Form und Größe ganz verschieden sind. So können bei
parallelen Seitentälern nie zwei große Mündungen neben-
einander liegen, es müssen sich dazwischen kleinere ein-
schalten. Hier nach gewissen Regelmäßigkeiten zu suchen,
scheint verlockend.

Wir beginnen mit der Südseite des Abschnittes
Martigny-Brig, da hier besonders einfache Entwässer-
ungsverhältnisse vorliegen. Nicht nur ist da die Hauptwasser-
scheide dem Rhonetal ziemlich parallel, sondern es sind auch
die Nebentäler rechtwinklig zum Haupttal angelegt. Diese
einfachen Verhältnisse spiegeln sich nun auch in der Form
und Größe der Einzugsgebiete der verschiedenen Zuflüsse
zwischen der Visp und der Drance. Wir verweisen zum bes-
sern Verständnis des Folgenden auf die Figur 1. Darauf
sind die Zuflüsse der Rhone mit ihren Einzugsgebieten ange-
geben. Versuchen wir nun, diese Einzugsgebiete nach be-
stimmten Gesichtspunkten zu ordnen. Wir verwenden dazu
die Wasserscheiden, die sie umgrenzen. In unserm Abschnitt
reichen von den vielen Zuflüssen nur drei bis an die dem
Haupttal parallele Hauptwasserscheide zurück, nämlich die
Visp, die Borgne und die Drance. Diese drei vergrößern ihr
Einzugsgebiet von der Mündung weg sehr stark und sind weit-
aus die größten Zuflüsse des Abschnittes. Wir nennen nun
Einzugsgebiete, die bis zur Hauptwasserscheide zurückrei-
chen, Einzugsgebiete ersten Ranges. Die der Visp
und der Drance sind große Dreiecke, mit der Basis an
der Hauptwasserscheide, der Spitze beim Haupttal. Das kleinere
Einzugsgebiet der Borgne wird von den zwei andern einge-
engt, sodaß seine Form nicht ganz so einfach ist.

3. Die Restfläche und die Einzugsgebiete verschiedenen Ranges.

Zwischen den Einzugsgebieten ersten Ranges bleiben dreiecksförmige Flächen bestehen, die sich selbständig zur Rhone entwässern. Wir nennen sie Restflächen, und da sie von Einzugsgebieten ersten Ranges umgrenzt werden, Restflächen ersten Ranges. In unserm Gebietsabschnitt sind diese Restflächen so groß, daß sie durch mehrere Zuflüsse zur Rhone entwässert werden. Unter diesen hat derjenige das größte Einzugsgebiet, welcher bis dort zurückreicht, wo sich zwei benachbarte Einzugsgebiete ersten Ranges berühren. Einzugsgebiete, die bis zum Berührungspunkt von Einzugsgebieten ersten Ranges zurückreichen, nennen wir Einzugsgebiete zweiten Ranges. Wieder bleiben Restflächen stehen, diesmal solche, die von Einzugsgebieten ersten und zweiten Ranges umgeben sind. Wir nennen sie Restflächen zweiten Ranges. Diese werden weiter aufgeteilt durch Einzugsgebiete dritten Ranges, welche bis dorthin zurückreichen, wo Einzugsgebiete ersten und zweiten Ranges sich berühren. Sind die verbleibenden Restflächen dritten Ranges noch groß genug, so entstehen hier Einzugsgebiete vierten Ranges u. s. w. Die Form der Restflächen bleibt sich im großen ganzen gleich, es sind Dreiecke abnehmender Größe. Hingegen ändert sich mit zunehmendem Rang die Form der Einzugsgebiete. Dreieckig sind nur die größten Einzugsgebiete ersten Ranges, die sich frei entwickeln konnten, die kleinern werden durch diese schon etwas eingeengt. Die Einzugsgebiete zweiten Ranges werden von fast parallelen Wasserscheiden begleitet. Ihre Form ist streifenförmig mit einer scharfen Spitze beim Haupttal, einer weniger ausgeprägten am andern Ende. Je höher der Rang der Einzugsgebiete ist, umso kürzer ist der Streifen, umso näher rücken sich die beiden Spitzen, so daß schließlich drachenähnliche Formen (Deltoide) entstehen.

Diese Verhältnisse im Aufteilen eines Einzugsgebietes reizen zum Schematisieren. Verändern wir das, was uns die Natur vor Augen führt möglichst wenig, glätten wir nur den unruhigen Verlauf der Wasserscheiden zu geraden Linien, so kommen wir zum Schema der Fig. 1a. Sie soll zeigen, wie in ganz hervorragender Weise Dreiecke, jene einfachsten Flächen, die von geraden Linien begrenzt sind, eine Rolle beim Aufteilen des Einzugsgebietes spielen.

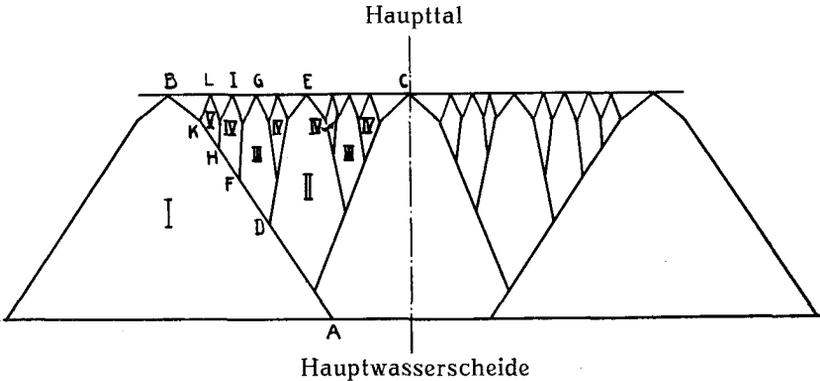


Fig. 1a. **Schema der Aufteilung eines regelmäßig entwässerten Einzugsgebietes.**

Flächen I—IV sind Einzugsgebiete ersten bis vierten Ranges.

ABC, DBE, FBG, HBI, KBL sind Restdreiecke ersten bis fünften Ranges. Die kleinsten Restdreiecke sind zugleich Gehängesektoren.

4. Die Entwicklung einer Restfläche.

Die einfachen Formen der einzelnen Einzugsgebiete und ihre symmetrische Anordnung lassen sich nur erklären, wenn wir eine sehr einfach gestaltete Abdachungsfläche voraussetzen. Es muß dies eine ebene oder eine doch nur sehr großräumig gewellte, schwach geneigte Fläche gewesen sein. Bei großer Neigung bilden sich in einer ebenen Fläche eine Großzahl paralleler Abflußrinnen. Bei geringer Neigung und kleinen Unregelmäßigkeiten werden sich benachbarte Rinnen besonders im Ursprungsgebiet vereinigen, weil sie hier noch wasserarm und erosionsschwach sind. Ist die ganze Abdachungsfläche großräumig gewellt, so werden sich in den Mulden zu den konsequenten Entwässerungsrinnen fiederförmig angeordnete Zuflüsse ausbilden. Durch ihre Größe bevorzugte Abflußrinnen werden sich am schnellsten eintiefen und dadurch auch die Erosionskraft der fiederförmigen Zuflüsse verstärken, die durch rückschreitende Erosion in schwächere, benachbarte Einzugsgebiete übergreifen und sich auf Kosten dieser vergrößern werden. Der Kampf geht so lange vor sich, bis die fiederförmigen Zuflüsse der größten Einzugsgebiete die Hauptwasserscheide erreicht haben, womit auch die großen Einzugsgebiete 1. Ranges ihre Dreiecksform erhalten. Kleinere Einzugsgebiete ersten Ranges werden dadurch von der Hauptwasserscheide weggedrängt und zu solchen zweiten Ranges erniedrigt. Das gleiche können wir für

Einzugsgebiete zweiten Ranges annehmen, die zu solchen dritten Ranges werden, u. s. w., bis sich ein der Neigung der Abdachungsfläche entsprechender Gleichgewichtszustand ausgebildet hat. Richthofen²³ hat unter dem Titel «Normale Ausbildungsformen der Abflußrinnen» auf Grund von Beobachtungen am Ebbestrand ein ganz ähnliches Entwicklungsschema gegeben und die von ihm veröffentlichte Figur stimmt in auffallender Weise mit den Verhältnissen des Rhonetales überein. Er kommt dabei zum Schluß, daß «dieses einfache Schema der Grundtypus allen Wasserabflusses» sei. Das Problem der Aufteilung einer einfachen Abdachungsfläche ist durch die kurzen Andeutungen natürlich keineswegs gelöst. Vielleicht besteht die Möglichkeit, den Vorgang auf einer gleichmäßig besprühten Sandfläche experimentell zu verfolgen und die Beziehungen zwischen Neigung der Abdachungsfläche und der Fiederung der Zuflüsse aufzuzeigen.²⁴

Wenden wir uns nun nach dieser rein flächenhaften Betrachtung des Einzugsgebietes der räumlichen Ausgestaltung zu. Wir sind von einer nur wenig geneigten Abdachungsfläche ausgegangen. Sobald durch die Erosion das Haupttal sich eintieft, bilden sich in der vorher einheitlichen Fläche solche verschiedener Neigung, die in mehr oder weniger scharfen Kanten aneinanderstoßen: das Haupttalgehänge und die Flächen des übrigen Einzugsgebietes.

Je mehr sich das Haupttal eintieft und je mehr das Haupttalgehänge zurückwittert, umso weiter greift es in das übrige Einzugsgebiet hinein, wodurch Flächen, die sich ursprünglich in ein Seitental entwässerten, direkt dem Haupttal tributpflichtig werden. Nun bleiben aber auch die Zuflüsse nicht untätig, und zwar umso weniger, je größer sie sind. Denn durch das Eintiefen des Haupttales wird ja ihre Erosionsbasis tiefer gelegt. Entsprechend ihrer Größe bilden sie eigene Gehänge und beginnen sie sich in die Kante zwischen der Abdachungsfläche und dem Haupttalgehänge einzuschneiden. Diese Einschnitte können am Anfang mehr oder weniger schluchtartig sein, werden aber durch die Verwitterung zuerst eng, dann immer breiter V-förmig. Ganz kleine Zuflüsse vermögen der Tiefenerosion des Haupttales

²³⁾ FERDINAND FREIHERR VON RICHTHOFEN: Führer für Forschungsreisende. S. 136—139. Berlin 1886.

²⁴⁾ Vergleiche auch: E. ARGAND. Sur le drainage des Alpes Occidentales et les influences tectoniques. Bull. soc. vaud. sc. nat. t. 48 1912 p. XXXII.

nur langsam zu folgen, wenn aber das Eintiefen des Haupttales aufhört, werden auch die kleinsten Zuflüsse nach und nach weite V-förmige Einschnitte bis zur Haupttalsohle bilden und so große Teile des Haupttalgehänges wieder zurückerobern. Zwischen den einzelnen Zuflüssen werden aber Restdreiecke stehen bleiben, die nicht durchtalt sind und sich direkt zum Haupttalfluss entwässern.

Diese höchstrangigen und kleinsten Restdreiecke sind die Gehängesektoren.

Wir sind in unserer Annahme von einer sanft gewellten Abdachungsfläche ausgegangen. Die Wasserscheiden in einem solchen Gebiet können am Anfang noch leicht verschoben werden und sind morphologisch wenig wichtige Linien. Wenn sich die Erosionsrinnen kräftig und schnell eintiefen, entstehen aus den Rücken scharfe Grate und damit höchst markante Wasserscheiden. Setzen wir tektonische Ruhe voraus, so werden im Verlauf der weitem Entwicklung aus den scharfen Graten wieder sanfte Rücken, dann wenig hohe Bodenwellen und am Ende weist die nun stark erniedrigte Fläche ähnliche Züge auf wie am Anfang. Unsere Landschaft befindet sich zweifellos in einem weit fortgeschrittenen Entwicklungsstadium. Auf jeden Fall verlaufen die meisten Wasserscheiden auf scharfen Graten. Gratwasserscheiden sind ohne weiteres als morphologische Grenzlinien brauchbar. Hydrographisch läßt sich auch auf einem Rücken eine eindeutige Linie ziehen. Morphologisch hat diese aber keine Bedeutung, denn das Wort Rücken bedeutet eine Fläche. Auf ihm gibt es keine scharfe Trennungslinie, sondern eine Uebergangszone.²⁵ Dies dürfen wir besonders dann nicht vergessen, wenn wir als Notbehelf doch eine genaue Grenze brauchen, nämlich beim Ausmessen von Flächen, wo Uebergangszonen doch irgendwie aufgeteilt werden müssen.

Wir werden sehen, daß nicht nur hier, sondern auch bei andern Formen starre und genaue Abgrenzungen häufig nicht möglich sind. Diesen Grundsatz, für gewisse Formen nicht nur Grenzlinien, sondern auch Uebergangszonen anzuerkennen, werden wir besonders auch bei der Abgrenzung des Haupttalgehänges gegenüber dem übrigen Einzugsgebiet gebrauchen.

²⁵⁾ Man lese in JEAN BRUNNES et CAMILLE VALLAUX: La Géographie de l'Histoire. Paris 1921 das Kapitel über Grenzen, das im übertragenen Sinn auch für den Morphologen wichtige Erkenntnis enthält.

5. Wasserscheiden, Gipfel und Pässe.

Bevor wir uns dieser Aufgabe zuwenden, wollen wir nochmals das linksseitige Einzugsgebiet der Rhone zwischen Martigny und Brig betrachten, dies Mal aber nicht die Form der Flächen, sondern die Wasserscheiden studieren. Wir beginnen mit der Hauptwasserscheide. Diese liegt so hoch über den Tälern, daß sie fast durchwegs von Gratlinien gebildet wird. Von ihr strahlen in der Richtung zum Haupttal eine große Zahl von Gratlinien aus, die ihrerseits sich wieder spalten und verästeln. Unter all diesen wasserscheidenden Gratlinien und Kämmen können wir zwei Arten unterscheiden, nämlich solche, welche von der Hauptwasserscheide bis zum Haupttal laufen, und Einzugsgebiete gleichen oder verschiedenen Ranges trennen, und solche, die entweder von der Hauptwasserscheide oder von einer aufs Haupttal zulaufenden Wasserscheide abspalten, die aber innerhalb des Einzugsgebietes enden, ohne also bis zum Haupttal zu gelangen. Diese zweite Art von Wasserscheiden trennen Einzugsgebiete verschiedener Ordnung innerhalb eines Einzugsgebietes von einem bestimmten Rang. Wir wollen hier nur Wasserscheiden untersuchen, die bis zum Haupttal reichen. Von der Hauptwasserscheide weg trennen sie zuerst Einzugsgebiete ersten Ranges. Ueberall dort, wo ein Einzugsgebiet höheren Ranges beginnt, wird die Wasserscheide in zwei Aeste gespalten, die beide bis zum Haupttal reichen. Punkte, wo ein Grat Nebengrät abspaltet, sind meist Gipfel, zum mindesten konvexe Stellen im Gratverlauf, denn der vorher nur von zwei Seiten der Erosion ausgesetzte Grat wird beim Aufspalten nun plötzlich von vier Seiten angegriffen. Betrachten wir diese Verhältnisse einmal vom Talgrund aus und wandern wir in einem Einzugsgebiet höheren Ranges im Haupttal aufwärts, so sehen wir, wie auf den begleitenden Graten die Gipfel an Höhe im allgemeinen zunehmen und wie auch am Ende des sich zuspitzenden Einzugsgebietes ein Gipfel sich erhebt. Seitentäler höheren Ranges, die senkrecht aufs Haupttal zustreben, enden blind an Gipfeln. Pässe in ihrem Gebiete sind Längspässe.

Davon unterscheiden sich Einzugsgebiete ersten Ranges in wesentlichen Punkten. Wenn wir in den drei großen Tälern ersten Ranges aufwärts wandern, können wir beobachten, wie sie sich in gleichwertige Aeste teilen, die alle bis zur Hauptwasserscheide zurückreichen, denn ihr Einzugsgebiet

zeichnet sich ja gerade dadurch aus, daß es sich talaufwärts verbreitert und immer mehr Raum zu entwässern hat. Aus diesem breiten Raum münden in die großen Taläste von links und rechts kleine Seitentälchen, und zwar bis zur Hauptwasserscheide. Die höchsten Gipfel der Hauptwasserscheide befinden sich denn auch an den Eckpunkten der Basislinie der Einzugsgebiete ersten Ranges und zwischen den gegabelten Talästen und nicht am Ende der Quertäler. Die Seitentäler ersten Ranges, die senkrecht aufs Haupttal zustreben, führen zu Einsattelungen in der Hauptwasserscheide, zu wichtigen Querpasssen des Alpengebietes. Zu diesen Einsattelungen entwässern sich entlang der Hauptwasserscheide kurze Längstälchen. Bei einer geradlinigen Hauptwasserscheide, wie wir sie in unserem Abschnitt vor uns haben, können wir direkt von einer Längstalreihe sprechen. Das Wort Längstalfucht vermeiden wir lieber, da die einzelnen Strecken durch hohe Gipfel getrennt sind. Es ist auch nicht denknotwendig, diese Längstalreihe, die der Hauptwasserscheide folgt, auf ein altes, zusammenhängendes Längstalsystem zurückzuführen. Wir können uns ebenso gut vorstellen, daß die großen Quertalstrecken ersten Ranges alten Einmündungen der Urfläche folgten, die bis auf die Hauptwasserscheide reichten. Dann mußten notgedrungen im Gebiet der Hauptwasserscheide die höheren Gebiete sich zum Boden der Mulde entwässern. Das Auftreten von der Hauptwasserscheide parallel laufenden Längstälern werden wir deshalb bei großen Seitentälern ersten Ranges im ganzen Einzugsgebiet der Rhone beobachten können.

V. Die Umrißform der Sektoren.

Wir haben im letzten Abschnitt gezeigt, daß im Einzugsgebiet der linken Talseite zwischen Martigny und Brig gewisse Regelmäßigkeiten in der Aufteilung vorhanden sind. Dies wird unserer Darstellung der Sektorformen gute Dienste leisten, denn die Regelmäßigkeiten in der gegenseitigen Lage großer und kleiner Seitentäler wird sich weitgehend im Umriß der Sektoren auswirken, da deren Form durch den Abstand und die Größe benachbarter Talmündungen bedingt ist. Nun stößt aber unsere auf den ersten Blick so klare Definition der Sektoren als Gehängestücke zwischen den Mündungen benachbarter Seitentäler auf gewisse Schwierigkeiten, sobald

wir zu konkreten Fällen übergehen. Wir haben in unserem Entwicklungsschema gezeigt, daß durch die Bildung von Gehänge neue Flächen entstehen, die stärker geneigt sind, als das ursprüngliche Einzugsgebiet. Dadurch werden die Einzugsgebiete der Zuflüsse verkleinert, da Flächen, die sich zu diesen entwässerten, dem Haupttal direkt tributpflichtig werden. Wir können uns sogar vorstellen, daß bei rascher Erosion des Haupttales das gesamte Einzugsgebiet kleiner Zuflüsse in Haupttalgehänge umgewandelt wird. Nun ist aber auch der umgekehrte Vorgang möglich. Mit wachsender Gehängehöhe entwickelt sich in dieser Fläche ein selbständiges Entwässerungsnetz. Im allgemeinen werden diese Gehängerinnen nur wenig eingetieft sein und den Sektor nur gliedern, in einzelnen Fällen werden aber größere Rinnen zu kleinen Tälchen, die das Gehänge zerschneiden.

1. Der Dreieckssektor.

Wir wollen hier, bevor wir zur Beschreibung einzelner Sektoren übergehen, die Besprechung des Idealtyps eines Sektors vorausnehmen. Wir finden ihn dort, wo Gratwasserscheiden mehr oder weniger senkrecht bis zum Haupttal reichen. Hier wird der Grat vom Haupttalgehänge abgeschnitten. Im einfachsten Fall ist dieser Schnitt ein ebenflächiger, ungliedertes Gehängesektor. Meistens ist aber diese Fläche so groß, daß sich Entwässerungsrinnen darin ausbilden. Der dadurch verursachten innern Gliederung der Sektoren werden wir einen besondern Abschnitt widmen. Als Regel für die Abgrenzung hat es sich bewährt, Rinnen, die einen Grat, der aufs Haupttal zuläuft, noch in zwei Aeste spalten, zu den Tälern zu rechnen. Gehängesektoren sind also Restflächen, die wohl durch Gehängerinnen gegliedert, aber nicht durchtaut sind. Da der Grat von der Hauptwasserscheide wohl absinkt, aber lange nicht so rasch, wie die Sohle der Seitentäler, nimmt die Neigung der Restflächen mit wachsendem Rang zu. Der Gehängesektor ist also auch die Restfläche mit der größten Neigung. Ueberall, wo dieser einfachste Fall verwirklicht ist, wo also der Quergrat durch eine möglichst ebene Fläche abgeschnitten wird, ist die Umgrenzung des Gehängesektors klar und genau möglich. Ein solcher Schnitt durch einen Quergrat hat wie die meisten Restflächen die Form eines Dreieckes. Unser Versuch der Beschreibung der Sektoren geht dahin, die vielgestaltigen

Formen zu Gruppen zu ordnen und ausgeprägte Typen mit charakteristischen Namen zu belegen. In diesem Fall sprechen wir von einem Dreieckssektor mit Gratabschluß. Ein gut gebauter Dreieckssektor mit Gratabschluß hat zur Basis die Grenzlinie zwischen Talboden und Gehänge, eine meist mit genügender Schärfe erkennbare Linie. Die Schenkel werden gebildet durch die Ekkanten zwischen Haupt- und Nebental, der Scheitel durch einen felsigen Gipfel. Wir können einen solchen Sektor als die Grundform der Bausteine betrachten, aus denen das Gehänge zusammengesetzt ist. Innerhalb der Dreieckssektoren mit Gratabschluß ist die Variationsmöglichkeit unerschöpflich. Stehen sie zwischen gleichwertigen Tälern, so ist die Form mehr oder weniger symmetrisch. Ein Sektor zwischen einem großen und einem kleinen Tal besitzt auf der Seite des großen Tales einen stark verlängerten Schenkel. Häufig gehen Wasserscheiden, bevor sie das Haupttal erreichen, in breite Rücken über. Solche Sektoren nennen wir Dreieckssektoren mit Rückenabschluß.

2. Die Sektoren des linken Gehänges zwischen Brig und Martigny.

Der folgende Text soll im wesentlichen ein Kommentar der Tafel sein, die der Arbeit beigeheftet ist und die die Sektoren im Aufriß wiedergibt. Die einzelnen Sektoren sind vom Goms bis Martigny nummeriert und zwar auf beiden Talseiten in unabhängiger Folge.

Der erste Sektor des linken Gehänges des Talabschnittes Brig—Martigny liegt zwischen der Saltine und der Gamse. Es ist ein Dreieckssektor mit Gratabschluß. Saltine und Gamse sind an Größe nicht stark verschieden. Beide münden in Schluchten ins Haupttal. Der Sektor ist demzufolge symmetrisch gebaut. Der nächste Sektor zwischen Gamse und Vispertal ist ein Dreieckssektor mit Rückenabschluß. Die beiden Seitentäler sind an Größe denkbar ungleich, so ist auch der Sektor ganz unsymmetrisch ausgebildet mit einem kurzen Schenkel auf der Seite der Gamse und einem langen auf der Seite des Vispertales. Das gewaltige Vispertal unterdrückte in seiner Nachbarschaft, wie wir bei der Besprechung des Einzugsgebietes sahen, jeden großen Zufluß. Das nächste Seitental ist denn auch nur von viertem Rang. Dieses kleine Seitental vermochte den Fuß des Gehänges nur in einer Klamm zu durchschneiden, so daß das Gehänge in seinem unteren Teil den Eindruck einer zusammenhängenden Fläche macht.

Um dieser Einheitlichkeit Ausdruck zu verleihen, fassen wir so zusammenhängende Sektoren zu Sektorengruppen zusammen. Sind es, wie im vorliegenden Fall, zwei Sektoren, so sprechen wir von Zwillingssektoren.

3. Der Trapezoidsektor.

Der Einfluß des Vispertales auf Sektor 9a ist unverkennbar groß. Wie wir später eingehend darlegen werden, hat hier der Vispergletscher über dem Steilhang eine Mündungslandschaft geschaffen. Große Flächen wurden durch diese Vorgänge vom ursprünglichen Haupttalgehänge gelöst. Im neuen, selbständigen Entwässerungsnetz dieser Mündungslandschaft entstanden auch Entwässerungsrinnen, die dem Haupttal parallel laufen und so blieb als Gehängesektor nur noch ein langgestreckter Steilhang übrig (Fig. 2). Diese Sektorform

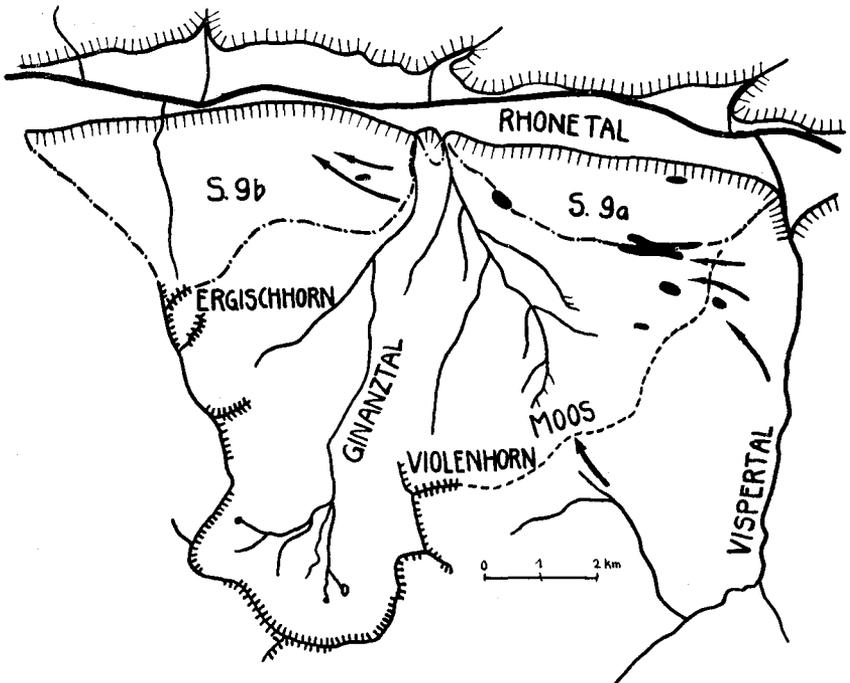


Fig. 2. Mündungslandschaft des Vispergletschers.

Ergischhorn und Violenhorn sind die Enden der aufs Haupttal zulaufenden Grate. Die gestrichelte Linie ist die Wasserscheide, die strichpunktierte die Grenzlinie der Sektoren 9a und 9b. Schwarze Flächen sind größere Rundhöcker. Pfeile geben wichtige Mulden an, durch die Eis ins Rhonetal gelangte.

weicht wesentlich vom Grundtyp, dem Dreieckssektor ab. Wir nennen sie nach der Form der das Gehänge bildenden Talwand Trapezoidsektor. Solche Trapezoidsektoren finden wir überall dort, wo sich in großer Nähe des Haupttales zu diesem parallele oder unter einem spitzen Winkel fließende Gewässer befinden. Hier haben wir es aber nicht mit einer alten Form, sondern mit einer erst glazialen Umwandlung eines ursprünglich dreieckigen Sektors in einem Trapezoidsektor zu tun. Der westliche Teil des Zwillingssektors ist ein sehr unsymmetrischer Dreieckssektor mit Gratabschluß. Auf diesen Zwillingssektor folgt ein zweiter zwischen dem Turtmantal und dem Einschnitt des Illsees. Seine beiden Gipfel sind Gratgipfel. Das Tälchen zwischen den beiden Gipfeln mündet sehr hoch, so daß die beiden Sektoren weitgehend eine zusammenhängende Fläche bilden. Der nächste Sektor springt bei einer kleinen Biegung des Haupttales nach links als Eckpfeiler aus dem Gehänge vor. Obwohl die beiden Täler senkrecht münden, divergieren sie doch in Folge der Talbiegung. Dieser Sektor war früher ein Dreieckssektor mit dem Illhorn als Spitze. Nun erhält aber der Abfluß des Illsees kurz vor der Mündung ein kleines Seitengewässer, das in weichen Dolomiten einen riesigen Erosionstrichter geschaffen hat. Das Zerstörungswerk ist schon weit fortgeschritten, sodaß zwischen dem jetzigen Sektor und seinem ursprünglichen Gipfel eine Einsattelung liegt. Er ist dadurch in seiner weitem Entwicklung vom Quergrat gelöst. Aus dem Dreieckssektor mit Gratabschluß ist ein trapezoidförmiger Sektor mit Längsrückena b s c h l u ß geworden. Auch hier handelt es sich also wie beim Sektor 9 a um eine erst späte Umwandlung eines Dreieckssektors in einen Trapezoidsektor, nur ist es hier ein fluviatiler Eingriff.²⁶ Die nächsten vier Sektoren von der Navigenze bis zur Fara zeigen in ihrer Umrißform nichts Neues. Es sind große Dreieckssektoren mit Quergrat- oder Querrückena b s c h l u ß. Schwierigkeiten bereitet nur manchmal die genaue Abgrenzung gegen ein Seitental. Denn gerade bei großen Seitentälern ist oft die Eckkante durch den Gletscher in Diluvialzeiten stark niedergeschliffen worden. Der letzte

²⁶⁾ Wenn wir von Sitten her das Rhonetal hinauf gehen, erscheint das Illhorn immer noch als markanter Sektorgipfel, denn die Einsattelung zwischen dem Gipfel und der Plaine Madeleine ist vom Talboden aus nicht ersichtlich. Das Gegenstück zum Illgraben sind auf der Seite des Val d'Annivières die zwei Pontischluchten, die sich im gleichen Gestein wie der Illgraben befinden. Auch von dieser Seite wird kräftig an der Loslösung vom ehemaligen Sektorgipfel gearbeitet.

Sektor der linken Talseite befindet sich zwischen Fara und Drance. Er spiegelt die besonderen Verhältnisse im Mündungsgebiet der Drance wieder. Auch hier sind die Stammtäler der Drance vorerst senkrecht auf das Haupttal gerichtet und gleichen darin durchaus den vielen andern Tälern der linken Talseite zwischen Brig und Martigny, aber der größte der drei Taläste, das Val de Bagnes, biegt in einer Entfernung von nur 7 km vom Rhonetal nach W um, nimmt nach 4 km das Val d'Entremont in 5 km Abstand von der Rhone und nach weitem 9 km das Val Champex in noch 2 km Abstand von der Rhone auf, um dann nach wenig mehr als 1 km in die Verlängerung des Rhonelängstales einzuschwenken.²⁷ Dieser eigenartige Richtungswechsel hängt mit dem auftauchenden Montblancmassiv zusammen, dessen Südrand die Drance folgt. Der geringe Abstand dieses zur Rhone konvergierenden Talstückes, der von maximal 7 km auf 1½ km bei dem Quertaldurchbruch sinkt, verhinderte die Ausbildung einer in verschiedene Einzugsgebiete aufgeteilte Restfläche, wie etwa zwischen dem Lötschental und der Rhone. So stellt die Restfläche ein prächtiges Beispiel eines nur wenig gegliederten einheitlichen Trapezsektors mit Längsrückenabschluß dar. Es handelt sich beim Sektor 16 nicht nur um eine nachträgliche Umwandlung eines ursprünglichen Dreieckssektors in einen Trapezoidsektor, wie beim Sektor 9a und Sektor 11, sondern um eine ursprüngliche Anlage. Mit der Verschmälerung des Gebietes zwischen Drance und der Rhone sinkt auch der die Wasserscheide tragende Längsrücken langsam ab, abwechslungsreich gliedert durch Einsattelungen und Erhöhungen, worunter der im Unterwallis bekannte Aussichtspunkt, der alleinstehende Felszahn Pierre à Voir mit 2477 m Gipfelhöhe, der einzige gratartige Ueberrest ist.

Der Ueberblick über die Umrißformen der Sektoren zwischen Brig und Martigny hat uns gezeigt, von welcher überragender Bedeutung die Seitentalöffnungen für die Gestaltung des Haupttalgehänges sind. Die klare und einfache Aufteilung des Einzugsgebietes macht sich nun in einer bestimmten Anordnung der Gehängeelemente geltend. Nie münden Täler gleichen Ranges nebeneinander. Neben der Visp, Borgne und Drance, die das Gehänge durch ihre weiten Talöffnungen und glazialen Mündungslandschaften großräumig zerschneiden, finden wir kleinste Tälchen 4. und 5. Ranges, welche nur die

²⁷) OULIANOFF N. Plis, Failles et Morphologie. Ecl. Geol. Helv. Vol. 34, No. 2 1941, p. 176.

obern Gehängepartien anschneiden, die untern nur gliedern. Wenn auch die Aufteilung des Einzugsgebietes nicht ideal symmetrisch erfolgte, so sind doch gewisse Symmetrien und Rhythmen in der Verteilung großer und kleiner Seitentäler unverkennbar. So folgen nach der Visp die Oeffnungen von Tälern 5., 4., 3., 4., 5. Ranges und dann 2., 3., 1., 2., 3., 1. Ranges.

Diese auffallenden Ergebnisse auf der linken Talseite der Strecke Brig-Martigny lassen es angezeigt sein, bei der Untersuchung der Gliederung des übrigen Gehänges des Rhone-längstales jeweils auch von der Aufteilung des Einzugsgebietes auszugehen.

4. Die Sektoren des rechten Gehänges zwischen Brig und Martigny.

Wir haben die Verhältnisse in der Aufteilung des Einzugsgebietes und der Zerschneidung des Gehänges auf der linken Talseite als Muster einer einfachen Aufteilung genommen, erstens weil das Einzugsgebiet breit ist, sich also Seitentäler verschiedenen Ranges ausbilden konnten, zweitens, weil die Täler meist senkrecht münden, drittens, weil die Hauptwasserscheide dem Haupttal ziemlich parallel läuft. Von diesen drei Voraussetzungen trifft auf der rechten Talseite nur die letzte zu, denn auf der rechten Talseite ist das Einzugsgebiet viel weniger breit und dazu mündet die Großzahl der Seitentäler schief ins Haupttal.

Da das ganze Einzugsgebiet viel weniger breit ist, sind die Größenunterschiede der Einzugsgebiete verschiedenen Ranges viel geringer. Wir finden auch mehr Einzugsgebiete ersten Ranges.

Auffallend sind auch hier wie auf der linken Talseite die vielen Längstalstrecken entlang der Hauptwasserscheide, so bei der Lizerne, der Liène, besonders aber bei der Dala und der Lonza. Die Lonza, welche das größte Einzugsgebiet des Abschnittes entwässert, liegt in ihrem Oberlauf in einem fast 20 km langen Längstal. Auch kleine Längstalstrecken, die sich auf Pässe entwässern, fehlen nicht. Das interessanteste Beispiel liefert sicher der Sanetschpaß. Hier befindet sich westlich des Passes die Hauptwasserscheide mitten auf einem Gletscher, dem Glacier de Zanfleuron, der sein Wasser in zwei parallelen Abflüssen auf den Paß sendet, wo der eine auf die Berner-, der andere auf die Walliserseite führt. Da der Gletscher von Felsen umrahmt ist, befinden wir uns hier vor dem paradoxen

Fall, daß die Hauptwasserscheide in einem Längstal liegt. Ähnliche Verhältnisse zeigen sich auch beim Glacier de la Plaine morte und dem Wildstrubel- und Lämmerngletscher. Diese Beispiele zeigen, daß wir es hier in diesem in hohem Maß verkarsteten Gebiet mit seinen Hochflächen mit sehr undurchsichtigen Abflußverhältnissen zu tun haben.

Die Einzugsgebiete ersten Ranges sind wegen den schiefverlaufenden Tälern durchwegs asymmetrisch, und so sind auch die Restflächen ersten Ranges stark asymmetrisch und häufig so klein, daß sie schon Gehängesektoren sind. Besondere Verhältnisse finden wir beim Rhoneknie. Hier läuft eine Wasserscheide auf der scharf ausgebildeten Eckkante von der Hauptwasserscheide bis hinunter zum Rhoneknie. Unser Schema über die Aufteilung des Einzugsgebietes, das wir auf Grund der Verhältnisse der linken Talseite gezeichnet haben, versagt hier, da es solche Talbiegungen nicht berücksichtigt. Das Neuartige besteht darin, daß an dieser Eckkante je zwei Einzugsgebiete gleichen Ranges aneinanderstoßen, was nach unserem Schema Fig. 1 a und der Definition der Einzugsgebiete verschiedenen Ranges ja nicht möglich sein sollte.²⁸ So haben wir für diesen Sonderfall unser Schema zu ergänzen. Unsere Fig. 3 a zeigt zuerst ein normales Einzugsgebiet in Form eines geradlinigen Streifens. Denken wir uns hier ein Einzugsgebiet 1. Ranges herausgeschnitten und schließen wir die entstandene Lücke durch eine Drehung, so daß A auf A', B auf B' fällt, so erhalten wir das Schema Fig. 3 b eines rechtwinklig abgelenkten Einzugsgebietes, das sowohl den wirklichen Verhältnissen beim Rhoneknie entspricht, als auch dem ersten Schema sich mühelos angliedern läßt. Unsere Einteilung in Einzugsgebieten verschiedenen Ranges läßt sich also auch bei Talbiegungen ohne weiteres durchführen.

Da das Einzugsgebiet der rechten Talseite verhältnismäßig schmal ist, münden auch die größten Zuflüsse aus Einzugsgebieten 1. Ranges in Schluchten. Wir können deshalb auf dieser Talseite in noch höherem Maß benachbarte Sektoren zu Gruppen zusammenfassen. Beginnen wir beim Rhoneknie mit der Sektorgruppe der Dent de Fully. Es ist die steilste Gehängepartie des ganzen Tales. Die Zertalung beschränkt sich auf die höheren Teile des Gehänges, die untern Partien sind nur von Gehängerrinnen zerschnitten. So bildet die ganze

²⁸⁾ Diese Unmöglichkeit gilt natürlich nur für Einzugsgebiete höheren Ranges. Einzugsgebiete 1. Ranges müssen sich ja definitionsgemäß an der Hauptwasserscheide berühren.

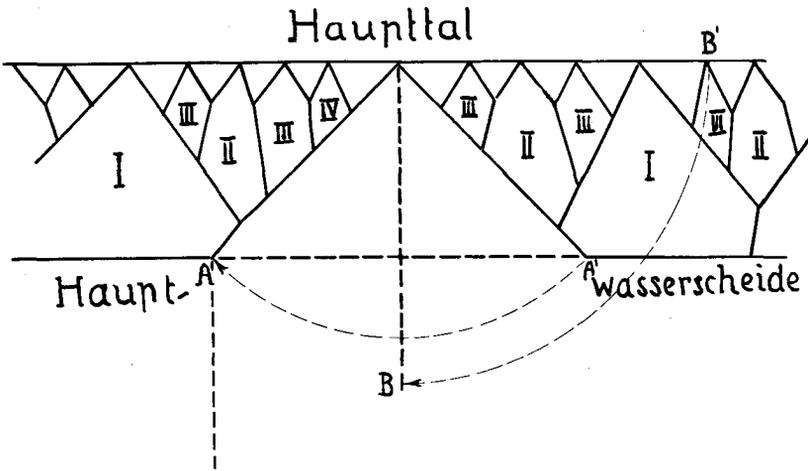


Fig. 3 a.

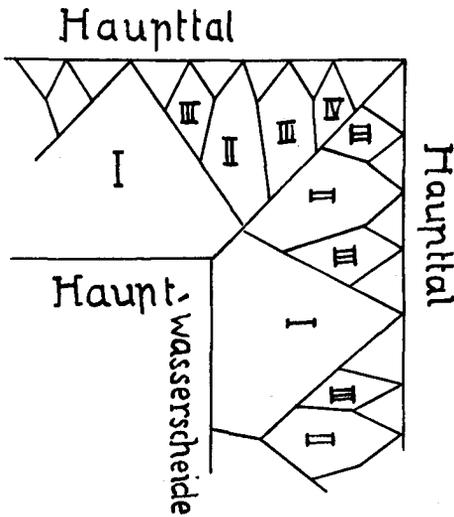


Fig. 3 b.

Schema der Aufteilung des Einzugsgebietes bei einer rechtwinkligen Talbiegung.

Figur 3 a zeigt ein streifenförmiges Einzugsgebiet, das eine dreieckige Lücke aufweist, sonst aber normal aufgeteilt ist. Schließen wir die Lücke durch eine Drehung, sodaß A' nach A und B' nach B zu liegen kommt, so erhalten wir die Figur 3 b, ein rechtwinklig gebogenes Einzugsgebiet.

I—IV sind Einzugsgebiete I. bis IV. Ranges. Die kleinen Dreiecke am Haupttal stellen Dreieckssektoren dar.

Gruppe eine geschlossene Talwand (Bild 11). Auf diese Gruppe folgt der Gehängeabschnitt der helvetischen Decken. Hier sind die aufs Haupttal zulaufenden Kämmе ganz asymmetrisch gebaut. Auf der Seite der Schichtköpfe fallen sie steil und mit Felsen ab, auf der Seite der Schichtplatten sind es sanftere Gehänge. Das äußert sich auch in der Form der Gehängesektoren. Der erste Sektor dieser Deckenstufenlandschaft zeigt in schönster Weise, wie sehr die Form des Haupttalgehanges vom dahinterliegenden Einzugsgebiet und dem Gebirgsbau abhängig ist. Das Gebiet zwischen den zwei Tälern der Salenze und der Losenze ist in ganz auffallender Weise durch die Erosion ausgeräumt worden. Bei dieser Ausräumung muß die Losenze in besonderem Maß durch das Auftreten weichen Schichtmaterials begünstigt worden sein. Ihr Tal beschreibt einen großen Viertelsbogen. Das linke Gehänge wird durch mächtige Felswände gebildet, das rechte ist eine unruhige, mehrfach zerschnittene Hügellandschaft. Etwa 8 km vom Haupttal entfernt nähern sich die Talursprünge der Salenze und der Losenze auf wenige 100 m. Die Wasserscheide zwischen den beiden Tälern liegt denn auch auf einem breiten Rücken, der zweimal eingesattelt ist. Am Ende dieses Rückens finden wir den Ardevaz, einen Restberg aus Kalk, der auf weichen Tonschiefern lagert. Steil streben aus dem Tal der Losenze die Platten an und brechen gegen Westen und Süden in Felswänden ab. Von seiner weichen Unterlage, die im Westen des Ardevaz auf größere Strecke das Gehänge bildet, trennt sich der Restberg gut ab, denn es tritt der Fels als steiler Klotz aus dem Gehänge etwas vor. In unserem Bestreben, die Einzelformen, aus denen das Gehänge zusammengesetzt ist, zu beschreiben, fassen wir denn auch den Ardevaz als selbständige Sektorform auf, trotzdem er auf der Westseite von dem anschließenden Gehänge nicht durch einen Zufluß, sondern nur entlang des schon erwähnten, markanten Felsabsturzes sich abgrenzen läßt. Das bedingt, daß wir natürlich auch den anschließenden Gehängeteil als Sektor aufzufassen haben. Dieses Hangstück zwischen Ardevaz und Salenze besteht aus so gleitfähigem Material, daß die ganze Fläche im Rutschen ist. Nach diesem Merkmal bezeichnen wir diesen Abschnitt als Gleithangsektor. Nach oben können wir ihn am besten durch den Rand der Abrißnischen, wo die gleitenden Massen losbrachen und Steilborde entstanden, begrenzen.

Nicht weniger eigenartig sind die Hangverhältnisse im Osten des Ardevaz. Der Ardevaz steigt mit seinen Felsplatten

auf der Ostseite rasch an, 2 km von ihm entfernt brechen die Felswände des Sektors des Haut de Cry ab. Gleichsam wie eingebettet zwischen diesen zwei Felsklötzen befindet sich der untere Teil des Losenzetales. Wenn wir bei andern Sektoren von benachbarten Sektorspitzen die Begrenzungslinie ohne Bedenken bis zum Seitenfluß ziehen, so zögern wir hier. Diese weitgeschwungene Talöffnung zwischen den schroffen Felsformen empfinden wir als eine eigene Form. Hier steigt das Seitental rasch an und bildet so mit dem mächtigen Schwemmkegel wirklich Haupttalgehänge zwischen zwei durch ihre felsige Form scharf umgrenzten Sektoren. Wir fassen dieses Gehängestück als Sonderform auf und nennen es fluviatilen Mündungssektor. Daß hier keine scharfe obere Abgrenzung gegeben werden kann, ist selbstverständlich.

Zwischen Losenze und Lizerne endet der mächtige Felsbogen, der im Grand Muveran und Haut de Cry gipfelt. Vom Haut de Cry fällt der Grat rasch zum Rhonetal ab. Gleich wie beim Ardevaz streben von E die Plattenschüsse an und brechen in wilden Felswänden gegen Westen ab. Wir haben als charakteristisch für die Gehängesektoren das starke Absinken der Restflächen zum Haupttalboden bezeichnet. Hier allerdings handelt es sich vom 2957 m hohen Haut de Cry weg zuerst noch um einen Grat, und erst von etwa 1700 m an beginnt die Gehängefläche. Der Gipfel des Haut de Cry ist aber so weit gegen das Haupttal vorgeschoben, daß wir ihn noch zu dessen Gehänge rechnen. In unsere Sammlung von Sektortypen nehmen wir diese Sonderform als Sektor mit Gratverlängerung auf.

Von hier weg sind bis nach Siders die Mündungen der Seitentäler schiefwinklig. Die Sektorflächen dieser Deckenstufenlandschaft gehen deshalb ohne scharfe Grenze ins Gehänge des Seitentales über und sind talaufwärts gerichtet. Grenzonen, gemeinsames Gehänge von Haupt- und Nebental im Osten, scharfe Abgrenzung, häufig mit Felsabstürzen nach dem westlichen Seitental charakterisieren diese Sektoren. Wir nennen diese Sektoren schiefstehende Sektoren.

Bei Siders befinden wir uns in der Mitte der Deckenstufenlandschaft. Es ist die innerste Schale, von wo aus die Deckenstufen ihre Richtung ändern. Die Sektoren 13b und 13a sind mit ihren Flächen schon talabwärts gerichtet. Ueberblicken wir die Sektoren von Siders bis zum Haut de Cry einerseits, bis zur Dala andererseits, so sehen wir, wie sie

gegen den Rand der Deckenstufenlandschaft an Fläche ab- und an Steilheit zunehmen. In den wenig geneigten zentralen Sektoren der Gegend von Siders beschränkt sich die Zerschneidung des Gehänges durch die kleinen Tälchen häufig nur auf die oberen Teile. Wir können deshalb hier einige Sektoren zu Gruppen zusammenfassen.

Von Leuk bis Brig wächst die Breite des Einzugsgebietes von 9 auf 18 km. Die Hauptwasserscheide verläuft auf dieser Strecke parallel dem Streichen des Aarmassivs, während das Haupttal von Leuk bis Visp schief zum hier untertauchenden Aarmassiv angelegt ist. Der streifige Bau des Aarmassivs hat die Anlage von Längstalstrecken begünstigt. Die beiden wichtigsten Zuflüsse dieser Strecke, die Dala und Lonza, münden zwar senkrecht ins Haupttal, bilden aber in ihren Oberläufen Längstalstrecken, die der Hauptwasserscheide parallel sind. Beim Leukertal ist die Längstalstrecke noch relativ kurz und die Form dieses Einzugsgebietes ersten Ranges die des bekannten Dreiecks mit der Basis an der Hauptwasserscheide. Auch die Restfläche zwischen Leukertal und Lötschental ist ein Dreieck, die ihrerseits in zwei Gehängesektoren zerschnitten wird. Wir fassen die beiden zu einem Zwillingsektor zusammen. Wir können einen großen Teil davon auf Bild 8 erkennen, worauf die enge Zerschneidung des Gehängefußes deutlich sichtbar ist. Wesentlich anders sind nun aber die Verhältnisse zwischen dem Lötschental und Aletschtal. Beim Lötschental überwiegt die Längstalstrecke bei weitem. Das Quertal ist nur ein kurzes und als Einzugsgebiet schmales Stück. Diese Anlage führt zu einer grundsätzlich andern Aufteilung des ganzen Einzugsgebietes, als wie wir sie bis jetzt schilderten, denn zwischen der Längstalstrecke der Lonza und dem Haupttal entstand hier eine dem Haupttal parallel laufende Wasserscheide, die nicht Hauptwasserscheide ist. Eine solche haben wir zwar schon im Mündungsgebiet der Drance kennen gelernt, aber dort ist der Abstand dieser Wasserscheide vom Haupttal so gering, daß die dadurch gebildete Restfläche zugleich Gehängesektor mit Längsrückenabschluß ist. Hier aber liegt sie mehrere Kilometer vom Haupttal entfernt. Zugleich übertrifft sie an Höhe bei weitem die Hauptwasserscheide. So haben wir eine trapezförmige Restfläche von ausserordentlicher Neigung zum Haupttal vor uns. Die Seitentäler, die sie zerschneiden, sind von kühner Wildheit, scharfe und geradlinige Grate trennen sie. Eng geschart liegen sie nebeneinander und sind senkrecht

aufs Haupttal gerichtet. Die Sektoren sind alle schöne Dreieckssektoren, vier mit Quergrat-, der oberste mit Querrückenabschluß. Sektor 10 ist ein Sektor mit Gratverlängerung. Eine weitere Sonderheit in diesem Gehängeabschnitt besteht darin, daß vom Baltschiedertal bis zum Lötschental, wo das Aarmassiv vom Rhonetal schief abgeschnitten wird, die Seitentäler im Mündungsgebiet innerhalb des Haupttalgehanges ins Streichen des Aarmssivs umbiegen. Die Sektoren sind daher asymmetrisch, mit einem talabwärts angehängten Sporn versehen, und kulissenförmig übereinandergeschoben (Bild 5). Wir nennen sie deshalb **Kulissenektoren**.²⁹ Wir haben schon im Gebiet der helvetischen Decken gesehen, daß Sektoren sich gegenseitig überdecken können. Dort sind aber die Täler nicht nur im Mündungsgebiet schief angelegt, sodaß die Sektorflächen talaufwärts blicken und der Uebergang vom Haupttalgehänge ins Nebentalgehänge innerhalb einer Ueberdeckungszone ein allmählicher ist. Hier aber biegt das Seitental erst im Haupttalgehänge um. Morphologisch ist die Abgrenzung von Haupttalgehänge und Nebentalgehänge scharf ausgeprägt.

Bei Brig erweitert sich das Tal zu einem eigentlichen Becken. Die ganze Landschaft wurde geprägt durch den gewaltigen, hier mündenden Aletschgletscher. Der jetzige Abfluß dieses Gletschers, die Massa, erreicht allerdings das Tal in einer engen Klamm, dem Massaki. Aber neben dieser Schlucht öffnet sich das über 2 km breite glaziale Aletschtal. Heute fällt die ganze glaziale Mündungslandschaft steil zur Rhone ab und bildet so ein eigenartiges Gehängestück, das wir glazialen Mündungssektoren nennen wollen.

5. Die Sektoren des Talabschnittes Brig-Fiesch.

Wenn die Unterschiede in der Ausbildung der beidseitigen Einzugsgebiete dieses Talabschnittes auch unverkennbar sind, so sind sie doch lange nicht so grundlegend, wie im Talabschnitt Martigny-Brig. Die beiden Talseiten stehen unter dem Zeichen der nach Brig konvergierenden Seitentäler. Die Salzine und das Tal des Aletschgletschers bilden Längstalstrecken, die erst im Mündungsgebiet in kurzen Quertalstrecken zur

²⁹⁾ P. BECK. Karte der letzten Vergletscherung der Schweizeralpen. Mitt. Nat. Ges. Thun, 1926.

Wir betrachten die schiefen Mündungen als durch den Gebirgsbau bedingt, und nicht wie Beck als Folge der Vergletscherung.

Rhone abbiegen. Diese Längstalstrecken bedingen Wasserscheiden, die dem Rhonetal parallel laufen. Die Restflächen zwischen Massa und Fiescherbach einerseits, Saltine und Binna andererseits, sind schmale Trapeze, und so wenig tief, daß das der rechten Talseite, wo doch das Einzugsgebiet die größte Breite erreicht, gar nicht weiter aufgeteilt, das der linken Seite sehr unvollkommen zerschnitten wurde.

Folgen wir der Wasserscheide zwischen Fiescher- und Aletschgletscher. Diese verläuft zuerst als Grat senkrecht auf das Rhonetal zu. Der Grat nähert sich aber nicht so weit dem Haupttal, daß er durch dasselbe abgeschnitten wird, sondern macht zuerst noch die Biegung des Aletschgletschers mit. Die auf dem Grat liegende Wasserscheide zwischen Aletschgletscher und Fieschertal wird bei der Biegung zur Wasserscheide zwischen Aletsch- und Rhonetal, und das rechte Fieschertalgehänge wird in unmerklichem Uebergang zum Rhonetalgehänge, da im Mündungsgebiet das Fieschertal zur Rhonetalrichtung umbiegt. Hier versagt die rein hydrographische, scharfe Abgrenzung, denn auf ein kurzes Stück fließen der Fiescherbach und die Rhone im gleichen morphologischen Tal, nur durch einen wenig hohen Rücken getrennt, sodaß sie ein gemeinsames Gehänge haben. Der Grat zwischen Rhonetal und Aletschgletscher sinkt während der nächsten 2,5 km von 2900 m auf 2500 m ab und geht in einen breiten Rücken über. Dieser in der Eiszeit vom Aletschgletscher überflutete Rücken steigt nach der 2078 m hohen Riederfurka nochmals bis auf 2234 m an, um dann als gut ausgeprägte Kante bis zur Massamündung abzusinken. Die Massa, der Abfluß des Aletschgletschers, zerschneidet das Gehänge in den untersten 300 m so scharf, daß die Schlucht in der Landschaft ganz zurücktritt. Aber der Uebergang vom langgezogenen und hohen Sektor in den tiefliegenden und etwas zurückversetzten Mündungssektor ist morphologisch doch so markant, daß die Abgrenzung keine Schwierigkeiten macht.

Der ganze Sektor zwischen Massa und Fiescherbach gehört in die Gruppe der Trapezoidsektoren mit Längsgrat- und Längsrückenabschluß.

Wesentlich komplizierter sind die Verhältnisse der linken Talseite zwischen Saltine und Binna. Die gegen Brig aufs Haupttal konvergierende Talflucht ist durch eine 2600 m hohe Wasserscheide, den Saflischpaß, hydrographisch geteilt und entwässert sich sowohl zur Saltine als auch zur Binna. Der das Rhonetal begleitende Längskamm ist durch die zwei

Längstäler und den Paß ganz vom übrigen Einzugsgebiet losgelöst. Der höchste Punkt lehnt sich an den Paß an. Hier bildet der Kamm Gratformen und geht dann beidseitig in einen breiten Rücken über. Die Wasserscheide zwischen Aletschgletscher und Rhonetal wurde in der Diluvialzeit vom anschwellenden Aletschgletscher überflutet, abgerundet und zum Teil niedergeschliffen. Der Längskamm der linken Talseite war einem solchen Angriff aus dem Seitental nicht ausgesetzt. Dagegen ist das sehr steile Gehänge durchfurcht von »Gräben«, wie die Abflurinnen der Entwässerung bezeichnenderweise benannt werden. Einige dieser Rinnen gehen nach oben in Erosionstrichter über, andere enden in Karen, sodaß der wasserscheidende Grat mehrfach geschweift und eingebuchtet ist. Die Frage, ob wir hier nur von Gehänge- rinnen oder schon von Seitentälchen sprechen sollen, kann nicht eindeutig entschieden werden. Für Seitentälchen sprechen die Einbuchtungen im Grat und die sehr schöne Zerschneidung des Gehänges in scharf umrissene Dreiecksflächen, andererseits ist diese Zerschneidung so wenig tief, und trägt so jugendliche Züge, daß der ganze Gehängeabschnitt doch wieder als zusammenhängende Fläche aufgefaßt werden kann. Je nachdem wir nun der einen oder andern Auffassung den Vorzug geben, können wir diesen Abschnitt als Sektor mit Längsgrat- und Längsrückenabschluß oder als Gruppe von Dreieckssektoren bezeichnen. Gerade diese Unsicherheit in der Zuteilung in unsere Typensammlung charakterisiert in hohem Maße die tatsächlichen Verhältnisse.

6. Die Sektoren des Gomses.

Im Goms ist das beidseitige Einzugsgebiet sehr schmal, sodaß nur ganz kleine Tälchen ins Haupttal münden. Immerhin ist die Entwässerung auf der nur wenig breitem linken Talseite etwas differenzierter, weil hier das Einzugsgebiet doch so groß ist, daß es zur Ausbildung von Einzugsgebieten verschiedenen Ranges kommt. Doch ist auch für ganz kleine Tälchen hervorzuheben, daß es ihnen gelingt, das Gehänge ganz zu durchschneiden, da das Größenverhältnis von Seitental zum Haupttal noch sehr günstig ist. Denn ganz allgemein gilt, daß talabwärts, mit zunehmender Größe des Einzugsgebietes der Rhone und gleichzeitig zunehmender Tiefe des Haupttales die Zerschneidung der untern Teile des Gehänges durch die Seitentäler eine immer unvollkommenere wird. Wie sehr das Goms in dieser Beziehung im Vorteil ist, mögen

einige Beispiele erläutern. Eindrücklich ist der Vergleich vom Münsterbach mit 15 km² und Sionne mit 29 km² Einzugsgebiet. Der Münsterbach, mitten im Goms, vermochte, allerdings in steilem Lauf, das Gehänge ganz zu durchschneiden, wandern wir aber talwärts bis nach Sitten, so sehen wir, wie die Sionne in einer engen Schlucht ins Haupttal mündet. Erst 4 km weiter oben im Gehänge weitet sich die Schlucht zu einem Tal, das sich mit dem Münstertal vergleichen läßt. Der Zuwachs der Rhone durch den Münsterbach beträgt 8,2%, durch die Sionne 0,9%. Kuhtal, Obertal, Niedertal, und Trütztal, die nacheinander auf der rechten Talseite ganz zu oberst im Goms angelegt sind, und eine durchschnittliche Größe von 5 km² aufweisen, zerschneiden die ganze erste Sektorgruppe in wohlabgegrenzte Dreieckssektoren — unterhalb Brig vermögen Einzugsgebiete dieser Größe nur Detailformen innerhalb eines Sektors zu bilden. Das Fieschertal und die Binna am Ende des Gomses zeigen sich der Rhone mit Einzugsgebieten von 84 km² und 117 km² noch ebenbürtig. Aber von hier weg wird das Verhältnis zu Ungunsten der Seitentäler verkleinert. So vermag nur noch das große Vispertal mit 787 km² gleichsohlig zu münden. Der Turtmännerbach mit 108 km² mündet in einem Wasserfall, der nur wenig in den Gehängefuß zurückverlegt ist, trotzdem sein Einzugsgebiet um ein Viertel größer ist als das des Fiescherbaches. Prozentual erreicht der Fiescherbach 41%, der Turtmännerbach aber nur noch 5% des Einzugsgebietes der Rhone. Diese Zahlen erläutern zur Genüge den völlig andern Charakter der Gehängezerschneidung. Da im Goms so kleine Seitentälchen sich bilden können, ist die Sektorbildung, besonders auf der rechten Talseite, eine sehr intensive.

Das Rhonelängstal wird im Goms durch einen breiten Rücken, den Längisgrat, abgeschlossen. Nur ein kleines Gewässer, der Längisbach, steil in einer schwach eingesenkten Rinne fließend, markiert die Fortsetzung der tektonisch vorgezeichneten Längstalfucht. In Bezug auf diese Längstalfucht ist die Rhone der erste rechtsseitige Zufluß, der das Gehänge zerschneidet. Wenden wir uns zuerst der rechten Talseite zu.

Das Einzugsgebiet zwischen dem Rhonequertal und dem Münstertal, dem nächsten Seitental mit vergletschertem Talhintergrund, ist so eigenartig, daß wir es eingehender zu besprechen haben. Die Hauptwasserscheide wird hier durch

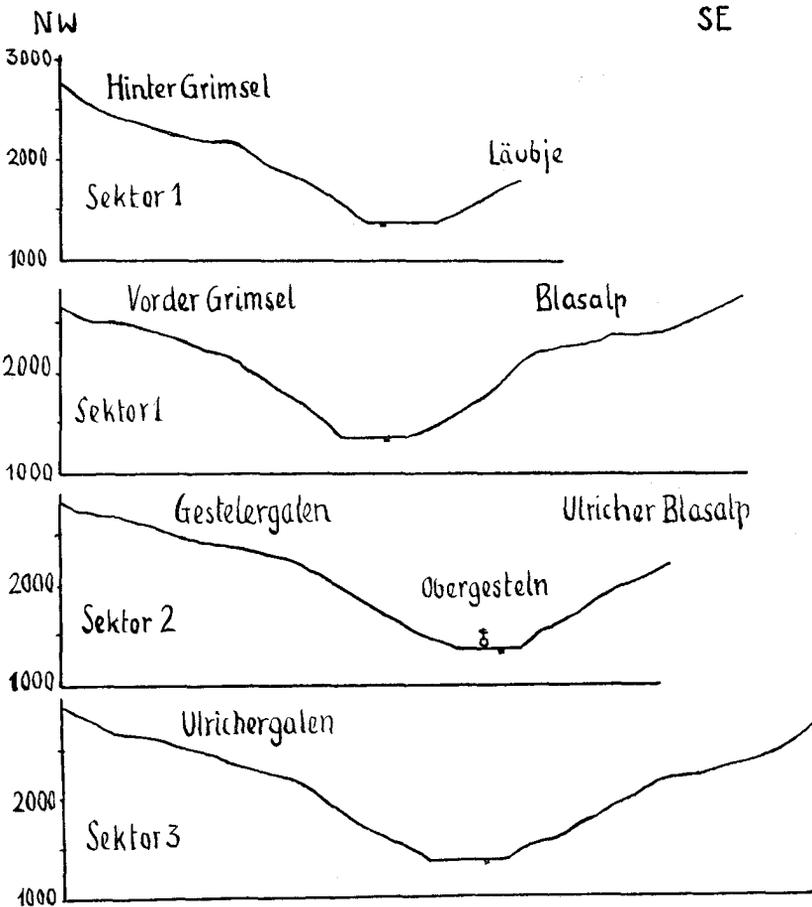


Fig. 4. Querprofile durch die drei obersten Sektoren des rechten Gehäges.

einen langsam ansteigenden Längsgrat gebildet, der durch beidseitig angelegte Kare guirlandenförmig geschweift ist und sich nur langsam vom Haupttal entfernt. Auf der 10 km langen Strecke steigt die Breite des Einzugsgebietes von 3,5 km beim Rhonequertal auf 4,5 km beim Münstertal an. Da also gleichzeitig das Einzugsgebiet breiter und in seiner äußern Umrahmung höher wird, nehmen auch die geradlinig aufs Haupttal zueilenden Karabflüsse an Bedeutung zu. So finden wir in diesem schmalen Streifen des Einzugsgebietes einen Uebergang von kleinen, oberflächlichen Gehängerrinnen bis zu kleinen Kartälchen, die das Einzugsgebiet zerschneiden. Die Profile (Fig. 4) durch die obersten Sektoren zeigen einen engen Trog in einer weitgespannten

Mulde. Wir wollen mit allem Vorbehalt die Annahme machen, die große, weitgespannte Mulde habe als altes Rhonetal einmal bestanden. Was ist nun davon noch wirklich vorhanden? Zwischen den obersten kleinen Tälchen ist das Troggehänge auf jeden Fall in kleine Dreieckssektoren zerschnitten worden, und vom alten Muldental existieren nur noch schmale Rücken, durch die wir die Profile gelegt haben. Hier ist das angenommene Muldental also sicher zerstört und gehört nicht mehr zum heutigen Rhonetal; denn das Wasser, das auf diese Rücken fällt, fließt in die kleinen Seitentälchen, auch der Schutt und Fels gleiten in diese ab. Ein flächenhafter Rest des alten Muldentales ist nur noch im trapezförmigen Sektor zwischen dem obersten Tälchen und dem Rhonequertal vorhanden. Diese Fläche gehört aber höchstens noch aus hydrographischen Ueberlegungen zum Rhonetal, da sie sich zum großen Teil nicht in ein Seitental, sondern über das Steilgehänge des Trogtales entwässert. Lassen wir die endgültige Entscheidung offen, und rechnen wir diese Flächen zu den gegenwärtigen Sektorflächen. Es handelt sich auch hier um einen jener Uebergänge von einem Talzustand zu einem neuen, der noch keine scharfe Grenzziehung zuläßt.

Diese Umformung des Tales aus einer weitgespannten Mulde in einen engern Trog vollzieht sich noch an weitem Stellen des Gomses. So im gegenüberliegenden Gehänge, wo sich auch über dem Steilhang schwächer geneigte Flächen befinden. Sobald sich der Haupttaflfluß eintieft, werden nur die nächst benachbarten Flächen abgeschrägt und die Zuflüsse beginnen sofort mit der Zerschneidung und Zerstörung der alten Gehängeflächen. Die Eintiefung des Haupttales geht auf Kosten seiner Breite vor sich. Vorbedingung, daß alte, unzerschnittene Gehängereste sich erhalten können, ist ein schmales Einzugsgebiet, sodaß von der Wasserscheide bis zum Haupttal die Sammelrinnen sich nicht oder nur langsam in kleine Seitentälchen verwandeln können.

Auf die ersten Sektoren zwischen Rhonequertal und Münstertal folgen zwischen Zuflüssen mit vergletschertem Talabschluß die Sektoren 6 und 7. Es sind Dreieckssektoren mit Querrückenabschluß. Die letzten zwei Sektoren des rechten Gehanges von Fiesch können wir zu einem Zwillingssektor zusammenfassen. Da das Fieschertal bis kurz vor der Mündung senkrecht aufs Haupttal zuläuft und dann im Mündungsgebiet in die Haupttalrichtung umbiegt, besitzt der Sektor 8b einen Sporn. Es ist ein schmaler, wenig hoher Ausläufer, der

den bezeichnenden Namen Giebelegg trägt. Ueberblicken wir nochmals das rechte Gehänge, so sehen wir als Folge des schmalen Einzugsgebietes in enger Scharung kleine und kleinste Tälchen. Der Größenunterschied von Tälchen zu Tälchen ist nur gering, die Talöffnungen beidseitig der Sektoren, mit Ausnahme der zwei letzten, von der gleichen Größenordnung. Die Sektoren sind deshalb von symmetrischer Form.

Von den zwei obersten Sektoren der linken Talseite haben wir schon erwähnt, daß sie über den Steilhang des Trogtales hinaufreichen.³⁰ Die Gehängezerschneidung der linken Talseite wird wesentlich dadurch beeinflusst, daß sich hier im Einzugsgebiet eine ganze Reihe von kleinern und größern Längstalstrecken ausbildeten, sodaß im Verhältnis zur Breite viel längere und damit bedeutendere Seitentäler entstanden, als auf der rechten Talseite. In den Restflächen konnten sich dagegen meist nur ganz kleine Tälchen entwickeln. Der Wechsel von Zuflüssen mittlerer Größe und kleinsten Tälchen ist denn auch ein auffallendes Merkmal. Dementsprechend können wir Sektoren, die nur durch diese kleinsten Tälchen getrennt sind, zu Gruppen zusammenfassen. Besonders auffallende Verhältnisse finden wir im Bereich der Binna. Deren Tal läuft während 12 km der Hauptwasserscheide entlang. So entsteht eine trapezförmige Restfläche, die in ihrer typischen Form ganz derjenigen zwischen Lonza und Rhone entspricht. Die Eigenart in der Entwässerung dieser Restfläche ersten Ranges besteht nun aber darin, daß sich hier nochmals ein Längstal entwickelte, sodaß dadurch eine Restfläche zweiten Ranges von Trapezform entstand. Diese allerdings ist nun so schmal, daß das Gefälle zum Rhonetal überwiegt, sodaß sie sich senkrecht aufs Haupttal zu entwässert. Betrachten wir diese Trapezfläche, die Sektorgruppe 4, etwas genauer. Die Wasserscheide zwischen dem der Rhone parallelen Seitental, dem Rappental, und der Rhone nimmt talabwärts an Höhe ab. Nur im höchsten Teil, im Talabschluß des Rappentales, finden wir Gratformen. Im übrigen verläuft die Wasserscheide auf einem Rücken. Dieser Rücken ist so breit, daß er vom Rhonetal her in seinem höhern Teil richtig durchtalt werden konnte. Mit der absinkenden Höhe des Rückens nehmen talabwärts diese Tälchen an Größe ab und bilden alle Uebergänge bis zu Gehängerinnen.

³⁰) Von dem Aussehen dieser beiden Sektoren gibt uns Fig. 194 auf Seite 659 der „Geographie der Schweiz“ Bd. III von J. Früh die beste Vorstellung.

Doch gliedern alle diese Abflüsse des Rückens das sehr steile Gehänge deutlich, so daß zwischen den einzelnen Tälchen und Rinnen scharf umgrenzte Dreiecke stehen blieben. Die letzte Rinne erinnert sowohl in ihrem wilden Aussehen als auch ihres Namens willen (Rufibach) an die «Gräben» der linken Talseite Fiesch-Brig. Hier wie dort handelt es sich um einen Uebergang und es kann hier wie dort nicht eindeutig gesagt werden, ob schon alle diese scharfgeschnittenen Dreiecksflächen als selbständige Sektoren aufzufassen seien.

Der letzte linksseitige Sektor des Gomses, der zwischen dem Mühlebach und der Binna liegt, ist ein Sektor mit Längsrückenabschluß. Der langsam absinkende Rücken der Sektorgruppe 4 kann, wie die Aufrißdarstellung zeigt, schön mit dem Rücken des letzten Sektors zu einem Ganzen verbunden werden. Das Quertal des Mühlebaches ist von so jugendlicher Wildheit, daß zwangslos eine erst junge Trennung dieser zwei Rücken angenommen werden kann. Das Rappental wäre dann als alter Zufluß der Binna anzusehen, die ja auffallenderweise nicht direkt in die Rhone mündet, sondern nach einer kurzen Quertalstrecke nochmals in die Längsrichtung umbiegt, welche die geradlinige Verlängerung des Rappentalstales bildet. Wir fassen deshalb das letzte, ganz kurze Längstalstück gleich vor der Mündung der Binna als eine sehr alte Talanlage auf, denn wir können nicht glauben, daß diese Talbiegung der Binna im Mündungsgebiet als Folge einer Abdrängung der Binna durch den diluvialen Fiescher-gletscher entstanden sei.³¹

Wie aus unserer Beschreibung der Umrißformen der Sektoren hervorgeht, ging unser Bestreben dahin, der Mannigfaltigkeit der Formen durch Aufstellen von Typen gerecht zu werden. Diese Typen sollen durch geometrisch einfache Begriffe und bezeichnende Namen den Grund zu bestimmten Vorstellungen geben, welche der Natur möglichst nahe kommen. Es soll nun im Folgenden weiter versucht werden, die einzelnen Typen in ein System einzuordnen. Unser Ziel ist ein Typensystem, das mit möglichst wenigen Formen für möglichst viele Täler wesentliches bieten kann. Wir betrachten denn auch das hier wiedergegebene System ausdrücklich als einen vorläufigen Versuch. Um auch graphische Darstellungen zu ermöglichen, haben wir gleichzeitig für jede Form des Systems eine Signatur angegeben.

³¹⁾ P. BECK: Eine Karte der letzten Vergletscherung der Schweizeralpen. Mitt. Nat. Ges. Thun, Bern 1926.

7. System der Sektortypen.

A. Einzelsektoren.

1. Klasse: Dreieckssektoren.



Typus 1. Gleichschenkliger Dreieckssektor.

Vorkommen: Zwischen gleichwertigen (gleichrangigen), senkrecht mündenden Seitentälern in Gestein, dessen Streichen dem Tal parallel ist.

Form 1. Dreieckssektoren mit Quergratabschluß.



Form 2. Dreieckssektoren mit Querrückenabschluß.



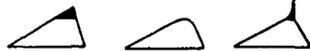
Form 3. Dreieckssektoren mit Gratverlängerung.



Typus 2. Ungleichschenkliger Dreieckssektor.

Vorkommen: Zwischen ungleichwertigen, (ungleichrangigen) aber senkrecht mündenden Seitentälern, oder zwischen Seitentälern in Gestein, dessen Streichen mit dem Tal einen Winkel bildet, vornehmlich einen rechten (Quertalsektorform).

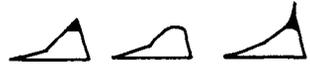
Form 1—3 wie bei Typus 1.



Typus 3. Kulissensektor.

Vorkommen: Bei senkrecht zum Haupttal angelegten Seitentälern, die im Bereich des Haupttalgehänges umbiegen, wodurch der Sektor talabwärts durch einen Sporn verlängert wird.

Form 1—3 wie bei Typus 1.



Typus 4. Schiefstehender Sektor.

Vorkommen: Bei schiefwinklig mündenden Seitentälern, so daß die Sektorfläche des Haupttales unmerklich ins Nebentalgehänge übergeht.

Form 1—3 wie bei Typus 1.



2. Klasse : Trapezoidsektoren.



Typus 1. Trapezsektor.



Vorkommen : Sehr nahe der Hauptwasserscheide, so daß diese den obern Abschluß bildet, dann auch zwischen zwei Seitentälern, die hinter dem Rücken Längstalstrecken bilden, die durch einen Paß getrennt sind.

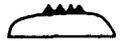
Form 1. Trapezsektor mit Längsgratabschluß.



Form 2. Trapezsektor mit Längsrückenabschluß



Form 3. Trapezsektor mit Längsgrat- und Längsrückenabschluß.



Typus 2. Trapezoidsektor.

Vorkommen : Umbiegen eines Seitentales aus der Quertal- in die Längstalrichtung nahe dem Haupttal. Höchster Punkt des Sektors in der Biegestelle.

Form 1—2 wie bei Typus 1.



Form 3. Der Längsgrat befindet sich auf der Seite der Biegestelle.

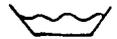


3. Klasse : Sonderformen.

Typus 1. Mündungssektoren.

Vorkommen : Bei sehr breit, aber nicht ebensohlig mündenden Seitentälern.

Form 1. Glazialer Mündungssektor, meist mit Rundhöckern.



Form 2. Fluvialer Mündungssektor; meist mit vorgelagertem Schwemmkegel.



Typus 2. Gleithangsektor mit Abrißnischen.

Vorkommen : In Gehängestücken mit gleitfähigem, weichem Gestein.



B. Sektorgruppen.

Vorkommen : Wo zwischen großen Seitentälern ganz kleine münden, die den Gehängefuß nicht zu zerschneiden vermögen, fassen wir derart unvollkommen zerschnittene Gehängestücke zu Sektorgruppen zusammen. Wir unterscheiden :

- a) Sektorgruppen aus Dreieckssektoren.



Die Einzelsektoren können einem bestimmten Typus und einer Form der ersten Klasse zugeordnet werden.

1. Zwillingssektor aus Dreieckssektoren.



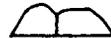
2. Sektorgruppe aus mehreren Dreieckssektoren.
Drillings-, Vierlingssektoren etc.



- b) Sektorgruppe aus kombinierten Formen.

Die Einzelsektoren können einem bestimmten Typus und einer Form der ersten oder zweiten Klasse zugeordnet werden.

1. Zwillingssektor aus einem Dreieckssektor
und einem Trapezoidsektor.



2. Sektorgruppen aus mehreren Dreiecks-
sektoren und einem Trapezoidsektor.



3. Dreieckssektor mit angehängtem
Gleithangsektor.



C. Verwandelte Sektoren.

Verwandlung von Dreieckssektoren in Trapezoidsektoren.

Vorkommen : Greift vom Seitental her eine Gehängerinne in einen Haupttalsektor über, und bildet sich aus dieser Rinne ein genügend großer Einschnitt, so kann dadurch die Sektorfläche so stark zerschnitten werden, daß der Sektorgipfel abgetrennt wird. Wir können zwei Typen unterscheiden :

- a) Glazial umgewandelter Dreieckssektor.



- b) Fluvial in einen Trapezsektor verwandelter
Dreieckssektor.



In Figur 5 sind die Signaturen für das ganze Rhonelängstal angewendet. Auf kleinem Raum kann damit wesentliches über die Form des Gehänges ausgedrückt werden.

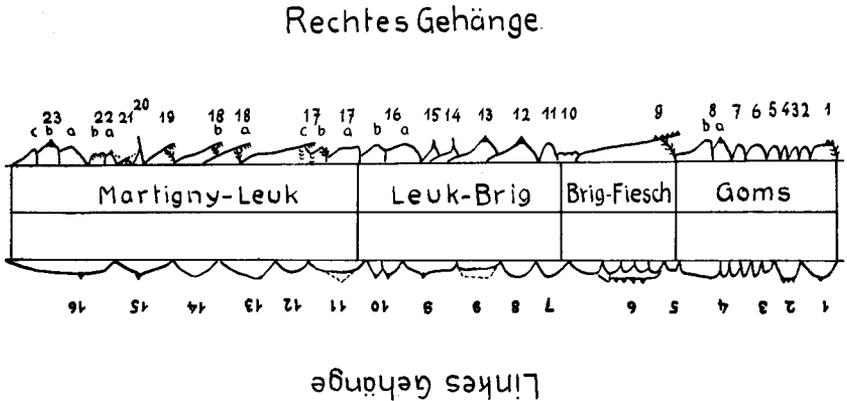


Fig. 5. Schematische Darstellung der Sektoren des Rhonelängstales. Längenmaßstab 1:400000.

VI. Die Formenwelt innerhalb der Sektoren.

Wenn wir das Tal durchwandern, so müssen wir immer wieder staunen ob der Vielgestaltigkeit der Formen. Die Auflösung des Gehänges in die einzelnen Sektoren hat diese Vielgestaltigkeit in hohem Maß gefördert, denn für Umwelteinflüsse ist jeder Sektor ein von den Nachbarsektoren in weitem Rahmen unabhängiges Gebilde, das individuell reagiert. Es sind diese individuellen Eigenarten, die den intimen Reiz der Landschaft ausmachen. Es liegt aber auf der Hand, daß gerade sie einer Beschreibung widerstreben, da Einmaliges nicht verglichen werden kann. Und doch zeigen viele der Formen verwandtschaftliche Züge, da die einzelnen Sektoren in einem gemeinschaftlichen Verband stehen, zusammen das Tal bilden und vielen Umweltseinflüssen gemeinsam ausgesetzt sind, wenn sie auch auf verschiedene Arten darauf reagieren. Trivial ausgedrückt sind die Sektoren Serienfabrikate, aber nicht von einer

Maschine, sondern von einem Handarbeiter aus verschiedenem Material geschaffen. So lassen sich die Formen nach gewissen Gesichtspunkten zusammenstellen und ordnen, ohne daß wir ihnen Gewalt antun.

Ein Vergleich möge die Art unserer Untersuchung darlegen.

Beobachten wir einen Bildhauer bei seiner Arbeit, so können wir sehen, wie er in hohem Maße von der Form des rohen, unbehauenen Blockes abhängig ist. Der Umriss bietet wohl unendlich viel Möglichkeiten, doch gleichwohl in einer gewissen Beschränkung. Wir sehen weiter, wie die Struktur des Materials eine bedeutende Rolle spielt, wie das gleiche Werkzeug auf dem Stoff, je nach der Richtung, in der es geführt wird, ganz verschiedene Spuren hinterläßt. Am Anfang wird immer noch bis zu einem gewissen Grad die Ausgangsform erkenntlich sein, doch wird es mit fortschreitender Arbeit zusehends schwieriger sein, sich davon noch eine klare Vorstellung zu machen. Studieren wir das fertige Werk, so werden wir immer noch die Spuren des Werkzeuges und die Struktur des Blockes erkennen können.

Diese Gesichtspunkte sollen auch für unsere Untersuchung wegleitend sein. Die Ausgangsform kennen wir zwar nicht. Aber für das Beschreiben der heutigen Formen ist dies keine unbedingte Notwendigkeit. Hingegen kennen wir den Rahmen, in dem heute gearbeitet wird. Es ist dies der einzelne Sektor, dessen vielgestaltigen Umriss wir geschildert haben. Ueber die Struktur und die Art des Stoffes gibt uns die Geologie Auskunft. Die Werkzeuge sind in unserem Gebiet vor allem das fließende Wasser und der Gletscher, die beide ihre arteigenen Erosionsrichtungen haben.

1. Erosionsrichtung und Erosionsart.

Beim Betrachten der unübersehbaren Fülle an Formen fällt uns auf, daß bei der Gliederung der Sektoren vor allem zwei Formgruppen und Linien vorherrschen. Zur ersten Gruppe gehören alle Verflachungen, die wir in jedem Sektor finden. Wenn wir mit Bedacht Verflachung schreiben, so möchten wir damit alle jene Formen erfassen, die die Sektoren in horizontaler Richtung gliedern. Die Neigung einer Verflachung in einem steilen Sektor kann eben so groß sein wie die steilste Partie in einem flach ansteigenden Sektor. Diese Verflachungen vermögen auch deshalb unsere Aufmerksamkeit zu fesseln, weil sie für den Bewohner der Sektoren oft der einzige Raum sind,

wo er seine Häuser baut und wo er seine Aecker anlegt. Vom siedlungsgeographischen Standpunkt aus muß deshalb ihr Studium einen bevorzugten Raum einnehmen. Für den Morphologen werden aber gerade durch die Besiedlung die horizontalen Linien in einem Sektor überbetont und gefälscht.³² Denn wenn wir aus größerer Entfernung, die uns die Sicht über ein weites Gebiet erlaubt, das Gehänge betrachten, so sehen wir, ohne daß wir besonders auf die Formen zu achten haben, schon an der Verteilung von Weide, Wiese und Aeckern einerseits, Wald und Fels andererseits, also vor allem aus der Verteilung der Farbe eine Menge von horizontalen Linien. Mit Recht können wir vermuten, daß überall dort, wo Wald und Fels durch hellgrüne Streifen abgelöst werden, Verflachungen liegen. Nun zeigt aber eine eingehende Begehung solcher Kulturlächen, daß es meist keine Flächen mit einheitlicher Neigung sind. Manche dieser Wiesen- und Weideflächen setzen sich aus einer Menge von kleinen Verflachungen zusammen, zwischen denen steile Partien liegen, ohne daß diese jedesmal bewaldet sind. Häufig sind es auch kleine Muldenzüge, die auf verschiedenen Höhen solche Gebiete durchziehen. In den Mulden befinden sich, vom gegenüberliegenden Gehänge kaum sichtbar, die Aecker, auf den Rücken vor den Mulden die Häuser, Scheunen und Kirchen. Weiter zeigt es sich, daß durchaus nicht alle Verflachungen gerodet sind, sodaß sie von weitem gar nicht erkenntlich sind. Vermag so ein Blick aus der Ferne nur dem guten Kenner der tatsächlichen Verhältnisse ein wahrhaftes Bild der Kleinformen zu vermitteln, so gilt das in noch erhöhtem Maß bei der Karte. Denn über die wirkliche Gestalt einer Verflachung kann die Kurvenkarte in keiner Weise nähern Aufschluß geben, da in ihr kleinere Mulden und kleinere Verteilungen gar nicht dargestellt werden können. Ebenso wenig können wir wirklich horizontale Flächenstücke aus der Karte allein erkennen, etwa durch Konstruktion von Profilen.³³ So

³²) FRUEH JAKOB: Ueber Form und Größe der glazialen Erosion. Verh. Schw. Naturf. Ges. St. Gallen 1906.

Er schreibt S. 279: „Sie erweisen sich als Erosionsterrassen meist anthropogen so ungeformt, daß sie aus der Ferne glatte, schiefe Ebenen, scheinbar elegante Flußterrassen vortäuschen. Beim Betreten befindet man sich in einer buckelig-unregelmäßigen, im gesamten geneigten Landschaft.“

³³) Robert Helbling: Die Anwendung der Photogrammetrie bei geologischen Kartierungen. Beitr. geol. Karte der Schweiz, neue Folge 76 Lief. Bern 1938. S. 41 schreibt er: „Man muß sich darüber klar sein, daß absolut korrekte Profilumrisse aus Karten nicht konstruiert werden können, selbst bei deren Entnahme aus Karten 1:10'000. . .“

stößt also die so wichtige Beschreibung der Verflachungen aus den eben genannten Gründen auf vielerlei Schwierigkeiten.

Die zweite Gruppe von Formen und Linien gliedert die Sektoren in vertikaler Richtung. Es sind dies Steinschlagrinnen, Gräben, Wildbachrunsen und Erosionstrichter. Sie sind in jeder Hinsicht in ihrem Bau bedeutend einfacher und klarer zu erfassen als Verflachungen. Dem Menschen sind sie für seine Bewegungen innerhalb des Sektors ein Hindernis und für die Besiedlung und den Anbau ungeeignet. Er meidet sie und hat so ihr Bild nicht verändert. Frische Anrisse heben sich durch helle Erd- und Gesteinsfarben heraus, alte, sanftere Formen, die die Sektoren senkrecht durchziehen, tragen auch mitten im gerodeten Gebiet Wald oder Gebüsch, sodaß sie von weitem mit aller Deutlichkeit erkannt werden.

Offensichtlich entsprechen diese beiden Formengruppen, die das Gehänge horizontal und vertikal gliedern, zwei verschiedenen Erosionsrichtungen, aber auch zwei verschiedenen Erosionswerkzeugen. Die beiden Richtungen sind durch das Tal bedingt. Die Erosionsrichtung, welche zur horizontalen Gliederung des Gehänges führt, ist der Richtung des Tales parallel. Wir nennen sie *Parallelerosion*. Wir verstehen darunter die Gesamtheit der Erosionsrichtungen des Haupttalglatschers und Flusses, die sich im Mittel der Richtung der Haupttalsohle anpassen. Innerhalb des Flusses oder Gletschers allerdings kann die Richtung beträchtlich schwanken, sodaß durch diese Erosionsvorgänge nicht nur rein horizontale Formen entstehen. Wesentlich für den Morphologen sind allerdings nur die Richtungsschwankungen beim Eisstrom, da das Flußbett viel zu wenig Höhenausdehnung hat. Die Gesamtheit dieser Richtungen fassen wir unter dem Namen *Talerosion* zusammen.

Nun werden aber die Sektorflächen nicht nur durch den Haupttalglatscher und Haupttalfluß bearbeitet, sondern auch durch ein eigenes Erosionsnetz. Bei ebenflächigen Sektoren, die parallel der Talrichtung stehen, müssen sich Erosionsrichtungen ausbilden, die genau senkrecht zur Haupttalrichtung stehen. Wir nennen sie *Orthogonalerosion*. Dieser Idealfall ist aber häufig nicht verwirklicht. Wir fassen deshalb alle jene Erosionsarten, die im Sektor entstehen und ihre verschiedenen Richtungen der Eigenart des Baues des Sektors verdanken, unter den Begriff *Sektorerosion* zusammen.

Talerosion und Sektorerosion zeigen sich in ihrer Auswirkung auf die Gestaltung des Gehänges als gegensätzlich. Tal-

erosion ist talerhaltend oder talschaffend, Sektorerosion ist talzerstörend. Eine Zwischenstellung nimmt die Erosion der Flüsse und der Gletscher ein, die aus Seitentälern ins Haupttal münden. Vor allem bei Gletschern können wir beobachten, daß sie im Mündungsgebiet, bevor sie mit dem Haupttalgletscher eins geworden sind, in den Haupttalsektoren Sonderformen schaffen. Wir fassen diese Erosionsvorgänge unter dem Namen Mündungserosion zusammen.

Wir geben zum Schluß eine kleine Uebersicht der drei Gruppen:

1. Talerosion, Idealfall: Parallelerosion.
2. Mündungserosion, sie geht von der Sektorerosion im Mündungsgebiet in Talerosion über.
3. Sektorerosion, Idealfall: Orthogonalerosion.

Im Wechselspiel dieser drei Erosionsrichtungen entstehen die mannigfaltigen Formen innerhalb der Sektoren.

Zwei Erosionsarten haben auf unser Gebiet eingewirkt, die fluviale und die glaziale. Untersuchen wir nun, in welchem Verhältnis bei der einen und andern Art Tal- und Sektorerosion zueinander stehen. Parallel wird nur vom Haupttalfluß und Haupttalgletscher erodiert. Die direkte Erosionstätigkeit von Fluß und Gletscher beschränkt sich aber nur aufs Bett. Im Vergleich zur Talhöhe ist in unserem Gebiet das Flußbett verschwinden klein. Wir können hier ruhig von linearer Erosionstätigkeit sprechen. Die großen Flächen, die über dem Flußbett liegen, werden ausschließlich durch die Sektorerosion bearbeitet. Talerrosion und Sektorerosion stehen in enger Wechselwirkung. Tieft sich der Haupttalfluß ein, so vergrößert sich dadurch auch die Sektorfläche und da die Erosionsbasis tiefer gelegt wird, wird auch die Sektorerosion angeregt. Durch Unterschneiden des Gehänges durch den Haupttalfluß kann dieses nachbrechen und so das Gehänge bis weit hinauf indirekt vom Haupttalfluß beeinflußt werden. Schüttet der Fluß auf, so beschränkt sich die talerhaltende Einwirkung auf dieses Unterschneiden und Versteilen des Gehängefußes. Auch durch diese Versteilung wird die Sektorerosion angeregt.

Erfüllt ein mächtiger Gletscher das Tal, so sind die frei darüber hinausragenden Gehängeflächen im Verhältnis zu der Bettiefe klein. Der Gletscher arbeitet flächenhaft. Auch wenn wir seine Arbeit gering einschätzen, ist doch anzunehmen, daß er alle durch die frühere fluviale Sektorerosion geschaffenen

scharfen Vorsprünge abschleift und abrundet und kleinere Gehängerinnen zum Verschwinden bringt. Auch wenn der Gletscher nicht in die Tiefe erodiert, schützt er doch weite Gehängeflächen vor der Sektorerosion, und wenn er abgelagert, überkleistert er Einschnitte im Gehänge mit Moränenmaterial. Die Tätigkeit des Gletschers ist also zum mindesten talerhaltend. Nur die kleinen Gehängeflächen über dem Haupttalgletscher unterliegen der Sektorerosion. Sind diese Flächen vereist, so können sie durch kleine Lokalgletscher orthogonal gegliedert werden und zwar sowohl durch Erosion, als auch durch Ablagerung von kleinen Moränenzügen. In der Natur des Eises liegt es, daß auch diese Formung flächenhafter ist, als bei fluviatiler Sektorerosion.

VII. Fluviale Tal- und Sektorerosion.

1. Fluviale Talerosion.

Im obersten Teil des Längstales fließt die Rhone in einem hochaufgeschütteten Talboden dahin. In dieses Talstück gelangt sie aus dem hochgelegenen Gletschboden durch ein steiles Quertalstück. Das Material des Gletschers konnte schon im Gletschboden abgelagert werden. Das Geschiebe, welches die Rhone durch die Quertalstrecke transportiert, lagert sie in einem großen Schwemmkegel beim Eintritt in den flachen Talboden ab. Beim Verlassen dieses Schwemmkegels ist sie also geschiebearm. Die Entwässerungsrinnen des wenig hohen Steilgehanges haben hier nur kleine Schwemmkegel seitlich ins Tal hineinbauen können. Die Rhone ist also durch sie kaum gehindert und konnte vor der Eindämmung in dem versumpften Talboden frei hin und her pendeln. Kleine Versteilungen im Glazialschutt des Gehängefusses lassen darauf schließen, daß hier die Rhone einmal unterschritten hat. Aber schon ist diese Form fluviatiler Talerosion von vielen kleinen Rinnsalen orthogonal zerschnitten worden. 4 km nach dem Eintritt der Rhone ins Längstal wird dieses bei Obergesteln von einem Moränenwall gequert.³⁴ Von der Rhone, die hier durch den Schwemmkegel des Mühlebaches ganz ans linke Gehänge gedrängt wird, wurde er auf der Südseite zerschnitten. Damit treten wir

³⁴) Es handelt sich nach W. Fehr, Geol. Karte der Urserenzone (1926), um einen Moränenwall des Daunstadiums.

in den zweiten Abschnitt über, eine neue »Talbodenkammer«. Auch hier ist der Talboden noch versumpft, aber von beiden Seiten schieben sich aus kleinen Tälchen und größern Gehängen Schwemmkegel vor, die die Pendelbewegungen der Rhone einengen, und dann beginnen bei Münster die riesigen Schuttkegel der rechten Talseite, die die Rhone ganz an das linke Gehänge drängen. Hier finden wir nun mehrmals Stellen, wo der eingeeengte Fluß Schwemmkegel unterschritten hat. Die Steilborde bilden kleine Kreisbögen, die sich guirlandenförmig aneinanderreihen. Innerhalb des Bereiches dieser grossen Schwemm- und Schuttkegel beginnt die Rhone sich einzutiefen.

Der Einfluß der Rhone auf die Gestaltung des Tales ist in der gegenwärtigen fluviatilen Erosionsperiode in diesem Abschnitt gering. Die Breite des Tales ist wohl vielmehr die Folge der Aufschüttung als der Seitenerosion. Das kleine Flößchen vermag sich nicht einmal der seitlichen Schwemmkegel zu erwehren. Es ergibt sich daraus der für unsere weitere Untersuchung sehr wichtige Schluß, daß die Gestaltung des Gehänges in diesem obersten Talabschnitt fast ganz den mündenden Zuflüssen und der Sektorerosion überlassen bleibt. Unser besonderes Interesse muß der folgende Talabschnitt finden, in dem sich der Fluß einzuschneiden beginnt. Denn hier schafft er ja neues Gehänge, in dem Reste des alten Talbodens zu finden sind, und zwar in so langsamem Uebergang, daß wir alle Stadien verfolgen können.

Zuerst pendelt die Rhone noch in weiten Schleifen hin und her. Dabei hat sie Mäanderterrassen in verschiedenen Höhen eingeschnitten, die mit ihren Prallhängen 200 m, bis sogar 500 m vom Fluß entfernt sind. Bis zum Becken von Fiesch wird das neue Kerbtal immer schluchtartiger, immerhin so, daß auch innerhalb der Schlucht kleine kesselartige Erweiterungen nicht fehlen. Zwei Dinge wollen wir festhalten. Erstens wird durch das Eintiefen der jeweilige Lauf in einer bestimmten Lage fixiert. Der Fluß kann nun ja nicht mehr hin und her pendeln und beim Verteilen seines Geschiebes das eine oder andere Gehänge unterschneiden. Das alte Gehänge ist nun ganz sich selbst überlassen, einzig der Sektorerosion ausgesetzt. Schutt aus dem Gehänge kann ungehindert am alten Gehängefuß abgelagert werden, ohne daß er von der Rhone weggetragen oder verteilt wird. Gleichzeitig wird aber für die Zuflüsse aus Seitental und Gehänge die Erosionsbasis tiefer gelegt. Zuerst beginnen die Zuflüsse von Bedeutung, bald aber

auch die kleinern, das Gehänge des neuen Kerbtales zu zerschneiden, weiter zerschneiden sie auch ihre eigenen alten Schwemmkegel auf dem alten Talboden, und endlich wird rückwirkend auch die Seitental- und Sektorerosion angeregt. Mit fortschreitender Eintiefung des Haupttalflusses werden somit auch die Talbodenreste zerschnitten und wesentlich umgestaltet. Es ist gut, wenn wir sie genau ansehen und sie in unserem Gedächtnis vormerken. Mit ihren Schwemmkegeln, kleineren und größeren Anrissen, stellen sie schon jetzt, wo sie doch noch mit unzerschnittenem Talboden des obern Goms verbunden sind, sehr unruhige Flächen dar mit Höhenunterschieden und rückläufigen Gefällen von 50. m und mehr auf 1 km. Im Fiescherbecken sinkt der alte Talboden bis auf das Niveau des Flusses und steigt dann wieder an (Fig. 11). Wir können uns hier gut ein Bild von der zukünftigen verwirralichen Verteilung der Talbodenreste machen, wenn hier die Rhone und all ihre Zuflüsse ihre Zerschneidung weiter geführt haben. Rückläufige und steil absteigende Terrassen werden eine zuverlässige Rekonstruktion verunmöglichen. Unterhalb des Fiescherbeckens, bald nach der Mündung der Binna, sinkt der alte Talboden rasch ab. Hier bildet die Rhone eine Schlucht. Dann folgt ein kleines, erweitertes Talstück, in dem die Rhone einen ebenen Boden gebildet hat; aber schon ist er wieder zerschnitten, sodaß im Gehängefuß zwei durch eine Verebnung getrennte Steilborde übereinanderliegen. Es folgt nun eine Reihe von Erweiterungen und schluchtartigen Talstücken. In den Erweiterungen hat die Rhone zeitweise aufgeschüttet, dann aber den Schutt wieder zerschnitten. Endlich erweitert sich dieses Talstück oberhalb Brig trichterförmig und geht dann in den hochaufgeschütteten Talboden über, den wir ununterbrochen bis Martigny verfolgen können. Die mit ihren vielen Schotterterrassen und Steilborden, Erweiterungen und Verengungen so vielgestaltige Talstrecke vom Goms nach Brig zeigt uns, daß bei der fluviatilen Erosion die Steilstrecke nicht einheitlich von unten her aufgeschüttet und durch Seitenerosion verbreitert wird, daß vielmehr die Umwandlung in ein breites, hochaufgeschüttetes Tal durch Verschmelzen einer ganzen Reihe knotenartiger Erweiterungen vor sich geht. Das neugebildete Gehänge wird dementsprechend auch nicht als glatte Fläche ausgebildet, sondern ist vielfach in unzusammenhängenden Absätzen getrept.

Die aufgeschüttete Talebene von Brig bis Martigny unterscheidet sich vom aufgeschütteten Goms wesentlich dadurch,

daß sich hier die kleine Rhone des Gomses zum ansehnlichen Fluß entwickelt hat. Est also anzunehmen, daß sie nicht nur aufgeschüttet und durch Aufschüttung den Talboden verbreitert hat, sondern auch in der Seitenerosion leistungsfähiger geworden ist. Die Eindrücke, die wir hier von der Arbeit der Seitenerosion erhalten, sind allerdings recht zwiespältiger Natur. 4 km oberhalb Brig tritt die Rhone in eine gewaltig erweiterte Talstrecke über, die wir als die Mündungslandschaft des Aletschgletschers auffassen, das Brigerbecken. Die glaziale Ausgestaltung dieser Landschaft werden wir später besprechen. Uns interessiert in diesem Zusammenhang die fluviatile Formgebung. Beim Eintritt der Rhone liegt der große glaziale Talboden fast 200 m höher. Er sinkt dann rascher ab, als der heutige, fluviatile Talboden und verschwindet wenig unterhalb Brig unter dessen Schottern (Bild 3 und Fig. 6). Auf der rechten Seite der Rhone stehen die Gesteine des Aarmassivs an, von Felsen durchsetzt steigt das Gehänge in mehreren Absätzen an. Auf der linken Seite befinden sich Bündnerschiefer, die in einem einzigen Steilbord zur Höhe des Brigerberges aufstreben. In ihm finden wir an einer Stelle eine typische bogenförmige Einbuchtung des mäandernden Flusses. Weshalb auf der rechten Talseite das entsprechende Steilbord fehlt, beantwortet uns das Gebiet unterhalb der Mündung der Massa. Hier steigt als steiler First ein Moränenzug, der »Massaeggen«, bis auf das Niveau des heutigen Flusses hinunter. Das Steilbord der linken Seite ist also nicht das Endergebnis der unterschneidenden, mäandernden Rhone allein, da diese dann sowohl die rechte, wie auch die linke Seite bearbeitet hätte. Vielmehr muß hier die Rhone längere Zeit der Stirne des Aletschgletschers entlang geflossen sein. Rechts haben wir also Formen glazialer Mündungserosion, links das Ergebnis fluviatiler Talerosion in weichen Bündnerschiefern.³⁵

Am Ausgang des Brigerbeckens wird die Rhone durch den Schwemmkegel der Saltine, dann durch den Schwemmkegel der Gamse ganz an das rechte Gehänge gedrängt. In den harten Gesteinen des Aarmassivs konnte die Seitenerosion kein so eindruckliches Steilbord schaffen, wie in den Bündnerschiefern. Doch ist eine Versteilung des Gehängefußes gut bemerkbar.

³⁵) Gut Albert: Das Felsrelief an der Vereinigung glazialer Täler. Zürich 1936. S. 32 „Während also die linke Seite dem freien Spiel des Rhonewassers preisgegeben war, lastete auf der rechten Talseite noch eine Eiszunge. So erodierte die Rhone . . . längs der heutigen Steilwand ihr Bett.“

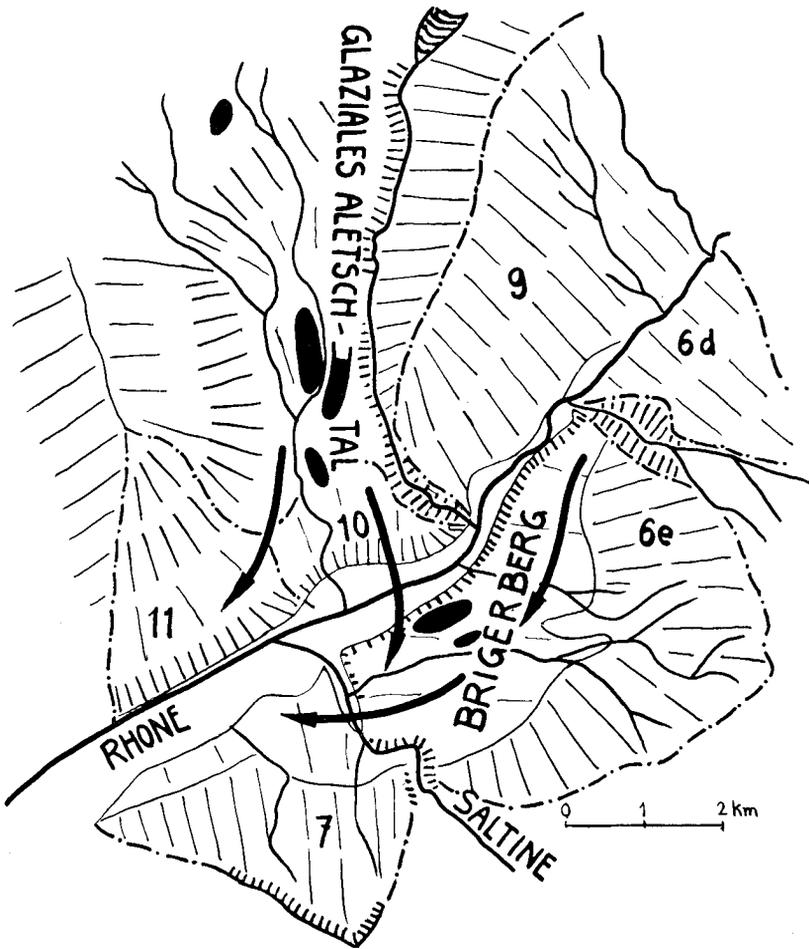


Fig. 6. Aletschgletschermündung.

Die Figur zeigt die zum Hauptfluß parallele Entwässerung des glazialen Aletsch- und Rhonetales. Die Grenzlinien der nummerierten Sektorflächen sind strichpunktirt. Hügel und Rundhöcker in den glazialen Talböden sind schwarz. Die Pfeile geben die mutmaßliche Richtung des Gletscherflusses an.

Unterhalb Visp besteht das linke Gehänge auf mehr als 7 km aus einem von Fels durchsetzten und bis 400 m hohen Steilabfall aus Bündnerschiefern. Die Rhone fließt gegenwärtig auf der andern Talseite, aber es fällt doch auf, wie wenig Schutt hier am Fuß des linken Gehänges liegt. Unvermittelt versinken kleine, senkrechte Felswände im Talboden, der stellenweise als Sumpf ans Gehänge reicht, gleich wie ein

felsiges Ufer im Wasser eines Sees verschwindet. Hier haben unverkennbar die Rhone und die mündende Visp den Gehängeschutt beseitigt und verteilt und sicher auch durch Seitenerosion die Steilheit des Gehängefußes erhalten. Aber wenn wir so auch untrügliche Zeichen von Seitenerosion in versteilten Gehängefüßen hier und dort finden, so macht es uns doch wieder stutzig, wie wehrlos die große Rhone Schwemmkegeln gegenüber ist. Hier kann sie nicht frei hin und her pendeln. Einseitig wird und wurde sie durch die Schwemmkegel ans Gegengehänge gedrängt; und doch finden wir keine Anzeichen, daß die Rhone durch diese fortgesetzt einseitige Lage in besonderm Maß seitlich erodiert habe, denn nirgends ist das Gehänge der Form des Schwemmkegels entsprechend halbkreisförmig eingebuchtet, wenn auch oft ein versteilter Gehängefuß erkannt werden kann, und vor allem der Gehängeschutt fehlt. Vergleichen wir diesen merkwürdigen Befund mit dem Steilbord im Brigerbecken, das wir unzweifelhaft der fluviatilen Seitenerosion zuzuschreiben haben, so ist zu sagen, daß im Brigerbecken bei fortschreitender Seitenerosion das Bord nur wenig an Höhe zunimmt, da ja nur ein wenig höherer Talboden zerschnitten wird. An jeder andern Stelle, besonders in steilem Gehänge wächst beim Unterschneiden der versteilte Gehängefuß viel schneller in die Höhe.

Eine Gruppe für sich bilden alle jene Formen, die entweder als freistehende Hügel oder als Gehängevorsprünge in besonderem Maß der Erosion der Rhone ausgesetzt sind. Wir denken da zuerst an die Bergsturzhügel oberhalb Siders, an denen die Rhone gegenwärtig arbeitet und die sie durch Unterschneiden in steilen Halden entblößt hat, dann aber auch an die Tomahügel unterhalb Siders, bei denen die steilen Borde von fluviatiler Bearbeitung zeugen. Oberhalb Sitten wird die Rhone durch die Borgne scharf ans rechte Ufer gedrängt. Dort, wo ihr schön geschwungener, halbkreisförmiger Bogen von etwas mehr als 2 km Radius sich vom rechten Gehänge zu lösen beginnt, treten die Felsen von Tourbillon und Valère bei Sitten vor. Die durch die Rhone geschaffenen Steilabfälle an diesen Gehängevorsprüngen sind hier offensichtlich.

Ueberblicken wir nochmals den Talabschnitt Brig—Martigny, so finden wir genügend Anzeichen junger, fluviatiler Seitenerosion. Diese ist aber nirgends beträchtlich. Mit zunehmender Höhe des versteilten Gehängefußes wird ja auch die

schuttliefernde Fläche größer und dadurch der Vorgang der Seitenerosion verlangsamt. Da an einzelnen Stellen Moränenmaterial bis hinunter zum Rhonetalboden beobachtet werden kann, darf der Einfluß der postglazialen Talerosion als geringfügig bezeichnet werden. Immerhin ist er so groß, daß Schutthalden am Gehängefuß zu den Seltenheiten gehören.

2. Fluviale Sektorerosion.

Die Facettierung des Dreieckssektors durch die Zentralrinne.

Im Rhonetal sind die Sektorflächen so groß, daß sich in ihnen ein ganz bestimmtes und oft tief eingegrabenes Entwässerungsnetz ausbildet, es sind aber doch die Wassermengen so gering, daß sie sich bei der Erosion den Härteunterschieden des Gesteins viel mehr anpassen müssen, als die großen Zuflüsse aus den Seitentälern, die oft mit bemerkenswerter Unbekümmertheit ihren Lauf durchsetzen. Das Ergebnis der Entwässerung im Gehänge ist deshalb häufig vielmehr modellierend als zerschneidend. Der Mustersektor ist dort zu suchen, wo das Gehänge möglichst steil ist, denn dann kann es in der horizontalen nur wenig gegliedert sein, und wo das Gestein möglichst horizontal gelagert ist. Einen solchen Sektor finden wir gegenüber von Martigny. Er ist das Mittelstück der letzten Sektorengruppe des rechten Gehanges und gipfelt in der Dt. de Fully. Bild 11 ist eine vom Talboden aus aufgenommene Photographie des zentralen Teiles des Sektors. Ueber einem kristallinen Sockel folgen im Gipfelbau eine Mehrzahl von Bändern autochthoner, vorwiegend aus Kalk bestehender Schichten. Der Gipfel besteht aus Kalken der Morclesdecke. Die Dt. de Fully erreicht eine Höhe von 2903 m und ist mit $36,5^{\circ}$ einer der steilsten Sektoren des ganzen Längstales. Unser Bild zeigt nun, wie sich unter dem Gipfel ein großer Erosionstrichter ausbildete, der nach unten in eine enge Abflußrinne übergeht. Am Ende dieser Rinne befindet sich ein kleiner Schwemmkegel. Dieses ganze Abflußsystem in der Mitte des Sektors nennen wir das Zentralrinnensystem, oder kurz die Zentralrinne. Durch den großen Erosionstrichter wurde der Sektor in drei deutlich getrennte Bauten gegliedert, den zentralen, zurückversetzten Gipfelbau und zwei Vorbauten. Diese Gliederung der Sektoren nennen wir die Facettierung und unterscheiden hier eine

Zentralfacette oder analog den Bezeichnungen bei den Einzugsgebieten Facette ersten Ranges und zwei Facetten zweiten Ranges. Wir sehen, daß in der linken Facette schon eine weitergehende Gliederung in Facetten dritten Ranges beginnt. Durch die Facettierung wurde das Einzugsgebiet des Sektors in scharf getrennte und für die weitere Gehängeerosion unabhängige Teile zerlegt. Die Vorbauten sind mit dem Gipfelbau nur noch durch Grate und schmale Rücken verbunden. Beachtenswert sind die verschiedenen Höhen der beiden Vorbauten. Der niedrige Vorbau tritt zudem mehr aus dem Sektorverband heraus als der größere.³⁶

Jeder Gehängevorsprung wird für die weitere Erosionstätigkeit ein selbständiges Gebilde. Er gehört wohl noch zum Sektorverband, aber seine Eigengesetzmäßigkeit ihm gegenüber ist ebenso groß, wie diejenige der einzelnen Sektoren gegenüber dem Gehängeverband, dem sie angehören. Fig. 7 stellt einen solchen alleinstehenden Gehängevorsprung dar. Sie soll zeigen, wie die Entwässerung höherer Gehänge-
teile durch den Vorsprung abgelenkt wird und darüberliegende Gehängeteile ihren Einfluß auf die Vorderseite des Vorsprungs verlieren. Der Einfluß der abgelenkten Gehängerinnen auf den Vorsprung besteht darin, daß sie ihn vom rückliegenden Gehänge lösen, so daß bei B ein Sattel entsteht (Bild 3). Nun wird sich selbstverständlich in den Vorsprüngen ein Entwässerungsnetz ausbilden, das umso stärker eingetieft sein wird, je höher der Vorsprung ist. Es muß deshalb zwischen der Höhe einer Fläche und der Geschwindigkeit ihrer Zurückverlegung durch die Erosion ein einfacher Zusammenhang bestehen, den wir wohl so formulieren dürfen: Je niedriger ein Gehängevorbau ist, umso mehr springt er aus dem Sektor vor.

³⁶⁾ Die Erkenntnis der Gliederung einer Dreiecksfläche in eine zurückliegende Gipfelbaute und zwei Vorbauten führt weit über das Gebiet der Gehängesektoren hinaus. Diese Gliederung ist eine der häufigsten Erscheinungen der Alpen überhaupt. Wir können diese Formengruppe bei den schönsten Gipfeln beobachten. Sie verleiht der Jungfrau im Berner Oberland ihre unvergleichliche Schönheit. Hier ist die Zentralrinne von einem Gletscher erfüllt und der Hauptgipfel wird flankiert vom Silberhorn und vom Schneeshorn. Unwillkürlich wird der Beschauer an eine mächtige, sitzende Person erinnert und er denkt an das Wort „Thron der Götter“.

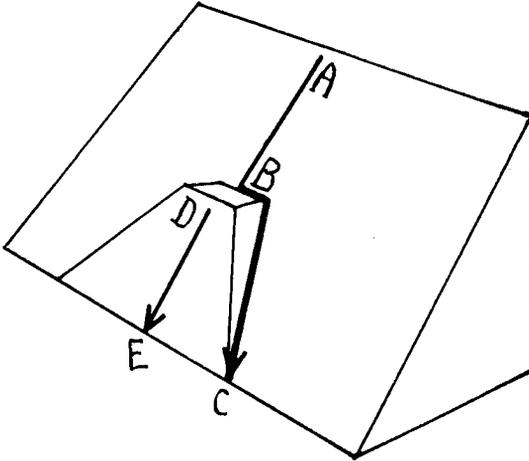


Fig. 7. **Gehängevorsprung.**

Durch den Vorsprung wird bei B die Gehängerinne AC nach C abgelenkt. Der Vorsprung entwickelt eine von der höhern Gehängefläche unabhängige Rinne DE. Bei B bildet sich ein Sattel.

3. Verflachungen und Talbodenreste.

Je nach dem Alter werden diese Vorbauten verschiedene Züge tragen. Sind sie ganz junger Entstehung, so werden sie mit dem zurückliegenden Gehänge durch scharfe Grate verbunden sein. Je älter sie werden, umso mehr werden sie durch die fortschreitende Erosion und die Verwitterung abgerundet. Wenn wir uns noch vorstellen, daß diese vorspringenden Gehängeteile einer oder mehreren glazialen Erosionsperioden ausgesetzt werden, so ist leicht abzusehen, daß dann auf dem First der Vorsprünge Verflachungen entstehen werden. Halten wir dieses wichtige Ergebnis fest:

Ausgehend von rein örtlicher Sektorerosion können in einem Sektor Verflachungen entstehen. Diese Verflachungen sind ganz unabhängig von Verflachungen der Nachbarsektoren und dürfen nicht als Talbodenreste aufgefaßt werden.

Kehren wir nach dieser Betrachtung der Vorbauten wieder zur wichtigsten Gehängerinne, der Zentralrinne, zurück. Wir haben am Beispiel der Dt. de Fully eine Zentralrinne beschrieben, die wir in ihrer Dreiteilung in einen Erosionstrichter, eine enge Abflußrinne und einen Schwemmkegel

als »normal« bezeichnen können. Von dieser normalen Zentralrinne kommen nur naturgemäß große Abweichungen vor. In der einen Richtung können wir uns vorstellen, daß der Erosionstrichter bedeutend stärker ausgebildet ist und im Extremfall den Sektor gewissermassen aushöhlt. Die Dreiteilung wird dann zur Zweiteilung, indem die enge Abflußrinne wegfällt und an den Erosionstrichter gerade der sehr große Schwemmkegel anschließt. Solche Sektoren können wir als zentral ausgeräumte Sektoren bezeichnen.

Als Beispiel eines zentral ausgeräumten Sektors diene uns Sektor 7 des rechten Gehänges. Er gehört zu einer Dreiergruppe von zentral ausgeräumten Sektoren. Wie beim Sektor der Dt. de Fully wollen wir unsere Beschreibungen anhand einer Photographie vornehmen (Bild 1). Wir befinden uns im mittleren Goms vor Sektor 7 des rechten Gehänges in der Nähe des Steilbordes, das zur Rhone abfällt und blicken über einen großen Schwemmkegel hinauf in einen mächtigen Erosionstrichter. Vom Fluß bis zum untern Ende des Erosionstrichters steigt der Schwemmkegel von 1300 auf 1400 m an. Der höchste Punkt des Bildes liegt auf 2240 m. Wir sehen, wie der mächtige Erosionstrichter das Bild völlig beherrscht, aber auch der große Schwemmkegel hat daran wesentlichen Anteil. Dieser ist nicht nur sehr hoch im Vergleich zur Gesamthöhe, er breitet sich auch über die ganze Länge des Sektors aus.

Die beiden Facetten sind von oben bis unten durch das breite Tor der Zentralrinne voneinander geschieden. Die Verbindungen der Vorbauten mit dem Zentralbau sind hier noch scharfe Grate, während sie bei der Dt. de Fully teilweise schon zu breiten Rücken niedergeschliffen sind.

Vergleichen wir den Erosionstrichter mit dem größten Erosionstrichter des ganzen Rhonelängstales, dem Illgraben gegenüber von Leuk, so sind einige Eigenheiten erwähnenswert. Beim Illgraben haben wir es mit einem wilden, unzugänglichen und kulturfeindlichen Graben zu tun. Elisée de Reclus nennt ihn in seiner bilderreichen Sprache »Ce prodigieux cratère de l'Ilgraben, auquel peu de bouches de volcans peuvent se comparer«.³⁷ Wenn der Illgraben so mit einem noch höchst tätigen Vulkan verglichen werden kann, so handelt es sich im Goms um einen erloschenen. Der Erosionstrichter ist zum

³⁷⁾ Elisée du Reclus: Nouvelle Géographie Universelle. Vol. 3 p. 8 Paris 1876.

Teil bewaldet, kaum daß wir einige frische Anrisse sehen. Immerhin trägt der steile Ausgang des Trichters den bezeichnenden Namen »Lauinen«, was aber doch nur auf winterliche Schneebe-
wegungen hindeutet. Der Schwemmkegel ist gut bewachsen, und es fehlen die Zeichen des Kampfes, den der Mensch mit heftig wachsenden Gebilden, wie dem Schattkegel des Illgrabens, der Gamse und anderer, zu führen hat. Das Bild zeigt sogar eine für diese Höhe erstaunlich gute Bepflanzung. Das heißt nun keineswegs, daß die zum Erosionstrichter umgestaltete Zentralrinne des Gomsersektors besonders alt sei. Im Gegenteil deuten verschiedene Anzeichen darauf hin, daß die jetzige, breite Ausgestaltung postglazial ist, vor allem der große Schwemmkegel, der einem Gletschervorstoß nicht unverändert standgehalten hätte, dann auch die scharfausgebildeten Verbindungskämme zwischen Vorbauten und Zentralbau.³⁸

In der andern Richtung wird der Extremfall durch einen Sektor ohne jede vertikale Gliederung dargestellt. Ganz glattwandige Sektoren fehlen nun zwar dem Rhonelängstal, doch finden wir im untern Rhonetal auf der linken Talseite eine Reihe von Sektoren (Nr. 12—15), die nur wenig vertikal gegliedert sind. Eine nur linienhaft ausgebildete Zentralrinne können wir bei Sektor 9b zwischen dem Ginanztal und dem Turtmanntal erkennen. Die Photographie (Bild 7) zeigt, daß hier trotz dem Fehlen eines ausgesprochenen Erosionstrichters der Sektor deutlich dreiteilig in Gipfelbau und zwei vortretende Facetten gegliedert ist.

Es sei in diesem Zusammenhang noch eine Sonderform beschrieben, die ihre Entstehung zwar nicht der fluviatilen Sektorerosion zu verdanken hat, sich aber hier am besten eingliedern läßt. Das linke Gehänge besteht von Brig weg talabwärts zunächst noch aus Bündnerschiefern. Diese Gesteine lassen sich verhältnismäßig leicht erodieren, sind aber, da die Schichten hier bergwärts einfallen, recht standfest. Das Gehänge ist denn auch auffallend steil (Bild 4). Der erste Sektor unterhalb Brig bildete in Glazialzeiten den Prallhang des Rhone- und Aletschgletschers, und zwar ist er der Abschluß

³⁸⁾ Bögli Alfred: Morphologische Untersuchungen im Goms, Freiburg 1941, deutet die Schwemmkegel folgendermaßen: Da nach seinen Beobachtungen die Kegel aus Moränenmaterial bestehen, nimmt er an, die Erosionstrichter seien schon in der letzten Interglazialzeit gebildet, und in der letzten Eiszeit mit Moräne verstopft worden. Im Daunvorstoß brach das Material als Riesennure aus den Trichtern aus und bildete in einem Mal die großen Schwemmkegel.

des halbkreisförmig ausgeschliffenen Brigerbeckens. Die konkave Gehängefläche blickt talaufwärts zum Zentrum des Halbkreises. Vom Gipfel dieses übersteilen Sektors ging ein Bergsturz nieder, von dem im Talboden kleine Tomahügel aus dem Schotter aufragen. Die Mitte der konkaven Gehängefläche wird vom breiten Schuttstrom eingenommen. Dieser beginnt unter der felsigen Gipfelregion mit einer deutlichen Verflachung beim Uebergang des Felsens in den Schutt, sodaß er bauchig vorgewölbt ist. Der ganze Schuttstrom gleicht einem kleinen Gletscher mit deutlich konvexer Oberfläche.

Der nächste Sektor weist in mancher Beziehung analoge Formen auf. Auch hier ist die stark konkave Gehängefläche mit den beidseitig vorspringenden Flanken auffallend. In diesem Sektor erscheinen über dem Bündnerschiefer in flacher Lagerung Orthogneise. Diese wurden durch die Erosion so stark unterschritten, daß sie in Felsstürzen nachbrachen. Der Schuttstrom besteht nach der geologischen Karte ausschließlich aus diesem Gestein. Das Typische dieser beiden Sektoren besteht in der konkaven Sektorfläche und dem zentralen Schuttstrom. Wir können sie gut als Sektoren mit zentralem Schuttstrom bezeichnen. Selbstverständlich fehlen auch hier die Gehängerinnen nicht, aber eine alle andern übertreffende Zentralrinne konnte sich nicht ausbilden.

4. Einfluß der Gehängerinnen des Seitentales auf das Haupttal.

Viel intensiver als im Haupttal ist die Orthogonalerosion meist in den Seitentälern und dort vor allem im Mündungsgebiet, wo ja manche Seitentäler noch an der Zerschneidung einer Stufe arbeiten und deshalb das Gehänge wesentlich steiler ist, als im Haupttal. Hier finden wir in enger Schärung Wildbachrutschen. So können wir denn sehen, wie die Umformung der Sektoren heute vor allem vom Seitental aus betrieben wird. Entsprechend der Arbeitsweise in fluviatilen Erosionsperioden wird das Seitentalgehänge nicht parallel der ursprünglichen Fläche zurückverlegt, sondern am stärksten in einzelnen Linien entlang den Wildbachrutschen, so daß eine Höhenlinie des Gehänges gekerbt aussieht. Durch den Schnitt dieser unruhigen Fläche mit der Eckkante bekommt diese ein treppenförmiges Aussehen. Als Beispiel diene uns die Mündung des Lötschentales. (Bild 6) Wir sehen die Ostseite der engen, V-förmigen Mündungsschlucht. Die steilen Gehänge

des Seitentales sind durchfurcht von Wildbachrunden, deren größte sich nach oben zu beträchtlichen Erosionstrichtern erweitern. Auf unserm Bild sind die Einschnitte von drei solchen Erosionstrichtern in die ECKKante und die dadurch verursachte Treppung aufs schönste ersichtlich. An diesen Stellen ist die sonst abgerundete, breite Kante zu Gratformen zugschärft worden, die besonders steil zum Seitental abfallen.

Diese Treppung der ECKKante zwischen Haupttal und Nebental, vornehmlich durch Wildbachrunden vom Nebental, in geringerem Maß vom Haupttal aus ist eine sehr beachtliche Erscheinung, denn sie führt, wenn der erste wilde Erosionsprozeß abgeschlossen ist, zu oft bedeutenden Verflachungen. Auch bei den Formen, die wir auf unserm Bild vorführten, werden aus den scharfen Gratformen mit der Zeit Verflachungen, später sogar Einsattelungen. Wenn wir uns zudem vorstellen, daß solche Formen in einer Interglazialzeit in reichem Maß ausgebildet wurden, so liegt der Schluß nahe, daß sie durch die nachfolgende Glazialzeit in jene ausgeschliffenen Mulden übergeführt werden, die wir so überaus häufig auf ECKKanten antreffen. Halten wir zum Schluß fest, daß durch die orthogonale Erosion in der ECKKante in ganz verschiedener Höhe Verflachungen entstehen, die mit alten Talbodenresten nicht das mindeste zu tun haben.

5. Facettierung der Trapezoidsektoren.

Wir haben bis jetzt nur von der Gehängeerosion in Dreieckssektoren gesprochen. Es bleibt uns also noch vorbehalten, die Sonderheiten in Trapezoidsektoren hervorzuheben. Die viereckige Gehängeform läßt eine ganz andere Aufteilung erwarten. Es entsteht hier in erster Linie eine Reihe mehr oder weniger gleichwertiger Gehängerinnen. Bilden diese Rinnen in ihrem Ursprungsgebiet Erosionstrichter aus, so lehnen sie sich in den wenigsten Fällen an Gipfel an, sodaß meist nicht ein zurückversetzter Gipfelbau ausgebildet wird, sondern eine Einsattelung im Längsgrat oder Längsrücken entsteht. In diesem Fall werden gerade die Vorbauten zu neuen, überragenden Formen. Liegen sie zwischen Gehängerinnen, die zu Erosionstrichtern erweitert sind, so bringen sie in diese langgestreckten Sektoren das grundlegende Formelement belebter, fluviatiler Erosionstätigkeit, die Dreiecksform. Bei Trapezoidsektoren, die tief genug sind, daß sie eine weit zurückreichende Zerschneidung ertragen, können dann jene Uebergangsformen entstehen, die

wir von Sektor 6 der linken Talseite beschrieben haben, so nämlich, daß die vortretenden Dreiecksfacetten die Gestalt von selbständigen Dreieckssektoren annehmen. Diese Sektoren sie sich bei Erweiterungen des Haupttales nicht beliebig weit können allerdings nur eine ephemere Erscheinung sein, da zurückverschieben lassen, weil ihre Gipfel sich nicht auf Quergrate stützen. Schließlich können auch Trapezoidsektoren weitgehend vom Seitental aus beeinflußt werden und zwar umso stärker, je geringer der Abstand zwischen dem Haupttal und dem Nebental ist. Es können in diesem Fall Gehängerinnen des Seitentales mit ihren Erosionstrichtern zu Einsattelungen des Längskammes führen und so die Entwässerung im Haupttalgehänge weitgehend beeinflussen.

Bild 10 zeigt den östlichen Teil des Längsrückensektors zwischen Fara und Drance. Wir sehen zwei ungefähr gleichwertige Gehängerinnen mit schön ausgebildeten Erosionstrichtern und zwischen den beiden eine regelmäßig ausgebildete Dreiecksfacette. Die Facettenfläche ist stark eingewölbt und weist zwei deutlich vortretende Flanken auf, deren eine eine Verflachung trägt.

Stark aus dem übrigen Gehänge gelöste Dreiecksfacetten sind auch auf dem Bild 3 zu finden. Hier sehen wir in der Bildmitte über dem Brigerberg eine gut ausgebildete Facette, deren Verbindung mit dem zurückliegenden Längsrücken scharf zugeschnitten und eingesattelt ist.

6. Bastionsfacetten.

Daß bei der Anlage von Gehängerinnen der Neigungswechsel des Gehänges eine wesentliche Rolle spielt, zeigen folgende Beispiele. Im Längsgrat- und Rückensektor, der den Aletschgletscher vom Rhonétal trennt, befindet sich über einem Steilhang eine ausgedehnte Verflachungszone mit sehr unruhiger Oberfläche, von der erneut ein von Fels durchzogener Steilhang zum Grat oder zum breiten Rücken hinaufführt. Die Gehängerinnen haben nun wohl den unteren Steilhang zerschnitten, keine aber vermochte die Verflachungszone zu zerschneiden, nirgends setzen sie sich im zweiten Steilanstieg fort. Auch haben sie wenig entwickelte Erosionstrichter, dazu ist ihr gegenseitiger Abstand so groß, daß sich streifenförmige, am oberen Ende schwach abgerundete Facetten bilden, die sich bauchig vorwölben, und die wir nach ihrem Aussehen als Bastionsfacetten bezeichnen. Erst wenn sich die Gehängerinnen im Fortgang der Entwicklung erwei-

tern, entstehen aus den Bastionsfacetten Dreiecksfacetten. Beide Formen sind durch Uebergänge verbunden. Den gleichen Typ von Bastionsfacetten tragen auch die obersten Sektoren des Gomses. Uns interessiert hier vor allem der erste Sektor des linken Gehänges.³⁹ Der Sektor ist seiner Grundrissform nach zu den Dreieckssektoren zu rechnen. Sein Höhengaufbau ist aber nicht einheitlich. Ueber dem steilwandigen Taltrog des obern Gomses beginnt eine unruhige, glazial stark überarbeitete Verflachung, von der aus die Sektorfläche zum Gipfelbau emporsteigt. Die breite Verflachung, die sich über die ganze Länge des Sektors erstreckt, stellt für den Gipfelbau eine gesonderte Erosionsbasis dar. Die Orthogonalerosion des Sektors geht also in zwei voneinander getrennten, fast unabhängigen Flächen vor sich, im dreiecksförmigen Gipfelbau und in der Trogwand, die in ihrer Umrissform einem Längsrücken entspricht. Die Trogwand ist in Bastionsfacetten gegliedert. Wir erinnern daran, daß wir schon früher bei der Abgrenzung der Sektoren darauf aufmerksam machten, daß eigentlich die Gehängefläche über dem Taltrog dem Haupttal entfremdet sei und ein Eigendasein führe. Die Verhältnisse der Orthogonalerosion sind ein weiterer Beitrag zur Stützung dieser Behauptung.

Halten wir als wichtiges Ergebnis unseres Studiums der fluviatilen Sektorerosion vor allem fest, daß durch die orthogonale Erosionsrichtung eine Reihe horizontaler Verflachungen entstehen können. Natürlich sind es nicht langhingeogene Terrassen, wie im Alpenvorland, aber diese vielen Verflachungen in den verschiedensten Höhen sehen doch Talbodenresten ungemein ähnlich. Wenn sie durch einen Erosionsvorgang verflacht und abgerundet werden, so sind sie von echten Resten nicht mehr zu unterscheiden. Dieser Erosionsvorgang wird vor allem durch den Gletscher verwirklicht.

VIII. Die glaziale Mündungs- und Talerosion.

Es gibt wohl heute kaum ein Gebiet der alpinen Morphologie, wo so widersprechende Ansichten vertreten werden, wie bei Fragen über glaziale Erosion. Das Verwirrende bei

³⁹⁾ Die Geographie der Schweiz von J. Früh gibt im 3. Band auf Seite 659 ein sehr gutes Bild davon.

diesem Streit, und die Schwierigkeiten, zu einer klaren Vorstellung durchzudringen, bestehen darin, daß für jede der einander entgegenstehenden Ansichten überzeugende Beispiele als Beweis herangezogen werden.

Auch die schärfsten Gegner einer intensiven Glazialerosion werden durch die Tatsachen dazu geführt, daß durch das Eis scharfe Kanten niedergeschliffen und durch selektive Erosion Härtestellen herauspräpariert werden. Wenn nach einer Periode fluviatiler Erosion das Eis das Haupttal erfüllte, waren scharfe Kanten und Vorsprünge in genügender Anzahl vorhanden. Wir denken da an die Sektorkanten, an die Kanten und Vorsprünge, die durch die Facettierung entstehen. Wir haben bei der Beschreibung der Umrissgestalt der Sektoren gesehen, welche ausschlaggebende Rolle das Seitental bei der Gestaltung des Gehänges gespielt hat. Die Beobachtung zeigt uns, daß auch in Glazialzeiten die Eckkanten zwischen Haupt- und Nebental einer Erosion stärkster Eindrücklichkeit ausgesetzt waren. Wie wir sehen werden, ist es besonders die glaziale Mündungserosion, die unsere besondere Aufmerksamkeit verdient. So wollen wir das Studium der glazialen Formen denn auch an den Eckkanten zwischen Haupt- und Nebental beginnen und zwar bei einem mittelgroßen Seitental. Es ist das die Turtmantalmündung unterhalb Visp zwischen den Sektoren 9b und 10a (Bild 7)

1. Die Mündung des Turtmantales.

Steigen wir von Turtmann (632m) im Sektor 10a in die Höhe, so gelangen wir bei rund 1000 m auf die Verflachung von Unterems. Diese ist so groß, daß sie ein Dorf mit einer stattlichen Kirche trägt. Die Kirche und ein Teil der Häuser lehnen sich an einen schön ausgebildeten Rundhöcker, der die Verflachung gegen das offene Tal zu abschließt. Neben diesem großen Rundhöcker finden wir noch einen kleinen, der auffallenderweise aus Gips besteht. Zwischen diesen erhabenen Formen befinden sich nun eine Anzahl von Mulden, die die Verflachung der Länge nach durchziehen, die breiteste liegt zwischen dem großen Rundhöcker und dem Gehänge. Diese Mulden steigen aus dem Steilhang des Seitentales an, buchten die Eckkante ein, werden hinter den Rundhöckern flach und verlieren sich dann, langsam absteigend, im Haupttalgehänge.

Steigen wir von Unterems weiter in die Höhe, so gelangen wir zur kleinen Verflachung von Mittelems, 1200 m, die sich vom Seitental um die Eckkante ins Haupttal verfolgen läßt, wo sie sich als schwach geneigte Fläche immer etwas mehr zuspitzt. Bald über Mittelems gelangen wir bei über 1300 m nach Oberems. Hier haben wir einen ganzen Komplex von Verflachungen vor uns mit einer Reihe von Rundhöckern und Mulden, die übereinander angeordnet sind. Auf der Hauptverflachung befindet sich das Dorf. Auch hier steigt vom Seitental eine breite Mulde steil an, kulminiert hinter dem größten Rundhöcker und sinkt langsam ins Haupttal ab. Die Mulde wird haupttalabwärts von kleinen Felsrippen begleitet. Folgen wir ihr, so gelangen wir auf etwa 1260 m zur Siedlung Weidenbrunnen, wiederum einem ganzen Komplex von Verflachungen und Mulden mitten im Sektor. Auch hier finden wir den typischen, langgestreckten Rundhöcker und eine Mulde dahinter. Diese sinkt haupttalabwärts ab und spaltet sich in zwei Teile.

Folgen wir von Oberems aus weiter der Eckkante, so gelangen wir bei 1822 m nach Untergriebjen. Diese Verflachung zeigt den gleichen Baustil, wie die tieferliegenden. Vom Nebental kommend ziehen über die Eckkante in verschiedener Höhe Mulden, die durch Rundhöcker voneinander getrennt sind. Untergriebjen ist die höchste Verflachung der Eckkante. Es folgt darüber wieder ein Steilhang, der langsam in den von Gesteinstrümmern gebildeten Gipfel, das Emserhorn, 2560 m, übergeht. Betrachten wir die verschiedenen Verflachungen auf Bild 7, so sehen wir darauf Unter-, Mittel-, sowie Oberems. Das Bild zeigt sehr gut, wie diese Verflachungen keine einheitliche Höhe einhalten, sondern Verflachungs-zonen sind, die ganz verschiedene Höhen in sich einschließen.

Bild 7 zeigt auch den ganzen Sektor 9b. Wir sehen, wie von Turmann aus talaufwärts ein keilförmiger und bewaldeter Steilhang ansteigt. Darüber befindet sich, ganz in Bündnerschiefern, die Verflachungszone von Ried, 782 m, und Trogen, 856 m. Bei Ried ist das Gehänge hügelig und geht dann bei Trogen in schöne Muldenzüge hinter gut ausgebildeten Rundhöckern über. Ueber dieser ersten, talaufwärts stark ansteigenden Verflachung folgt ein zweiter, bewaldeter Steilhang und nochmals höher eine zweite Verflachungszone. Sie beginnt beim Turmanntal bei Ergisch, 1092 m. Dieses Dorf liegt auf einer eindeutig zum Turmanntal geneigten Fläche. Wieder etwas höher zieht sich bis nach Bünthenen eine langgestreckte

Verflachungszone, die aus mehreren Rundhöckern und dazwischenliegenden Muldenzügen in verschiedener Höhe zusammengesetzt ist. Sie sind auf der Photographie als kurze, schwarze Striche sichtbar. Die ganze Verflachungszone steigt zuerst von Ergisch stark an und sinkt dann gegen die Zentralrinne schwach ab. Wieder folgt ein Steilhang und darüber die höchste Verflachung, Obermatten, 1555 m. Von hier folgt bis zum Gipfel des Ergischhornes, 2495 m, ein von Rinnen durchzogener, aber von keiner Verflachung mehr unterbrochener Steilhang. Jenseits der Zentralrinne sehen wir auf 1299 m die Verflachung Ifel.

2. Folgerungen aus den Verhältnissen des Turtmantales.

Was lehren uns nun die Verflachungen dieser zwei Sektoren? Einmal sei darauf hingewiesen, daß die Art der Verflachungen, nämlich die Häufigkeit von Rundhöckern und von Mulden nicht eine Sonderheit dieser zwei Sektoren, sondern durchaus typisch für alle Verflachungen des Rhonelängstales ist. Diese Kleinformen können auf der Karte 1:50000 häufig nicht dargestellt werden. Sie sind aber darum nicht weniger wichtig, sind sie doch untrügliche Anzeichen der glazialen Erosionstätigkeit, denn sie stehen ja im offensichtlichen Gegensatz zum orthogonal angelegten fluviatilen Formenschatz.⁴⁰

Zweitens: Diese Mulden halten nicht ein bestimmtes Niveau ein. Unsere Zahlen geben nur die ungefähre Höhe an. Wir haben schon darauf hingewiesen, daß die Mulden im gleichen Verflachungskomplex an- und absteigen, dazu noch treppenartig übereinander liegen. Bei keiner Verflachung kann eine Höhenangabe verbindlichen Charakter haben. Es sind vielmehr Verflachungszonen. Die Verflachungszone von Unterems reicht in auf- und absteigenden Streifen von 900 m bis 1590 m, die von Weidenbrunnen-Oberems von 1080 m bis 1410 m.

Drittens können in diesen Verflachungszonen nicht etwa alte Talböden von Gesteinshärteterrassen unterschieden werden, denn die Verflachungen und Mulden durchziehen im Auf- und Absteigen das Gehänge ganz unbekümmert um den Gebirgsbau.

⁴⁰⁾ Wir betonen diesen Reichtum an Rundhöckern und Mulden so ausdrücklich, weil er in der Terrassenliteratur kaum erwähnt wird.

Viertens: Viele dieser Mulden sind wohl bedeutend tiefer, als ihre jetzige Oberfläche. Sie wurden zum Teil durch Moränenmaterial, dann aber vor allem auch durch Gehängeschutt aufgefüllt. Denn jede Mulde, die das Gehänge durchzieht, fängt allen Gehängeschutt auf, der von oben in Bewegung geraten ist. Sie ist aber auch Erosionsbasis für all die vielen kleinen und kleinsten Gehängerinnen, die hier ihren Schutt ablagern. So sind besonders die wirklich horizontalen Flächen auf solche Auffüllungsvorgänge zurückzuführen.

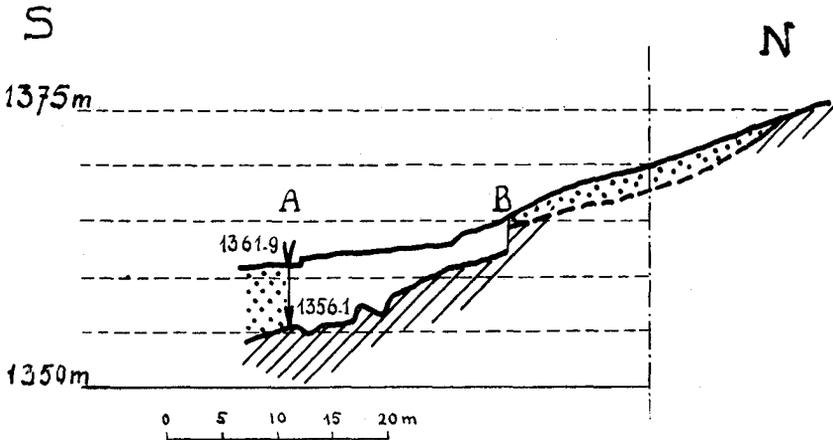


Fig. 8. Sondierschlitz von Oberems.

N ist die Talseite und Seite des Rundhöckers. Der Sondierschlitz AB zeigt, daß die Mulde hinter dem Rundhöcker mehrere Meter hoch mit Schutt erfüllt ist.

Wir stützen uns dabei auf Beobachtungen an frei ins Nebental ausstreichenden Mulden, wo solche Füllungen sichtbar werden, dann aber auch auf die Ergebnisse eines Sondierschlitzes auf der Verflachung von Oberems. Hier haben die Aluminiumwerke von Chippis ein Elektrizitätswerk gebaut und ein Sammelbecken errichtet. Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurde ein Sondierschlitz angelegt, von dem ich durch die Aluminiumwerke einen Plan zur Einsicht erhielt. Es sei auch an dieser Stelle dafür bestens gedankt. Die nach dem Original verkleinerte Zeichnung (Fig. 8) zeigt, wie der Fels unter den Muldenboden sinkt und an der tiefsten Stelle des Sondierschlitzes fast 6 m von Aufschüttungen überdeckt ist.

Fünftens: Man betrachte einmal die Verflachungen links und rechts der Turtmantalmündung und links und rechts der Zentralrinne im Sektor unter dem Ergishorn. Keine passt auf die andere in der Höhenlage. Das Bild und in erhöhtem Maß die Wirklichkeit zeigen, daß alle diese verschiedenen Verflachungen dies- und jenseits des Tales und beidseitig der Zentralrinne selbständige und unabhängige Formen sind, die gar nie zueinander gehörten.

Jeder Sektor, ja jede Facette ist ein selbständiger Formenkreis, der sowohl auf fluviale Orthogonal- als auch auf glaziale Talerosion auf die ihm eigene Art reagiert.

3. Glaziale Verflachungen und alte Talböden.

Wir kommen gerade durch die Verflachungen in so verschiedenen Höhen zur Ansicht, daß diese Formen, wenn wir uns ganz vorsichtig ausdrücken wollen, vielleicht schon zum Teil aus alten Talböden hervorgegangen sind, daß sie aber so enorm stark umgewandelt wurden, daß sie unmöglich noch als solche erkannt werden können, besonders wenn wir daran denken, wie schon die jüngst zerschnittenen Reste im Goms schlecht aufeinander passen. Viel wahrscheinlicher als die Entstehung aus alten Talböden erscheint uns aber bei den Verflachungen der Eckkante eine Umwandlung aus Formen der fluvialen Orthogonalerosion. Denn die Talmündung, wie sie vor der Vergletscherung vorhanden war, wurde wohl beim Gletschervorstoß von Eis und Moränenmaterial erfüllt, die Stauwirkung des Haupttalgletschers verhinderte aber ein rasches Fließen und Erodieren. Vielmehr wurde die Hauptmasse des Seitengletschers durch den Haupttalgletscher mitgerissen und auf die Eckkante gedrängt. Dabei wurden sicher die hier fluvial geschaffenen Anrisse, die wir beim Lötschental als Treppung der Eckkante beschrieben, ausgedehnt und umgestaltet. Aus Rinnen und scharf zugeschnittenen Sätteln entstanden breite Mulden mit Rundhöckern. Die Karte von BECK⁴¹ machte es wahrscheinlich, daß Haupt- und Nebentalgletscher ungefähr gleichzeitig bei der Mündung des Turtmantales eintrafen, doch konnte sicher der weit mächtigere Haupttalgletscher den Nebengletscher sofort stauen. Wenn wir annehmen, daß innerhalb einer Glazialzeit

⁴¹) P. BECK: Eine Karte der letzten Vergletscherung der Schweizeralpen. Mitt. der Naturf. Ges. Thun, Heft 1 1926.

der Gletscherstand mehrmals änderte, konnten auch in der gleichen Zeitperiode in ganz verschiedenen Höhen Verflachungen entstehen. Die Höhe einer Verflachung der Eckkante ist also nicht bezeichnend für ein bestimmtes Alter.

4. Vergleich mit rezenten Gletschern.

Diese Ansicht, daß es sich bei den verschiedenen übereinander angeordneten Verflachungen am Ausgang des Turtmanntales um Formen der glazialen Mündungserosion handle, bekommt durch einen Vergleich mit den Formen im Aletschgletschergebiet eine sichere Grundlage. Hier fließt von der rechten Seite der Mittelaletschgletscher senkrecht auf den großen Aletschgletscher zu. Wie die Karte 1 : 50 000 zeigt, wird er dabei im Gebiet der Eckkante ganz auf die Seite gedrängt, und er vereinigt sich erst allmählich mit dem großen Gletscher. Da der Gletscher in den letzten Jahren stark zurückgegangen ist, kommen in diesem Mündungsgebiet eine Reihe von langgestreckten Hügeln zum Vorschein. Sie sind, hoch über der Sohle des großen Aletschgletschers, dem Haupttal parallel. (Fig. 9a) Dort, wo der Seitengletscher sich ganz mit dem Haupttalgletscher vereinigt, biegen diese Hügel vom Gehänge ab. Die Karte läßt nicht erkennen, ob es sich nur um Moränen oder auch um Rundhöcker handelt. Auf jeden Fall geben sie die Strömungsrichtung an. Denken wir uns das ganze Gebiet eisfrei, so erhalten wir hier gerade das, was wir bei der Turtmanntalmündung beschrieben haben: Auf einer Verflachung auf der Eckkante und von dort ins Haupttalgehänge ziehend eine ganze Reihe von langgestreckten Hügeln in der Richtung des Haupttales. Gehen wir dem großen Aletschgletscher nach abwärts, so gelangen wir zum Mündungsgebiet des Oberaletschgletschers. Hier ist der Seitengletscher schon so weit zurückgewichen, daß die Mündungsstufe frei liegt. (Fig. 9b) Der Verlauf alter Seitenmoränen zeigt hier, daß auch dieser Gletscher ganz auf die Seite gedrängt mündete, trotzdem das Tal senkrecht auf das Haupttal zuläuft. Beim Rückzug spaltete sich der Gletscher in zwei Aeste. Der eine floß weiterhin seitlich ans Gehänge gedrängt, der andere, der jetzt noch als schmale Zunge erhalten ist, ist senkrecht aufs Haupttal gerichtet. Sein Schmelzwasser fließt in einer engen Schlucht unter das Eis des großen Aletschgletschers. Das Bett des ans Haupttalgehänge gedrängten Astes, das nun eisfrei daliegt, ist eine ausgedehnte Verebnungsfläche. So haben wir auch beim Oberaletschgletscher

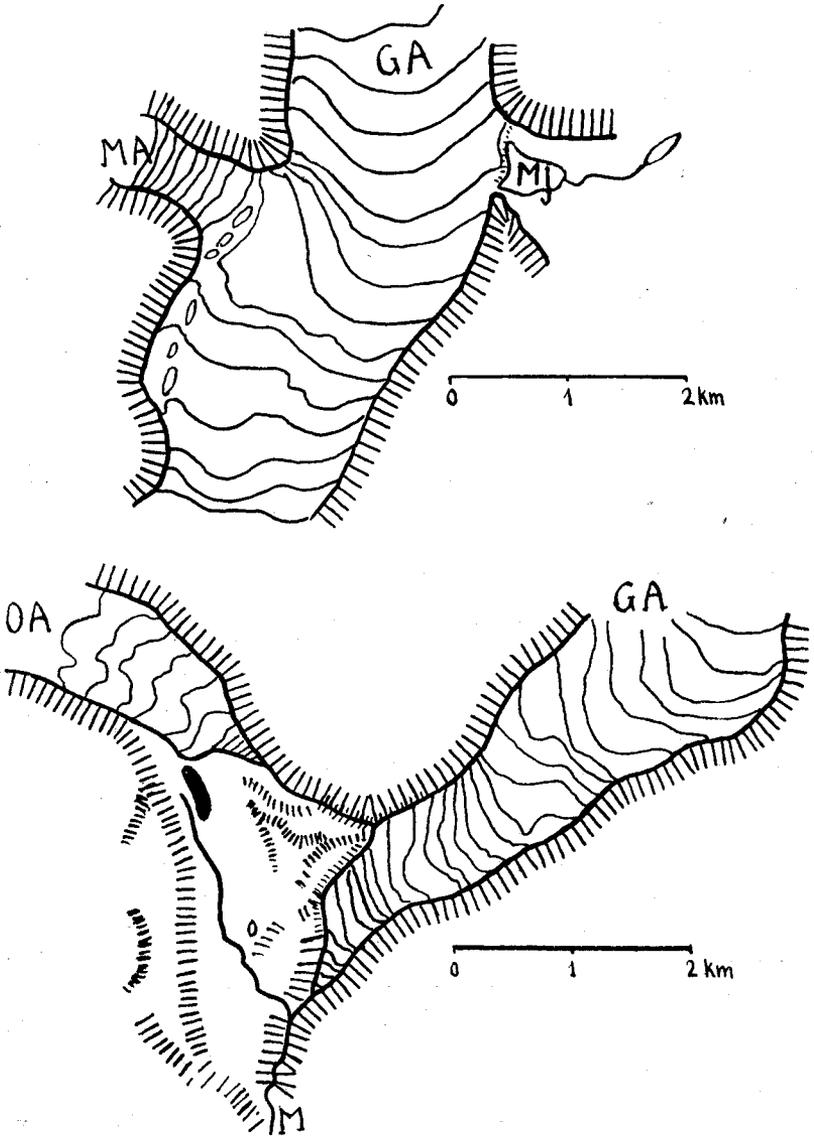


Fig. 9 a und 9 b.

Mündungen des Mittel- und Oberaletschglätschers.

- GA Großaletschglätscher
- MA Mittelaletschglätscher
- Mj Märjelensee
- OA Oberaletschglätscher
- M Massa

den Eindruck, daß die fluviatile Mündungsschlucht nicht erst entstanden sei, seitdem dieser Teil des Oberaletschgletschertales eisfrei wurde. Vielmehr müssen wir annehmen, daß auch, als Gletschereis diese Stelle noch verhüllte, subglaziales Schmelzwasser diesen Weg einschlug und an der Mündungsschlucht arbeitete. J. CADISCH⁴² kommt in einer kleinen Studie zum Resultat, »daß die Talenge von Finstermünz wie die meisten großen Schluchten Bündens, (Prättigauer-Klus, Viamala, Schyn) in der Glazialzeit schon weitgehend eingetieft war.« Zu ähnlichen Ansichten kamen HEIM, BUXTORF und andere. Wir können wohl auch mit Recht für das Rhonetal annehmen, daß die Einschnitte der größern Seitentäler nicht erst postglazial geschaffen wurden.

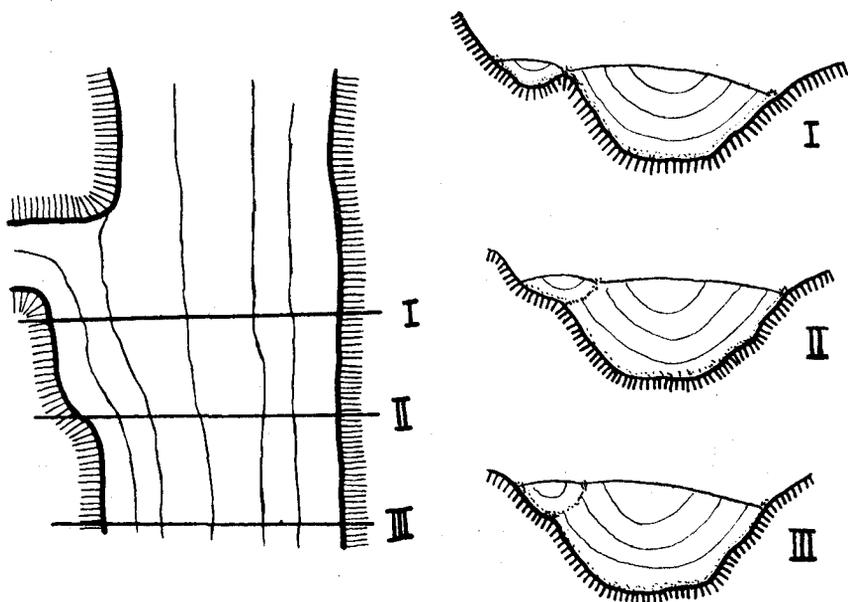


Fig. 10. Mündung eines Seitengletschers.

- I Schnitt wenig unterhalb der Mündung mit Mulde des Seitentalgletschers und einem Rücken zwischen Haupt- und Seitengletscher.
- II Kurz vor der Verschmelzung, Auslaufen und Absinken der Mulde.
- III Vereinigter Haupt- und Nebentalgletscher. Schnitt III nach dem Schema von Visser.

⁴²) JOOS GADISCH: Ueber eine Schluchtverlegung im Samnauntal und über Talbildungsprobleme der Gegend von Finstermünz. Zeitschrift für Gletscherkunde, Bd. 26 Heft 3/4, S. 240—247.

VISSER⁴³ gibt für Gletschermündungen ein neues Schema. Danach wird ein kleiner Seitengletscher vom großen Gletscher, auf den er seitlich aufgeschoben wird, getragen. Für unsere Ansicht der Mündung von Seitengletschern haben wir das Schema von Visser etwas erweitert und ergänzt. (Fig. 10) Der erste Schnitt zeigt den kleinen Seitengletscher noch in einer vom Haupttal durch eine moränenträgende Rippe getrennten Mulde, die allmählich auskeilt. Erst der dritte Schnitt stimmt mit dem von Visser gegebenen Schema überein.

Kehren wir mit diesen neuen Einsichten um Mündungsvorgänge von Gletschern wieder zurück zu unsern eisfreien Mündungen großer Seitentäler im Rhonetal. Bei der von uns näher beschriebenen Mündung des Turtmanntales handelt es sich im Verhältnis zum Haupttal um ein Seitental mittlerer Größe. Der Einfluß des Seitentales auf die Glazialerosion des Haupttales kann dementsprechend nur mittelmäßig gewesen sein. Wenn bei einem Seitental mittlerer Größe ein solcher Einfluß auf die Gestaltung der Eckkante beobachtet werden kann, so sind bei den ganz großen Seitentälern, nämlich bei der Mündung des Rhonequertales ins Längstal im Goms, beim Fieschertal, beim Aletschtal, beim Visper-, Eifisch- und Ehringertal, eigentliche Mündungslandschaften zu sehen. Diese sind so großräumig, daß wir sie hier einzeln schildern wollen.

5. Die Mündung der Rhone ins Goms.

Oberhalb des Taltroges des Goms liegt auf rund 1800 m die kurze Längstalstrecke von Gletsch. Diese ist mit dem 400 m tiefen Goms durch eine steile, z.T. sehr enge Schlucht verbunden. Wenn wir vom Bevédère am Rhonegletscher talabwärts blicken, so sehen wir an der Biegestelle ins Quertal ein steil anstrebendes Gehänge, welches das Tal abschließt. Die Schlucht, durch die das Wasser abfließt, kommt im Landschaftsbild gar nicht zur Geltung. In diesem schroffen Längstalabschluß hat das Wasser eine Menge von engen Rinnen ausgespült.⁴⁴ Sie folgen dem Streichen der hier senkrecht einfallenden Gesteine. In Glazialzeiten war der Steilhang der

⁴³) VISSER PH. C.: Gletscherüberschiebungen im Nubra- und Schyockgebiet des Karakorum. Zeitschr. für Gletscherkunde. März 1932 Seite 29.

⁴⁴) Siehe Fig. 194 auf S. 659 Bd. III von FRUEH'S Geogr. d. Schweiz, wo die ganze Grimsellandschaft, insonderheit aber die Längsrippen, die aus dem Gletschboden aufsteigen, erkannt werden können.

Prallhang des Rhonetalgletschers. Aber der Gletscher reichte über diesen Prallhang hinauf, und alle höherliegenden Eismassen konnten ungehindert direkt auf das Gehänge des Gomses, zum Teil auch über den Grimselpaß ins Aaregebiet überfließen. Um diese Ueberflusslandschaft zu studieren, folgen wir dem alten Grimselweg, der von der Passhöhe über das rechte Gehänge direkt ins Goms führt. Von hier erhalten wir einen vorzüglichen Ueberblick auf die Ueberflusslandschaft. Als Ganzes ist es eine Verflachung zwischen den Gratformen des Sidelhornes und dem Steilhang, der zum Talboden des Gomses absinkt. Etwa 2 km vom Gletschboden entfernt schließt ein Moränenzug, der quer zu den Mulden streicht, die ganze Ueberflusslandschaft ab. Da hier ein Lokalgletscher des Sidelhornes orthogonal aufschütten konnte, musste der überfließende Rhonegletscher schon über das Gehänge ins Längstal des Gomses abgeglitten sein. Die Verbindung der Längstalstrecke des Gletschbodens mit dem Längstal des Gomses wich also in Glazialzeiten für einen großen Teil des Eises vom jetzigen fluviatil ausgestalteten Quertal ab und erfolgte schief über das rechte Gehänge des Gomses, wo das Eis allmählich auf das hier hochaufgestaute Eis des Goms-troges überglitt.

6. Die Mündung des Fieschertales.

Die zweite große Mündungslandschaft, die von Fiesch dehnt sich bis auf den Talboden aus. (Bild 2 und Fig. 11) Wie die Profile zeigen, liegt der Boden des Fieschertales bei der Mündung tiefer als das Goms. Der Rhonegletscher, der die Stelle später als der Fieschergletscher erreichte, hatte sich also dem noch vorhandenen Platz anzupassen. In Zeiten des Vorstoßes und Rückzuges wurde er vom Fieschergletscher ganz auf das linke Gehänge gedrängt. Schon oberhalb der heutigen Mündung hat der Rhonegletscher Rundhöcker ausgeschliffen, zuerst einige kleine bei Mühlebach, dann einen über 30 m hohen bei Ernen. Hinter diesem Rundhöcker befindet sich eine breite, seichte Mulde, in der das Dorf Ernen liegt, und die westlich des Dorfes langsam im linken Gehänge bis zum Niveau des Fieschertales absteigt. In dieser Mulde, die heute stark von Schutt erfüllt ist, muß in Glazialzeiten der Rhonegletscher gelegen haben, bevor er sich in der großen Wanne von Fiesch endgültig mit dem Fieschergletscher vereinigte. Die Mulde des Rhonegletschers, in den Vorstoßzeiten

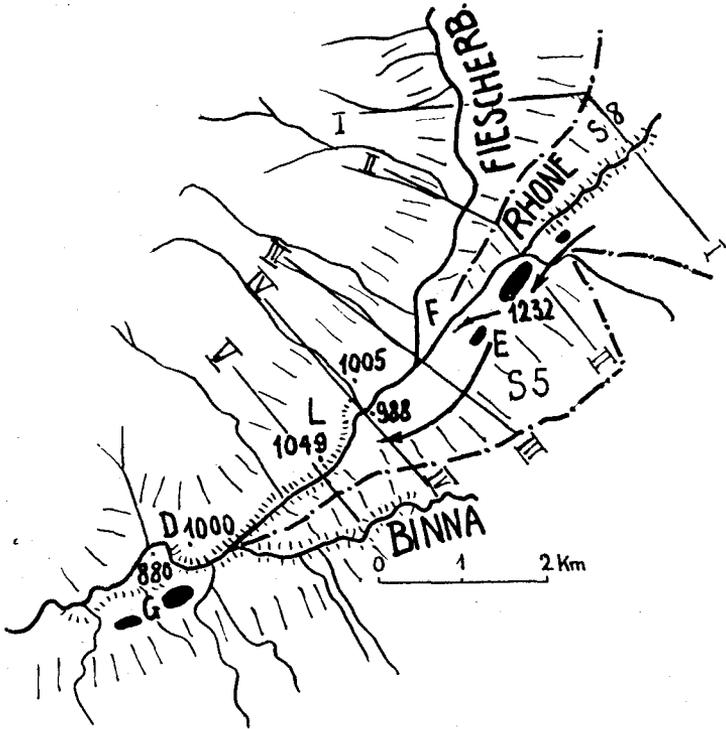


Fig. 11 a.

**Mündungslandschaft
von Fiesch.**

Fig. 11 a.

Die Zahlen geben Höhen über Meer an und sollen zeigen, wie das Becken talabwärts ansteigt. Hügel und Rundhöcker sind schwarz. Pfeile geben Mulden an. D Deisch, E Ernen, F Fiesch, G Grengiols, L Lax.

Fig. 11 b.

$2\frac{1}{2} \times$ überhöhte Profile, an den in Fig. 11 a angegebenen Stellen. Die Profile zeigen, daß das glaziale Rhonetal höher liegt, als das Fieschertal.

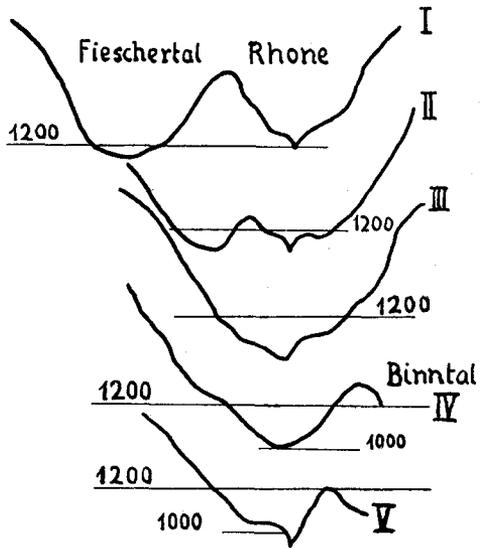


Fig. 11 b.

also des kleinern Gletschers, keilt in der Vereinigungsstelle langsam aus. Wir können hier ganz ähnliche Verhältnisse erkennen, wie wir sie vom Mittelaletschgletscher beschrieben haben. In der Gegend von Lax waren die beiden Gletscher wohl schon zu einer Einheit verschmolzen. Auf Bild 2 ist der Rundhöcker von Ernen gut zu erkennen, weniger gut die dahinter befindliche seichte Mulde mit dem Dorf Ernen.

7. Die Mündungslandschaft des Aletschgletschers.

Heute mündet der Abfluß des Aletschgletschers, die Massa, wenig oberhalb Brig. In Glazialzeiten vollzog sich die Vereinigung von Aletschgletscher und Rhonegletscher auf langer Strecke. Einmal floß im Einschnitt des Märjelensees ein Seitenarm ins Gebiet des Fieschergletschers, ferner durch kleine Einsattelungen im Längsrücken ins Rhonetal. Alle diese Eismassen des Aletschgletschers, die vom Märjelensee bis zur Riederalp seitlich überflossen, waren natürlich verhältnismäßig geringe Verluste für die riesige Eismasse, die in Glazialzeiten aus diesem Tal der Rhone zuflossen. Die Hauptmündungslandschaft ist denn auch bei Brig zu finden, (Fig. 6) wo sich auf der rechten Talseite der Einschnitt des 2 km breiten Bodens des glazialen Aletschtales öffnet. Die Gesteine des Aarmassivs fallen hier sehr steil ein und streichen senkrecht zur Mündungsrichtung. In ihnen hat der Gletscher mächtige Rundbuckel bis zu 150 m Höhe geschaffen. Deutlich sind die quergestellten Gesteinsplatten zu erkennen. Wir haben schon gezeigt, wie sich in der Gegend von Brig die Rhone in den Ausgang des glazialen Aletschtales eingeschnitten hat, sodaß hier im Abfall zur Rhone ein Mündungssektor abgegrenzt werden muß. Durch das Einschneiden im Haupttal wurde auch der Abfluß des heutigen Aletschgletschers zur Tiefenerosion gezwungen. Tiefenerosion fixiert aber einen Flusslauf in seiner Lage. Dies gilt auch für die Massa, welche sich eng ans linke Gehänge gedrängt, eingeschnitten hat und deshalb nicht mehr im Stande ist, den ganzen 2 km breiten Glazialboden zu entwässern. In den langgezogenen glazialen Mulden entwickelten sich parallel zur Massa selbständige Entwässerungslinien. So finden wir rechts und links eines 1½ km langen und über 150 m hohen Rückens kleine Tälchen, die sich am Ende des Rückens vereinigen. Das einheitliche Glazialtal wurde also fluvial zum Doppel- und Dreifachtal.

In Glazialzeiten stieß aus dem Aletschtal ein mächtiger Eisstrom ins Rhonetal vor und zwar bevor der Rhonegletscher jeweils die Stelle erreichte. Da der Aletschglätscher senkrecht mündete, querte er das Tal und brandete auf das linke Gehänge, das er in einem ausgedehnten Prallhang bearbeitete. Erreichte der Rhonegletscher die Mündungsstelle, so wurde er sofort auch an diesen Prallhang gedrängt, wo er die Arbeit des Aletschglätschers fortsetzte. Das Bild 3 zeigt in eindrucklicher Weise den halbkreisförmigen Prallhang und die starke glaziale Ausräumung in dieser Mündungslandschaft, die begünstigt wurde durch den verhältnismäßig weichen Bündnerschiefer. Zur Mündungslandschaft des Aletschglätschers gehört aber nicht nur der Brigerberg — so heisst die halbkreisförmige Verflachung zwischen Tunetschgraben und Saline — sondern auch die Verflachung von Birgisch auf der rechten Talseite. In unserer Skizze haben wir durch Pfeile die Strömungsrichtung der Gletscher anzugeben versucht. Die Halbkreisform des Brigerberges deutet darauf hin, daß der Gletscher durch das Aufprallen an dieser Wand die Richtung so stark änderte, daß er nicht gleich in die Längstalrichtung umbog, sondern ein zweites Mal das Tal überquerte und etwas unterhalb Brig auf das rechte Gehänge zudrängte. Wurden auf dem Brigerberg Eismassen des Rhonegletschers ergriffen und ans Gehänge gedrängt, so waren es auf der rechten Talseite Teile des mündenden Aletschglätschers, die über die Ekkante weg auf der Verflachung von Birgisch überflossen. Wir können talabwärts diese Verflachung über die klammartige Mündung des Mundbaches hinweg verfolgen. Dann senkt sie sich rasch und in mehrere Muldenzüge aufgelöst, zu Tal.

Stark glazial modelliert ist auch der Brigerberg. Auf Bild 3 erkennen wir einen langgestreckten Hügel, hinter dem eine breite Mulde liegt. Wir können diese Mulde ruhig als Tälchen bezeichnen. Auch dieses Tälchen liegt im alten glazialen Talboden. Es entwässert gut die Hälfte des Brigerberges parallel der Rhone und mündet in die Saline, den Zufluß der Rhone bei Brig. Auch hier also vermag der lineare Fluß die große Fläche des glazialen Talbodens nicht mehr zu entwässern. Auch hier kam es zur Doppeltalbildung.

In der Mündungslandschaft von Brig können wir auf schönste Art erkennen, wie durch glaziale Erosionsvorgänge ein Sektor ganz umgestaltet wurde: Das eigentliche Haupttal-

gehänge wurde als glazialer Prallhang weit zurückgelegt. Vor ihm liegt nun eine ausgedehnte Glaziallandschaft, der Brigerberg. Der Rhonefluß ist soweit vom Prallhang entfernt, daß irgend eine direkte Beeinflussung durch ihn auf lange Zeit ausgeschaltet ist. Den Brigerberg einfach schematisch zum Gehänge zu rechnen, hieße die tatsächlichen Verhältnisse verkennen. Er nimmt eine eigenartige Sonderstellung ein, die hervorzuheben ist.

8. Die Vispertalmündung.

7 km vom Rhonetal entfernt vereinigen sich die zwei Äste des Vispertales, das Nikolaital von Zermatt und das Saastal, die beide in die höchste Gipfelwelt der Walliser Alpen hinaufführen. Diesem größten Seitental der Rhone ist in Glacialzeiten ein mächtiger Gletscher entsprossen. Auch hier wurde bei Höchstständen des Eises vom Rhonegletscher auf die untern Teile des Seitentales eine so große Stauwirkung ausgeübt, daß wohl die Hauptmasse des Vispergletschers über die Eckkante wegfloß, wodurch eine Mündungslandschaft ganz großen Stiles entstand.

Unterhalb der Vispertalmündung befindet sich ein großer Doppelsektor. Die Restfläche, in der er liegt, wird zentral durch das Ginzantal entwässert, das bis zum Dreizehntenhorn (3056 m) zurückreicht. Von hier strahlen beidseitig des Ginzantales zwei Gratlinien aus. Die beiden sind aber sehr ungleich. Der Grat zwischen Ginzantal und Turtmantal führt bis ans Haupttal heran. Der Schnitt des Grates mit dem Haupttalgehänge ist der gut ausgebildete Dreieckssektor 9b. Sein felsiger oberer Abschluß ist das Ergischhorn, 2495 m. Der Horizontalabstand vom Gehängefuß bis zum Gipfel beträgt 3 km. Dieser Sektor zeigt also durchaus normale Form. (Fig. 2 und Bild 7).

Ganz andere Verhältnisse weist der Grat zwischen dem Ginzan- und Vispertal auf, denn hier ist der Horizontalabstand vom Gehängefuß des Haupttales bis zum Gratende, dem 2867 m hohen Violenhorn, mehr als doppelt so groß, nämlich fast 7 km. An Stelle des Grates tritt ein breiter, anfänglich 2100 m hoher Rücken. Ueber diesem Rücken floß in Diluvialzeiten ein großer Teil des Vispergletschers. Dabei wurde der Rücken stark glazial umgestaltet. Betrachten wir ihn vom Violenhorn aus, so breitet sich vor unsern Augen eine eigentliche Hügellandschaft aus, ein wahres Gewirr von rundlichen

Formen. Vor allem aber wurden durch den Gletscher eine ganze Reihe von Ueberflusmulden ausgeschliffen. So führt von Stalden eine breitausgeschliffene Hohlform über Törbel hinauf ins »Moos« und das Gebiet des Bonigersees. Schon die Namen Moos und See sind bezeichnend für Glazialerosion. Weitere breitausgeschliffene Anstiege aus dem Vispertal und Einschnitte im Rücken finden wir bei Ober- und Unterhellenen. Besonders auffallend ist der Anstieg, der der Gesteinsgrenze zwischen Paragneisen der Bernhardecke und den Bündnerschiefern folgt und vom Vispertal nach Zeneggen hinaufführt.⁴⁵ Vom Rücken floß der Gletscher in breiter Front in die weitausgedehnte, muschelförmige Landschaft von Bürcchen-Unterbäch, die vom Rhonetal zunächst durch einen Längsrücken getrennt wird, überquerte das Ginanztälichen und vereinigte sich allmählich mit dem Haupttalgletscher. Am Ende der glazialen Mündung, im Gebiet von Eischol, finden wir eine ganze Reihe von rasch absteigenden und treppenförmig übereinander angeordneten Mulden.

Heute spiegeln sich diese Verhältnisse in den eigenartigen Entwässerungsverhältnissen. (Fig. 2) Die Zentralrinne vom weit zurückgeschobenen Gratende, dem Violenhorn, scheint ganz auf die Seite verschoben und mündet in nächster Nähe des Ginanztales. Aus einem Viertelkreis erhält sie Zuflüsse. Einen guten Einblick in die ganze Mündungslandschaft vermittelt uns eine Fahrt mit der Lötschbergbahn. Ueber das Tal weg kann das eben Geschilderte sehr schön betrachtet werden. Schwierig ist in diesem ausgedehnten Mündungsgebiet die Abgrenzung des Sektors 9a. Am besten werden wir den Verhältnissen wohl gerecht, wenn wir die ganze Muschel nicht mehr zum Haupttalgehänge rechnen. Das Haupttal hat ja hier auch allen Einfluß verloren. Es ist durch den mächtigen Seitentalgletscher ein selbständiges Glazialtal entstanden, und jetzt, wo das Eis fehlt, entwässert sich dieser Taltorso ja auch nicht direkt ins Haupttal, sondern ins Mündungsgebiet des Ginanztales. Auch bei der fluviatilen Ausgestaltung wird diese vom Gletscher geschaffene Landschaft weiterhin ihr Eigendasein führen. Zum Haupttalgehänge im strengen Sinn des Wortes rechnen wir nur den Steilhang unterhalb der Mündungslandschaft.

⁴⁵⁾ W. STAUB: Der Gebirgsbau zu beiden Seiten des untern Vispertales. Saatal herausgegeben von der Eidgenössischen Postverwaltung.

9. Die Mündungslandschaften vom Val d'Anniviers bis zum Val de Nendaz.

Mit dem Vispergletscher und dem Aletschgletscher vereinigt schwoh in Glazialzeiten der Rhonegletscher zu einem mächtigen Eisstrom an. Durch ihn wurden alle weiteren Gletscher, die ins Haupttal gelangten, auf die Seite gedrängt und mitgeschleppt. Die senkrecht aufs Haupttal zulaufenden fluvial ausgestalteten Täler wurden weitgehend verriegelt und zum Teil mit Moräne verstopft. Die glazialen Mündungsformen haben wir auf den Eckkanten zu suchen. Je nach der Höhe der Seitengletschermündung entstanden Ueberflußstellen in verschiedenen Höhen, und zwar muß wohl ein kleiner Gletscher gegenüber Eisstandschwankungen im Haupttal empfindlicher gewesen sein, als ein großer.

Der nächste größere Gletscher unterhalb dem Vispental kam aus dem Turtmanntal, dessen glaziale Mündung wir schon eingehend beschrieben haben. Nach dem Turtmanntal folgt auf der gleichen Talseite das Val d'Anniviers. Auch hier finden wir in verschiedenen Höhen Verflachungen und Mulden, die um die Eckkante führen. Die unterste liegt nur etwa 150 m über dem heutigen Talboden auf rund 700 m ü. M. Dann folgt ein zweiter Muldenzug bei Briey-dessus auf 980 m ü. M. Er ist schon bedeutend größer als der unterste und gegen das Haupttal zu durch einen Rücken abgeschlossen. Der größte Muldenzug aber liegt auf 1341 m ü. M. Er beginnt $2\frac{1}{2}$ km vor der Mündung des Seitentales in dessen rechtem Gehänge als breite, rasch ansteigende Mulde, die auf die Eckkante hinaufführt. Hier kulminiert sie hinter einem auffallend breiten Rücken. Am Ende des Rundhöckers spaltet sich der Muldenzug in einen rasch zum Haupttal absinkenden Ast und in eine Anzahl Verflachungen auf, die vorerst noch die gleiche Höhe beibehalten. Der Rücken, in dessen Schutz die Mulde die größte Breite aufweist und Raum für das große Dorf Vercorin schafft, ist 90 m hoch. Im Querprofil zeigt er, entsprechend den bergwärts einfallenden Schichten, einen langsamen Anstieg von der Mulde her und einen steilen, von Schichtköpfen durchsetzten Absturz zum Haupttal. Einen wundervollen Blick über diese stockwerkartigen, glazialen Ueberfluß- und Mündungslandschaften haben wir vom gegenseitigen Gehänge aus.⁴⁶

⁴⁶⁾ Schöne Bilder davon findet man in: J. FRUEH, *Geographie der Schweiz*, Fig. 205 im 3. Band, und EMM. DE MARTONNE, *Geographie Physique*. Planche XXXIX t. 2. Paris 1926.

Die nächste Mündung eines großen Seitentales befindet sich gegenüber von Sitten. Es ist das Val d'Herens. Die Eckkante zwischen dem Seitental und dem Haupttal zeigt hier eine reiche Zahl von glazialen Ueberflussformen. Von rund 800 m bis hinauf auf 1700 m ist sie von Mulden durchzogen und mit Rundhöckern besetzt. Im langsamen Anstieg des größten Muldenzuges aus dem Seitental liegt in der über 700 m breiten Mulde das Dorf Vex. Im Scheitel des gleichen Muldenzuges, auf 1050 m, bietet sich uns das bekannte Bild dar: Ein breiter Rücken, die Crêta Pelissier (1091 m), liegt hier zwischen der Mulde und dem Tal. Nach der Kulmination löst sich der Muldenzug in eine Reihe von kleinen Verflachungen und dazwischenliegende Versteilungen auf. Steigen wir von Vex weiter über die Eckkante empor, so gelangen wir bei rund 1400 m in Wald. Wald bedeutet meistens ein Steilerwerden des Gehänges. Doch lassen wir uns hier nicht abhalten, weiter zu steigen, denn noch auf 1680 m finden wir mitten in ihm eine schr schön ausgeprägte Mulde mit dem obligaten Rundhöcker, die vom Nebental ins Haupttal hinüberzieht.

10. Glaziale Talerosion.

Wir sind von der Mündung der Seitentäler ausgegangen, um den Einfluß des Gletschers auf die Formung des Haupttalgehänges darzulegen. Dabei haben wir dargelegt, daß die Mündungsformen als Mulden und Rundhöcker sich oft bis weit ins Haupttal hineinziehen. Wir konnten zeigen, daß besonders die Eckkante stark umgestaltet wird, da sie einen scharfen Vorsprung darstellt, der ohne viel Materialaushub verändert werden kann. In ganz glatten und homogenen Sektorwänden entstehen durch die Glazialerosion wohl keine Verflachungen. Doch werden durch selektive Erosion alle Härteunterschiede herauspräpariert. Davon wird im nächsten Abschnitt die Rede sein. Wir haben aber gezeigt, daß durch die fluviatile Erosion fast alle Sektoren stark gegliedert wurden. Hier, auf diesen vielerlei Vorsprüngen setzt denn auch die Glazialerosion innerhalb der Sektorflächen ein. Schmale scharfe, fluviatil zugespitzte Sättel werden abgerundet und umgestaltet.

IX. Gebirgsbau und Kleinformen im Gehänge.

Wir haben bei der Beschreibung der fluviatilen und glazialen Erosionsarbeit vor allem die Eigentümlichkeiten dieser zwei Erosionsarten zeigen wollen, und zwar möglichst unabhängig von störenden Unregelmäßigkeiten des Gesteins. Immerhin war bei der Beschreibung bestimmter Oertlichkeiten das Ziel nur erreichbar durch Angaben über den Gebirgsbau. Wir wollen nun in diesem Abschnitt die Betrachtungsweise umkehren, und zeigen, was für besondere Formen bei einem bestimmten Gebirgsbau zu beobachten sind. Es werden sich von diesem Betrachtungsstandpunkt aus neue Zusammenhänge ergeben.

Es wurde zur Genüge gezeigt, daß jeder Sektor ein Individuum ist, das auf Umweltseinflüsse auf seine ihm eigentümliche Weise reagiert. Eng benachbarte Sektoren können oft überraschend verschieden aussehen. Was sie aber häufig wieder verbindet, sind Formverwandtschaften, die nur mit dem Gebirgsbau erklärt werden können.

1. Definition der Längstäler.

Einige allgemeine Bemerkungen seien auch hier vorausgeschickt. Wir beschreiben ein Längstal. Streng genommen heisst das, daß die Haupttalachse im Streichen der Gesteine liegt. Häufig bildet aber das Streichen mit der Talachse einen kleinern bis größern Winkel. Nennen wir ihn α_t . (Wir messen vorerst α ganz unbekümmert um das Einfallen der Gesteine und die Talrichtung und verstehen darunter den spitzen oder rechten Winkel, den das Streichen mit der Talachse bildet.) Dann können wir zu Längstälern im weitern Sinn alle Täler rechnen, wo α_t kleiner als 45° ist. Wird dieser Wert überschritten, so befinden wir uns in einem Quertal. Im allgemeinen kann α_t innerhalb eines Sektors als konstant angenommen werden. Wir haben aber schon mehrmals darauf hingewiesen, wie wenig das Gehänge einer glatten, ebenflächigen Talwand entspricht. Vorsprünge und Vorbauten wechseln mit Einbuchtungen. Täler und Gehängerinnen gliedern das Gehänge und bilden Einschnitte. Auch wo das Gestein innerhalb eines Sektors im Streichen die gleiche Richtung beibehält, wird es von Flächen der verschiedensten Richtungen und Neigungen geschnitten. Den Winkel, den die Spur

eines als eben zu betrachtenden Gehängestückes mit dem Streichen bildet, nennen wir α_g . Weicht in einer Einbuchtung das Gehänge plötzlich zurück, z. B. in der Nähe einer Seitentalmündung, so kann, auch wenn $\alpha_t < 45^\circ$ ist, doch an einzelnen Stellen $\alpha_g > 45^\circ$ sein. Es treten dann innerhalb eines Längstales plötzlich Quertalformen auf. Für das Studium der Kleinformen innerhalb eines Sektors ist es nun von Wichtigkeit, zu wissen, in welcher Richtung die oberflächlichen Grenzen verschieden harter Gesteine verlaufen. In einem Längstal im strengen Sinn des Wortes mit glatten Talwänden verlaufen sie unter allen Umständen horizontal, der Fallwinkel mag sein wie er wolle. Gesimse härterer Gesteine bilden dann horizontale Verebnungen. Dieser Idealfall ist aber in keinem einzigen Sektor in seiner ganzen Flächenausdehnung verwirklicht. Sobald aber α_g größer als 0° ist, laufen herauspräparierte harte Gesteine als Vorsprünge im Gehänge meist auf oder ab und mit ihnen die durch sie geschützten Mulden.

2. Verlauf der Schnittlinie einer Gesteinsbank mit der Gehängefläche.

Im Folgenden soll der Verlauf der Schnittlinie einer Gesteinsbank mit der Gehängefläche näher untersucht werden. Bevor wir das Problem allgemein behandeln, sollen zwei Extremfälle vorweggenommen werden. In dem im Rhonetal seltenen Fall, daß die Gesteine horizontal gelagert sind, verläuft die Schnittlinie immer in gleicher Höhe. Da in diesen Fällen der Winkel α_g unbestimmt ist, können wir bei den Kleinformen im Gehänge auch nicht von Längstal- oder Quertalformen sprechen. Fallen die Gesteine senkrecht ein, so stimmen Streichrichtung und Richtung der Schnittlinie in jedem Fall überein, das Gehänge mag geneigt sein, wie es wolle. Der Winkel α_g gibt dann auch den Winkel der Schnittlinie in Bezug auf die Gehängerichtung an. Wenn aber — und das ist der häufigste Fall — die Gesteine weder horizontal noch senkrecht gelagert sind, und α_g weder 0° noch 90° ist, so weicht die Richtung der Schnittlinie im geneigten Gehänge mehr oder weniger vom Streichen ab. Den Winkel, den das Streichen mit der Richtung der Schnittlinie bildet, nennen wir δ . Die Größe dieses Winkels soll im folgenden berechnet werden. Wir benützen dazu die Figur 12. Der Winkel γ gibt die Gehängeneigung an, der Winkel β das Fallen der Gesteinsbank. Beide können alle Werte von 0° bis 90° durchlaufen.

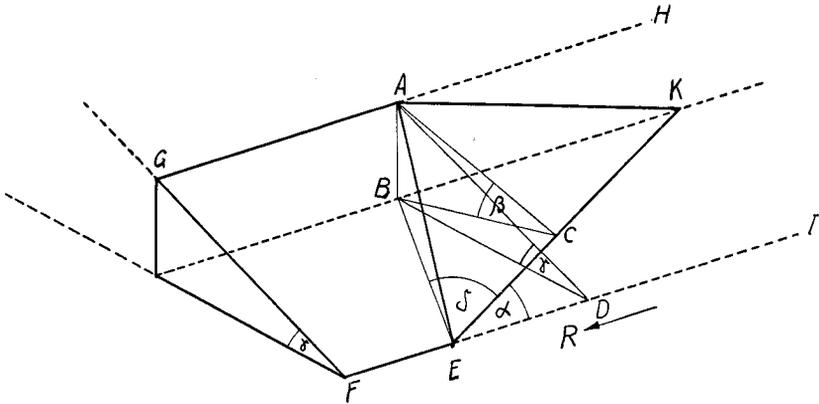


Fig. 12. **Schnitt einer Gesteinsbank durch das Gehänge.**

Parallelperspektivische Darstellung eines Gehängestückes und einer schief dazu verlaufenden Gesteinsbank.

- HGFI Ebene Gehängefläche
- AEK Gesteinsbank
- AE Schnittlinie von Gehänge und Gesteinsbank
- BE Projektion der Schnittlinie AE
- EK Streichen der Gesteinsbank
- AC Fallen der Gesteinsbank
- α Winkel zwischen Gehänge und Streichen
- β Fallwinkel
- γ Neigung des Gehänges
- δ Abweichen der Richtung des Schnittes vom Streichen
- $\alpha + \delta$ Winkel zwischen Gehängerichtung und Schnittlinie
- R Richtung des Tales

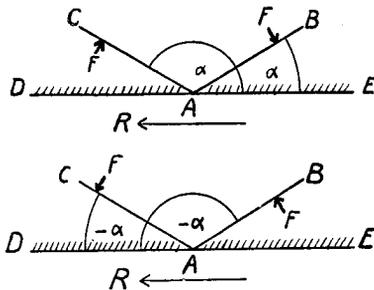


Fig. 13. **Messen des Winkels α , den das Streichen mit dem Gehänge bildet.**

- AB und AC Streichen des Gesteins
- F Fallen des Gesteins
- ED Gehängerichtung
- R Richtung des Tales

Den Winkel, den das Streichen mit der jeweiligen Gehänge-
richtung bildet, haben wir α genannt. Da das Gehänge als
Teil des Tales eine Richtung hat, messen wir den Winkel α
in der aus der Figur 12 ersichtlichen Weise von $0^\circ - 180^\circ$
und von $0^\circ - 180^\circ$ und zwar immer so, daß die Ebene des
Gesteins vom Winkel α wegfällt. Nach der Größe von α
können wir unterscheiden:

α	Talart	Einfallen des Gesteins
0° bis 45° 45° bis 90°	Längstal Quertal	Die Gesteine fallen gleichsinnig wie das Gehänge ein
90° bis 135° 135° bis 180° -180° bis -135° -135° bis -90°	Quertal Längstal Längstal Quertal	Die Gesteine fallen bergwärts ein
-90° bis -45° -45° bis 0°	Quertal Längstal	Gleichsinniges Einfallen der Gesteine

Es gilt nun:

$$(1) \quad BC = AB \operatorname{ctg} \beta$$

$$(2) \quad BD = AB \operatorname{ctg} \gamma$$

$$(3) \quad EB \sin \delta = BC$$

Setzen wir (1) und (2) in (3) ein, so ergibt sich:

$$(4) \quad EB = \frac{AB \operatorname{ctg} \gamma}{\sin (\alpha + \delta)}$$

weiter ergibt

$$(5) \quad \frac{AB \operatorname{ctg} \gamma \sin \delta}{\sin (\alpha + \delta)} = AB \operatorname{ctg} \beta$$

Daraus erhalten wir:

$$(6) \quad \operatorname{ctg} \delta = \frac{\operatorname{ctg} \gamma \operatorname{tg} \beta}{\sin \alpha} - \operatorname{ctg} \alpha$$

Untersuchen wir vorerst den Einfluß der Gehängeneigung
auf δ bei Werten von α und β , die weder 0° noch 90° und
 α Werten, die nicht 180° sind, da sonst $\operatorname{tg} \beta$ und $\operatorname{ctg} \alpha$ entweder
 0° oder ∞ sind und $\sin \alpha$ bei 0° den Wert 0 annimmt.

Ist $\gamma = 0^0$, so wird

$$\begin{aligned}\operatorname{ctg} \delta &= \infty - \operatorname{ctg} \alpha \\ \delta &= 0^0\end{aligned}$$

Dieses Resultat ist selbstverständlich. Denn die Messung der Streichrichtung bezieht sich ja auf eine horizontale Fläche. Die Richtung des Schnittes eines Gesteins mit einem horizontalen Gehängestück ist also mit dem Streichen identisch. Wächst die Gehängeneigung γ , so wird der Winkel δ immer größer. Erreicht γ 90^0 , so ergibt sich

$$\begin{aligned}\operatorname{ctg} \delta &= - \operatorname{ctg} \alpha = \operatorname{ctg} (180^0 - \alpha) \\ \delta &= 180^0 - \alpha\end{aligned}$$

Auch dieser Extremfall ist klar. Bildet irgendwo das Gehänge eine Wand, so ist die Richtung des Schnittes des Gesteins identisch mit der Richtung des Gehänges.

δ schwankt also bei verschieden geneigtem Gehänge zwischen 0^0 bis $180^0 - \alpha$.

Untersuchen wir nun den Einfluß der Gesteinsneigung. Wir schließen hier Werte von γ und α von 0^0 , 90^0 u. 180^0 aus.

Ist $\beta = 0^0$, so wird

$$\begin{aligned}\operatorname{ctg} \delta &= - \operatorname{ctg} \alpha \\ \delta &= 180^0 - \alpha\end{aligned}$$

Morphologisch ist allerdings dieser Grenzfall sinnlos. Denn wenn das Gestein horizontal ist, gibt es auch kein Streichen. Es zeigt aber doch, daß bei ganz geringer Neigung des Gesteins die Schnittlinie nur wenig von der Gehängerichtung abweicht. Wächst β bis 90^0 , so wird

$$\begin{aligned}\operatorname{ctg} \delta &= \infty - \operatorname{ctg} \alpha \\ \delta &= 0^0\end{aligned}$$

Bei senkrecht einfallendem Gestein stimmt die Schnittlinie mit der Streichrichtung überein, die Gehängeneigung mag sein wie sie wolle. In beiden Fällen, bei verschieden geneigtem Gehänge und verschieden fallendem Gestein kann also δ alle Werte von $0^0 - (180^0 - \alpha)$ durchlaufen.

Vergleichen wir dieses Resultat nun mit der Tabelle der α Werte und übersetzen wir es in die Sprache des Morphologen. Es ergibt sich:

1. Da die Richtung einer Schnittlinie zwischen den Werten $\delta = 0$ bis $\delta = 180^0 - \alpha$ variieren

kann, ist der Verlauf der Schnittlinien im Gehänge bei gleichsinnig einfallendem Gestein ein viel wechsellvollerer als bei bergwärts einfallendem Gestein, da bei gleichsinnig einfallendem Gestein die α Werte kleiner sind als bei bergwärts einfallendem Gestein.

2. Bei gleichsinnig einfallendem Gestein finden wir die größeren δ Werte in einem Längstal, bei bergwärts einfallendem Gestein in einem Quertal.

Gestein, das gleichsinnig einfällt, kann vom Gehänge auf zwei Arten geschnitten werden, entweder so, daß eine Gesteinsplatte oben abgeschnitten wird, oder so, daß sie unterschritten wird. Den Uebergang bilden offensichtlich Schnittlinien, die mit einer Gefällsline des Gehänges übereinstimmen. Dieser Uebergang soll im folgenden untersucht werden.

Es gilt:

$$\delta = 90^\circ - \alpha$$

Setzen wir diesen Wert in unserer Formel (6) ein, so erhalten wir:

$$\text{ctg} (90^\circ - \alpha) = \frac{\text{ctg} \gamma \text{tg} \beta}{\sin \alpha} - \text{ctg} \alpha$$

Durch Umformen ergibt sich das Resultat:

$$\text{tg} \gamma = \text{tg} \beta \cos \alpha$$

Damit die Gleichung erfüllt wird, darf γ höchstens gleich groß wie β sein. Im Grenzfall, wo $\gamma = \beta$ und $\alpha = 0^\circ$ ist, wird das Gehänge von einer gleichlaufenden und gleichgeneigten Gesteinsplatte gebildet (Plattenschuß). In jedem andern Fall muß β größer sein als γ .

Ist γ kleiner als der für die Gleichung geforderte Wert, so wird die Gesteinsbank vom Gehänge oben abgeschnitten, ist es größer, so wird sie unterschritten.

Für den Sonderfall $\alpha + \delta = 90^\circ$ ergibt sich aber noch ein anderer, äusserst wichtiger Uebergang. Wenn $\alpha + \delta < 90^\circ$ ist, so steigt die Gesteinsgrenze in Bezug auf die Talrichtung schief über das Gehänge ab, ist $\alpha + \delta > 90^\circ$, so steigt die Gesteinsgrenze schief im Gehänge an. Bei positiven α Werten laufen also bei gleichsinnig einfallenden Gesteinen die Schnittlinien, wenn das Gestein oben abgeschnitten wird,

im Gehänge schief abwärts, wenn es unterschritten wird, schief aufwärts. Bei bergwärts einfallendem Gestein laufen die Grenzlinien einheitlich schief aufwärts. Bei negativen α -Werten ist die Richtung der auf und absteigenden Grenzlinien gerade umgekehrt. Diese Ueberlegungen erhalten für das Wallis sofort ihr volles Gewicht, wenn wir erwähnen, daß das Rhonetal ein Isoklinaltal ist. Gesteinsgrenzen in einem Gehänge sind die Leitlinien der selektiven Erosion. Gewisse Formen sind nur möglich, wenn es diese Leitlinien gestatten. Aus unseren Ausführungen geht hervor, daß der Verlauf der Gesteinsgrenzen umso wechselvoller ist, je mehr Vorsprünge und Einbuchtungen ein Gehänge hat.

Wie wirkt sich nun der Verlauf bei den zwei verschiedenen Erosionsarten aus? Wir haben dargelegt, daß die Hauptrichtung der fluviatilen Erosion im Gehänge senkrecht zur Talachse steht. Gehängerinnen mit großem Gefälle und großer Wassermenge setzen sich in der einmal begonnenen Erosionsrichtung oft ganz unbekümmert um Gesteinsgrenzen in überraschender Weise durch. Sie passen sich aber diesen Leitlinien umso mehr an, je mehr diese dem Durchschnittsgefälle innerhalb einer Gehängefläche parallel laufen, wenn also $\alpha + \delta \sim 90^\circ$ ist. Beschränkt sich die fluviatile, selektive Erosion hauptsächlich auf steil verlaufende Gesteinsgrenzen, so ist umgekehrt das bevorzugte Gebiet glazialer selektiver Erosion bei horizontal verlaufenden Gesteinsgrenzen zu suchen. Daß aber der Wirkungsbereich glazialer selektiver Erosion bedeutend weniger von der Richtung der Gesteinsgrenzen abhängt, als bei fluviatiler Erosion, geht aus folgender Ueberlegung hervor: Wir haben dem Gletscher vor allem eine dem Haupttal parallele Erosionsrichtung zugeschrieben. Aber diese Erosionsrichtung ist nur ein Mittelwert. Innerhalb des gewaltigen Bettes sind die mannigfaltigsten Strömungsrichtungen möglich, die im Gehänge auf und ab laufen können, je nachdem das Gestein dazu Anlaß gibt. Diese verschiedenen Strömungsrichtungen sind natürlich auch innerhalb eines Flußbettes vorhanden, aber die daraus resultierenden Formen sind so klein, daß sie hier nicht weiter zu beschreiben sind.

Versuchen wir nun auf Grund der gewonnenen Einsichten eine Beschreibung des Gehänges nach Abschnitten mit ähnlichem Gesteinsverlauf. Wir werden dabei besonders auf Kleinformen des Gehänges eingehen. Wenn auch der Gebirgsbau in hervorragender Art die Großform der Sektoren beeinflusst,

so sicher in noch augenfälligerer Weise die vielen Eigentümlichkeiten der Kleinformen, welche den intimen Reiz einer Landschaft bestimmen und sie mit charakteristischen Merkmalen ausstatten.

3. Sehr steil einfallende Gesteinsflächen. Das Goms.

Bei senkrecht einfallenden Gesteinsflächen, ist δ immer gleich α . Unabhängig von Gehängeneigung und Gehängebiegung setzt sich die Leitlinie geradlinig durch. Senkrecht zum Gehänge verlaufende Leitlinien finden wir also nur in Quertälern oder starken Gehängevorsprüngen. Bei senkrecht einfallendem Gestein ist aber auch die Breite von Mulden gleich dem Abstand der harten Gesteinsglieder, und wo dieser konstant ist, sind also auch die Mulden von konstanter Breite. (Fig. 14)

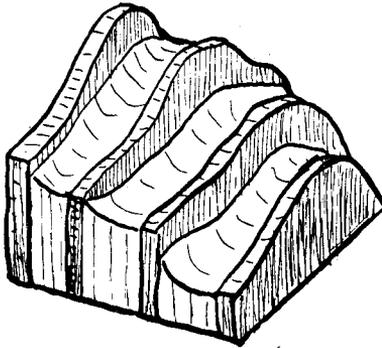


Fig. 14. Gehänge bei senkrechtem Schichteinfall.

Steil einfallende Gesteinsflächen finden wir im Gebiet des Aar- und Gotthardmassivs, die das rechte und linke Gehänge des obersten Rhonetales bilden. Dazu ist diese Talstrecke ein genaues Längstal. Das auffallende dieser Talstrecke ist nun, daß trotz dem steilen Einfallen im Gehänge keine einzige Felswand zu erblicken ist. Um diese Beobachtung ins richtige Licht zu setzen, müssen wir daran denken, daß wir uns hier im höchstgelegenen Talteil befinden mit einer Sohlenhöhe von 1200-1400 m. Das Talprofil ist gleichmäßig trogförmig, ja, wir können es noch

besser mit dem Ausdruck Weitbogental charakterisieren. Gratformen sind vom Talboden aus nicht sichtbar. Wir haben gezeigt, daß auch hier die Sektoren schon weitgehend facettiert wurden, aber keine größere Facette tritt als Vorbau gegenüber den benachbarten aus dem Gehängeverband heraus, wie es unterhalb von Brig so häufig der Fall ist. Talauf und talab schließen sich in der Perspektive die Sektoren zu einem ununterbrochenen, fast glattwandigen Gehänge. Da größere Gehängevorsprünge fehlen, fehlen auch die von der selektiven Erosion bevorzugten Gebiete. Dazu kommt noch, daß, wie BUXTORF⁴⁷ in einer kleinen Studie zeigte, nach dem Gletscherrückzug im übersteilen Gehänge die Moränendecke samt den obersten Gesteinspartien absackte. Dadurch erklärt sich das Fehlen von Felswändchen im Steilgehänge, denn durch diesen Vorgang wurden solche Formen zerstört und verwischt, auch wenn sie kurz nach dem Rückzug des Gletschers vorhanden waren. Gerade bei sehr steilstehendem, etwas klüftigem Gestein muß die sprengende Wirkung in Spalten gefrierenden Wassers und damit die Lockerung und Zerstörung der durch den Gebirgsbau bedingten Oberflächenformen besonders groß sein.

Wenn nun auch dem Goms Felswände fehlen, so sind doch im Gehänge, besonders im flacher werdenden Fuß, Mulden vorhanden, so glattwandig auch das Gehänge aus der Entfernung aussieht. Die auffallendste Bildung finden wir im Gehängefuß bei Blitzingen. Hier ist auf der rechten Talseite dem Sektor 8a der Kastenbiel vorgelagert. Mit 1427 m liegt sein höchster Punkt etwa 130 m über der hier schon neueingeschnittenen Rhone. Es ist ein abgerundeter Hügel, der etwa 250 m aus dem Gehänge vortritt und mit ihm durch einen Sattel verbunden ist. Gegen das Tal zu ist der Hügel bewaldet, während der flache Sattel gerodet ist. Eine langgestreckte, flache Mulde steigt von ihm talabwärts ab.

Ein Gebiet reicher und typischer glazialer Erosionsformen finden wir im Goms über dem Steilhang. Wir haben schon auf die starke glaziale Bearbeitung der Grimselalp aufmerksam gemacht. Hier finden wir in langen Reihen und treppenartig übereinander angeordnet glaziale Muldenzüge, durch langgestreckte Rundhöcker voneinander getrennt. Oft lassen sie sich auf weite Strecken, bis zu einigen 100 m weit, verfolgen, wobei sie dem Gehänge wie Moränenwälle folgen, sich

⁴⁷) A. BUXTORF: Ueber Flußverlegungen bei Gletsch und Brig. Ecl. geol. Helv. Vol. XVII No. 3 1922.

aber davon eindeutig durch die herausstechenden Schichtköpfe unterscheiden. Das Gefälle ab- oder aufsteigender Mulden ist nicht einheitlich, vielmehr wechseln breite, flache Böden, die versumpft sind, mit steileren Strecken. Verfolgen wir sie ostwärts, so gelangen wir am Rand der Grimselalp zum Steilhang, der zur Quertalstrecke der Rhone hinunter führt und hier ändern nun diese glazialen, abgerundeten Mulden plötzlich ihren Charakter und gehen in scharfeingeschnittene, fluviatile Runsen über, die steil zur Rhone hinunterziehen. Es ist dies ein sehr schönes Beispiel dafür, wie die gleichen Leitlinien im flachen Gehänge glaziale, im Steilhang fluviatile Züge tragen.

Bei Fiesch ändert sich der Talcharakter. Das Gotthardmassiv keilt aus, die Bündnerschiefer der Bedrettomulde treten ans Rhonetal heran und bilden das linke Gehänge, während das rechte weiterhin zum Aarmassiv gehört. Von hier bis in die Nähe von Martigny sind die beiden Gehänge in ihrem Kleinformenschatz grundverschieden. Steil bis senkrecht einfallende Gesteine finden wir nur noch auf der rechten Talseite im Aarmassiv. Zunächst unterhalb Fiesch wird das rechte Gehänge durch den ausgedehnten Längsgrat- und Längsrückensektor zwischen Aletsch- und Rhonetal gebildet. Folgen wir dessen Gehängefuß, so gelangen wir kurz vor der Mündung der Massa zu fast senkrecht einfallenden Gesteinsplatten, die hier über 100 m hoch emporsteigen und sich wie ein Panzer ans Gehänge legen. Dieser aus dem Gehänge etwas vortretende, imponierende Plattenschuß trägt einen ganzen Mulden- und Verflachungszug. Das äussert sich in eindrucklicher Weise auch in der Namengebung der Gehängepartien, die direkt darüber liegen und die Oberebnet, Unterebnet und Sattel heissen. Die Ebnet sind ausgefüllte Mulden, die treppenartig übereinanderliegen, der Name Sattel spricht für sich selbst. Der ganze Muldenzug steigt talabwärts rasch ab, da das Gehänge in Bezug auf die Streichrichtung wieder zurückweicht.

Wenn unser Blick für die Kleinformen etwas geschärft ist, so können wir ganz allgemein beobachten, daß Gehängevorsprünge am meisten modelliert sind. Es können dafür verschiedene Gründe geltend gemacht werden. Bei glazialer Erosion konnte hier der Gletscher das weichere Material in den freien Raum der nächsten Gehängeeinbuchtung hinausschieben. In fluviatilen Erosionsperioden sammelt sich das Wasser in den Mulden und fließt seitlich in die Gehängeeinbuchtungen

ab. Erodiert wird dabei in den flachen Muldenböden wenig oder nichts. Die Vorsprünge unterliegen langsam der Verwitterung, sodaß dort, wo wenig widerstandsfähiges Gestein ansteht, abgerundete Formen entstehen. Die verschiedenen Dörfer, die das Gehänge des Längsrückensektors trägt, könnten zur Ansicht verleiten, daß doch größere Verflachungen im Steilhang zu finden seien. Das ist aber durchaus nicht der Fall. So beträgt im enggebauten Betten der Höhenunterschied innerhalb der geschlossenen Siedlung über 40 m. Hier Terrassensysteme mit bestimmten Höhenangaben aufstellen zu wollen, ist ausgeschlossen. Dazu konnte vielleicht noch die alte Kurvenkarte verleiten. Studieren wir die neue, photogrammetrisch gewonnene Karte, so sind darauf eine Menge kleiner Verflachungen in ganz verschiedenen Höhen verzeichnet. Durch die charakteristischen Einbuchtungen der Kurven kamen nun auch eine Großzahl der vielen Mulden und Rundhöcker zur Darstellung, die das Gehänge beleben.

4. Gleichsinnig einfallende Gesteinsflächen. Das rechte Gehänge zwischen Brig und Leuk.

Wir haben vom Gebiet der senkrecht oder zum mindesten sehr steil einfallenden Gesteine zeigen können, daß gerade hier größere Felswände eine seltene Ausnahme sind. Das ändert mit einem Schlag, wenn wir in das Gebiet flacher einfallender Gesteine kommen. Hier können Gesteinsflächen auf großem Raum die Landschaft beherrschen, solange sie noch so steil einfallen, daß sie durch den Verwitterungsschutt nicht bedeckt werden. (Fig. 15) Es können sich aber auch senkrechte

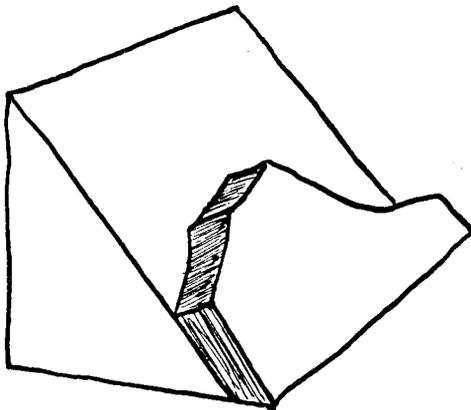


Fig. 15. Gehänge bei gleichsinnig einfallendem Gestein.

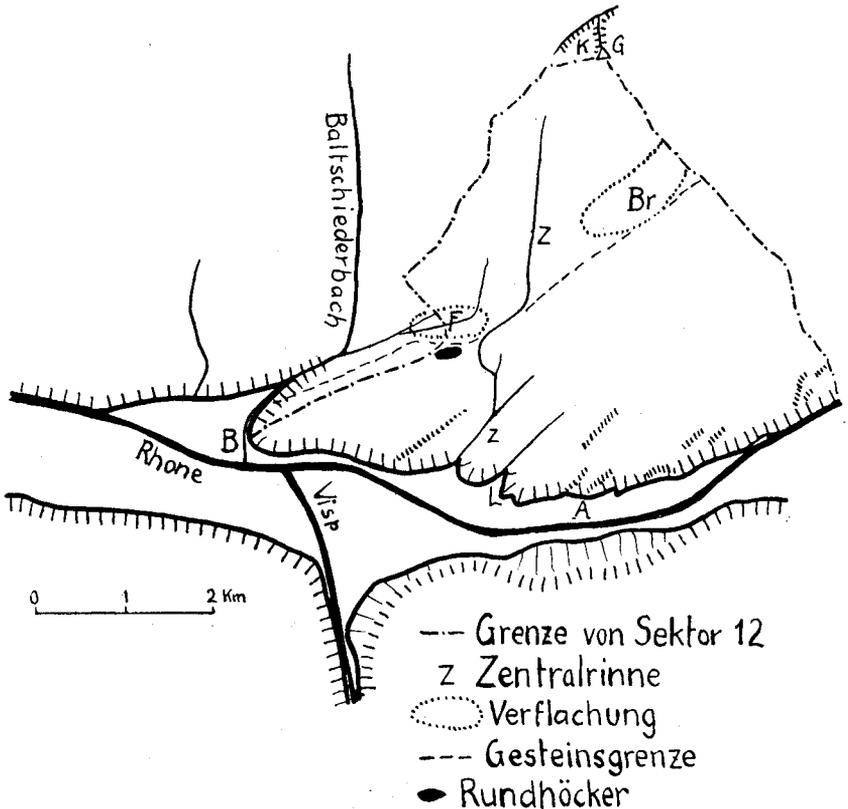


Fig. 16. Talboden bei Visp. Gliederung des Sektors 12.

G Gipfel des Sektors 12 (Gerstenhorn 2929 m). K Kar hinter diesem Gipfel. Z Zentralrinne. L Lalden. F Finnen. Br Brichen. Von A—B zeigt das rechte Gehänge Quertalformen.

Felsabbrüche bilden, dort nämlich, wo flach gelagerte Gesteine unterschritten werden. In keinem Gehänge ist vor allem aber der Verlauf der Mulden so mannigfach, wie gerade hier.

Bis in die Gegend von Visp bildet das rechte Gehänge mit dem Streichen der Gesteine nur einen sehr kleinen Winkel. Das äussert sich auch in der symmetrischen Ausbildung der Talöffnung, die der Mundbach geschaffen hat. Wenige Kilometer vor Visp verbreitert sich der Talboden nach einer besonders engen Stelle. (Fig. 16) Dazu kommt noch eine kleine Talbiegung nach rechts. Das Streichen des Aarmassivs macht diese Biegung nicht mit. So summieren sich Richtungsänderungen der Talachse und Zurückweichen des Gehänges, beide im Sinn einer Vergrößerung des Winkels α . Damit erreicht

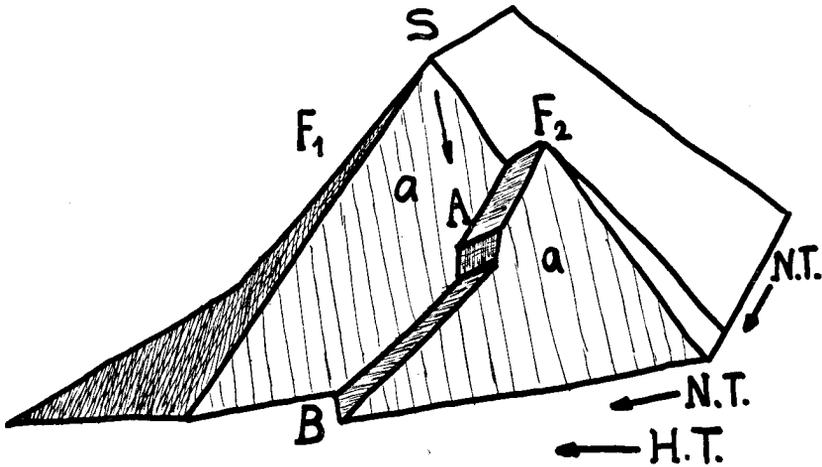


Fig. 17. Schema eines asymmetrischen Sektors (Kulissensektor).

NT Nebental. HT Haupttal. a Schichtfläche. SA Entwässerung vom Gipfel S aus auf einer Schichtfläche. AB Entwässerung entlang einer Leitlinie. Der Sektorgipfel S tritt, sobald sich ein Erosionstrichter ausgebildet hat, als Gipfelbau zurück, so daß bei F_1 ein kleiner Facettengipfel entsteht. Viel wichtiger ist aber der Facettengipfel F_2 .

der Winkel Werte, die über 45° liegen. Zwischen A und B, auf einer Strecke von ungefähr 4 km wird die ganze Zone der Augengneise von einem Quertalgehänge abgeschnitten. Diese kurze Quertalstrecke mitten im Längstal erweckt denn auch einen eigenartigen Eindruck. In breiter Front steigt eine Vielzahl von Mulden schief über das Gehänge ab. Dort, wo die Mulden im Rhoneschotter untertauchen, bildet der Gehängefuß Einbuchtungen. In der größten dieser talabwärts gerichteten Einbuchtungen liegt in vortrefflich geschützter Lage das Dörfchen Lalden.

Der Sektor, in dem die Talbiegung vor sich geht, gehört schon zu den Kulissensektoren. Deren Eigentümlichkeit besteht ja darin, daß die Seitentalmündung innerhalb des Gehänges in das Streichen des Aarmassivs umbiegt, wodurch der talabwärts verlängerte und spornartige Schenkel des Sektors weit vor die Fläche des nächsten zu liegen kommt. Aber nicht nur die Umrissform, sondern die ganze Gliederung des Sektors, vor allem auch die Anlage der Zentralrinne, wird weitgehend vom Gebirgsbau bestimmt. Die Figur 17 soll in schematischer Darstellung die Besonderheiten aufweisen. Es sind zwei Richtungen, die die Entwässerung lenken. In erster Linie

folgen die Gehängerinnen natürlich dem mittleren Gefälle der ganzen Sektorfläche. Da nun die Sektorflächen teilweise schief zum Tal stehen, sind in diesen die Entwässerungsrinnen etwas talaufwärts gerichtet. In solchen Flächen haben sich die Erosionstrichter ausgebildet, die das Wasser sammeln. Nun besteht aber kein einziger Sektor aus einer einheitlichen Gesteinsoberfläche, vielmehr legen sich verschiedene Gesteinspakete ans Gehänge an. Von besonders widerstandsfähigen Gesteinsbänken bilden die Köpfe Vorsprünge, die das Wasser auffangen und in die Richtung der Leitlinien umlenken. Gelingt es einer Gehängerinne, aus der Leitlinie auszubrechen, so kann sich der Vorgang nochmals wiederholen: Sie folgt dann zuerst wieder der Richtung des Gesteinsfallens, dann vielleicht wieder erneut der Richtung einer neuen Leitlinie. So finden wir in diesen Sektoren eine wechselvolle Anlage der Gehängerinnen. Zur asymmetrischen Umrisslinie des Sektors gesellt sich so auch eine Asymmetrie in der Facettenausbildung. Die talaufwärtsliegende Facette tritt als Vorbau stark vor und ist mit dem zurückversetzten Gipfelbau durch einen breiten Sattel verbunden, die zweite Facette bildet mit dem Gipfelbau eine mehr oder weniger einheitliche Fläche.

Wenden wir uns vom vereinfachten Schema der Natur zu. Auf Bild 5 sehen wir den Sektor 13. Ueber die verschiedenen Gesteine, die den Sektor in aneinandergelegten, steilaufstrebenden Schichten aufbauen, gibt uns die Karte von SWIDERSKI erschöpfend Auskunft. Vom Gipfel des Wiwannahorns fließt das Wasser über Gasterngranit in eine Sedimentmulde, die Gipfelbau und Vorbau trennt. Auch im Vorbau überlagern Sedimente das Aarmassiv. In dieser Mulde biegt die Zentralrinne in die Leitlinie über, wechselt dann mehrmals die Richtung, bis sie endlich in enger Schlucht der Grenzlinie von Sediment und Gneis folgt. Einen ebenso häufigen Wechsel zwischen Fallrichtung und Leitlinienrichtung können wir beim Sektor 12 erkennen. (Fig. 16) Geologisch baut sich der Sektor aus folgenden Gesteinen auf: Hinter dem Gipfel finden wir serizitische Schiefer, dann folgt vom Gipfel abwärts schiefriger Gneis, hierauf eine Mulde aus dolomitischem Triaskalk und endlich Augengneis. Die morphologisch wichtigste Leitlinie steigt steil vom Baltschiedertal aus in der Sektorfläche an und wird durch die Triasmulde gebildet. Die Zentralrinne beginnt hier hinter dem Gipfel in einem Kar im serizitischen Schiefer, verläßt dann diesen und tritt in die Sektorfläche über, dann biegt sie auf einem kleinen Stück in die Richtung der

morphologisch sehr gut ausgebildeten Triasmulde ein, verläßt diese und erreicht endlich mit mehrmaligem Richtungswechsel den Haupttalboden. Die Triasmulde, zugleich die Grenze zwischen schiefrigem Gneis und Augengneis, verdient unsere volle Aufmerksamkeit, denn es ist eine Verflachungszone, die den ganzen Sektor schief durchzieht. Im untersten Teil wird sie vom Baltschiedertal benutzt, das hier nach seinem senkrecht aufs Haupttal gerichteten Lauf in die Leitlinienrichtung umbiegt. Als ausgeprägte Mulde läßt sie sich im Gehänge des Seitentales weiter verfolgen bis zum Alpdorf Finnen. Hier, auf 1423 m Höhe wird sie von der Zentralrinne zerschnitten, sodaß eine horizontale Fläche entsteht, die wir nach ihrer typischen Form Sattelmulde nennen wollen. In Finnen finden wir einen breiten, flachen Weideboden, talwärts durch einen Rundhöcker geschützt. Die Höhenlage dieser ausgedehnten Verflachung wird nicht durch den Ueberrest irgend eines alten Talbodens bestimmt, sondern einzig und allein durch den zufällig hier erfolgten Schnitt des geologisch vorgezeichneten Muldenzuges, den wir vom Baltschiedertal her verfolgt haben, denn in Finnen hört der Muldenzug nicht auf. Jenseits der Zentralrinne sind in der genau gleichen geologischen Lage die Alpflächen von Brichen (2053 m), die weiterhin langsam ansteigend bis zum nächsten Seitental reichen. Hier, wo die Mulde vom Seitental angeschnitten wird, finden wir die zweite, als Sattelmulde ausgebildete horizontale Verflachung. Ihr ist ein kleiner Gipfel, das Betthorn, 2187 m, vorgelagert, den wir als Facettengipfel bezeichnen können.

Vom Sektor 13 weg wird der Gehängefuß von Sedimenten gebildet. Vorerst ist es noch der Sedimentmantel des Aarmassivs, der sich schildartig ans Gehänge legt. Immer noch bilden die Leitlinien einen recht großen Winkel zum Haupttal. Häufig sind unter diesen Bedingungen in den Sedimenten die Schichtköpfe als Höcker herauspräpariert worden, sodaß es an steil absinkenden Verflachungen und Mulden nicht fehlt. In enger Schärung durchziehen sie die untern Gehängepartien. Durch Gehängerinnen sind manche von ihnen zerschnitten worden, sodaß Sattelmulden keine Seltenheit sind. Eine solche von besonders schöner Art finden wir östlich des Lötschentalausganges. (Bild 6) Vom Talboden steigt eine breite Verflachung an, die von den Kehren der neuen Straßen nach Hohten und ins Lötschental gequert wird. Auf 825 m, fast 200 m über der Talsohle, wird sie von einer Wildbachrunse zerschnitten. Hier liegt auf einer schmalen, horizontalen Sattelmulde das

Dorf Hohten. Jenseits der Wildbachrunse lässt sich die Verflachung in erneutem Anstieg bis zur Station Hohten an der Lötschberglinie verfolgen.

Neben diesen schief verlaufenden Verflachungen, die sowohl durch die Verwitterung als auch durch die glaziale und fluviatile Erosion entstanden sein können, sollen die auffallend wenig geneigten oder sogar horizontalen Mulden nicht unerwähnt bleiben. Sie sind oft, wie das Bild 4 zeigt, in großer Anzahl übereinander angeordnet, sodaß wir von einem Rundhöcker- und Muldenhang sprechen können. Auf dem Bild erkennen wir einen Teil des Dorfes Ausserberg im Sektor 13. Ganz im Vordergrund sehen wir zwei Mulden verschiedener Höhe, dann erkennen wir etwas tiefer eine weitere, die mit Bäumen und Häusern besetzt ist und die gegen das Tal zu von dem Hügel abgeschlossen wird, auf dem die Kirche steht. Gleich unter der Kirche, auf dem Bild aber nicht sichtbar, wird der Hang nochmals von einer Mulde durchzogen. Damit haben wir nur diejenigen in unmittelbarer Nähe des Dorfes genannt. Das Auffallende ist nun, daß sie keinen Leitlinien folgen, und doch sind sie uns nur verständlich, wenn wir sie mit dem Bau in Zusammenhang bringen. Härteunterschiede feinsten Art müssen hier eine Rolle gespielt haben.

In der Sektorgruppe 16 (Bild 8) kommt das Aarmassiv endgültig zum Ausstreichen. Die Grenzlinie zwischen Sediment und kristallinem Gestein läuft schief talabwärts über das Gehänge hinunter. Die Zentralrinne von Sektor 16a hat sich dem Verlauf der Leitlinien weitgehend angepaßt. Sie sammelt ihr Wasser in dem ausgedehnten Kar von Niven. Beim Austritt aus dem Kar folgt die Zentralrinne zuerst der Fallrichtung der kristallinen Gesteine des Aarmassivs, ist also wie das ganze obere Gehänge etwas talaufwärts gerichtet. Dann biegt sie in eine Sedimentmulde ein und folgt deren unterem Rand. Diese ist morphologisch gut ausgebildet und lässt sich vom Gehängefuß quer ansteigend bis zum Lötschentälchen verfolgen. Wo sie durch das Seitental abgeschnitten wird, ist auf der Sektorflanke eine breite Verflachung entstanden. Ein zweiter Schnitt erfolgte durch die Zentralrinne. Warum diese die gut ausgebildete Mulde wieder verläßt, ist aus LUGEONS geologischer Karte zu ersehen.⁴⁸ Diese zeigt, daß hier ein kleiner Bergsturz die Mulde zugeschüttet hat. Dadurch

⁴⁸) M. LUGEON: Carte géol. des Hautes-Alpes Calcaires entre la Lizerne et la Kander. 1910.

wurde das Wasser der Zentralrinne zum Ausbiegen und Zerschneiden der Mulde gezwungen und folgt von hier weg wieder der Fallrichtung der Gesteine des Aarmassivs. Durch diesen Austritt und Schnitt entstand in 1106 m Höhe eine gut ausgebildete Sattelmulde, auf der das Dörfchen Bratsch liegt. So kommt es, daß die geologisch bedeutsame Grenzlinie zwischen Aarmassiv und Sediment im untern Teil des Gehänges eine wenig auffällige, trockene Mulde ist, die im Landschaftsbild eine nebensächliche Rolle spielt. Sie ist von Schutt erfüllt und birgt einen kleinen Rebberg und ein im Zickzack angelegtes Weglein, das nach Bratsch hinaufführt.

Mit dem Untertauchen des Aarmassivs sind wir in die große Einsattelung zwischen den Massiven eingetreten, die sich bis in die Nähe von Martigny erstreckt, wo das Aiguilles Rouges Massiv aufstrebt. Wir haben früher vom überragenden Einfluß gesprochen, den der Gebirgsbau hier auf die Gestaltung der Sektoren ausübt und den ganzen Abschnitt als Deckenstufenlandschaft bezeichnet. Der Einfluß auf die Kleinformen ist nicht weniger groß. Wie sehr das Aussehen des Gehänges beim Uebergang vom Massiv ins sedimentäre Gestein ändert, können wir vor allem im Sektor 16 zwischen Lötschental und Leukertal studieren, wo sich der Wechsel vom kristallinen Gestein zu den Schichten des Sedimentmantels vollzieht. Schon der Unterschied der Farbe zwischen sedimentärem und kristallinem Gestein macht sich weithin geltend. Der nackte Fels des Kristallinen hat eine braunviolette Färbung, der im Sediment vorherrschende Hochgebirgskalk ist bläulichgrau. Dazu ist das Gestein des Massivs, auch wo es parallel dem Gehänge verläuft, mehr knollig, höckerig. Die Schichtflächen der Sedimente aber bilden oft gewaltige Platten. Beim Uebergang vom Massiv in seinen Sedimentmantel werden in der schmalen Mulde, die wir beschrieben haben, die Gesteine unter einem so großen Winkel geschnitten, daß die steilabfallende Mulde schon zu den Querlformen zu rechnen ist. Dann aber springt das Gehänge vor und auch die Gesteine wechseln ihre Richtung, und so steigt dort, wo der Feschelbach mündet, aus dem Talboden ein mächtiger Plattenschuß empor. (Bild 8) Die gewaltige Panzerung aus Hochgebirgskalk ist bis 600 m hoch, fast vegetationslos, an einzelnen Stellen von Schutt oder Moräne bedeckt und durchaus kulturfeindlich. Für diesen Eindruck zeugt auch der Name »Platten«. Im obern Teil hat der Feschelbach

die Kalkplatten ganz zerschnitten und in den mergeligen Schiefern, die darunter liegen, die Panzerung unterspült, sodaß sie trichterförmig aufgerissen ist.

Im untern Teil aber liegt der Bach in einer messerscharfen Schlucht von wenigen Metern Breite, und es war gegeben, die beiden Sektoren mit einer kurzen, kühnen Brücke zu verbinden, denn hier gelingt der Uebergang, ohne daß man ins Seitental einzubiegen braucht. Ueberall dort, wo oberhalb des Plattenschusses durch das flachere Gehänge Schichtplatten geschnitten werden, sind die Schichtköpfe als lang hingestreckte Rundhöcker herauspräpariert worden, zwischen denen Muldenzüge liegen. Insbesondere ist der Rand des Hochgebirgskalkes eine Leitlinie allerersten Ranges, die als Rundhöcker und Muldenzug, je nach der jeweiligen Höhe des gewaltigen Kalkschildes, im Gehänge auf- und abläuft.

5. Wechsel des Fallwinkels im gleichen Sektor. Das Gebiet der helvetischen Decken.

Mit dem Uebergang von Massiv und autochthonem Sedimentmantel in die helvetischen Decken sind wir in einem Gehängeabschnitt von ganz anderer Bauart eingetreten. Das Bezeichnende im Gebiet der Massive besteht darin, daß die Gesteine innerhalb eines Sektors vom Fuß bis zur Spitze gleich und zwar steil einfallen. Nun fallen zwar auch im Gebiet der Decken die Schichten gleichsinnig dem Gehänge ein, aber der Fallwinkel ist innerhalb des gleichen Sektors wesentlichen Schwankungen unterworfen. Hier wurden mächtige Decken über die Schwelle der untergetauchten Massive gedrängt, die vom Rhonetal steil aufstreiben, im Gebiet der Hauptwasserscheiden kulminieren und auf der Bernerseite in kompliziertem Faltenbau niedertauchen. Fig. 18 gibt eine schematische Uebersicht über den Schichtverlauf in diesem Abschnitt. Nach den Formen, die wir im Gehänge finden, können wir dieses Sammelpprofil folgendermaßen unterteilen:

Der Fuß des Gehänges wird gebildet durch die Wurzeln penninischer Decken, die hier aus dem Rhoneschutt aufsteigen. Hier fallen die Schichten sehr steil ein. Sie bilden gegen die Rhoneebene zu oft steile Abstürze mit Plattenschüssen. (I) Die Schichtköpfe dieser penninischen Decken (II) sind oft als frei emporragende Hügel herauspräpariert worden. An die penninischen Wurzeln schließen sich

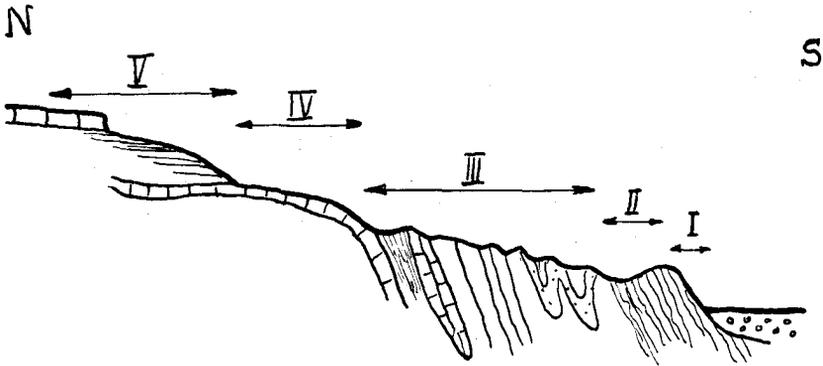


Fig. 18. **Sammelprofil im Gebiet der helvetischen Decken.**
(Aus Profilen von M. Lugeon zusammengestellt.)

die Wurzeln höherer helvetischer Decken an. (III) Im raschen Wechsel der Schichten sind hier härtere Glieder als Rundhöcker isoliert. Synklinalen und Antiklinalen sind so eng gepresst, daß sie das allgemeine Bild steil einfallender Schichten nicht stören. Darüber wird das Gehänge erneut durch Schichtflächen gebildet. (IV) Sie sind aber im Vergleich zu den Schichtflächen des Gehängefußes viel flacher. Endlich unterschneidet das Gehänge im obersten Teil der Sektoren die sehr flach verlaufenden Schichten. (V) Härtere Gesteinsglieder bilden hier kleine Felswändchen, die als weithinlaufende Bänder das Gehänge durchziehen. Um von dieser schematischen Profillinie zu einer räumlichen Vorstellung zu gelangen, müssen wir uns vergegenwärtigen, daß die helvetische Zone eine große, muschelförmige Landschaft ist. Wo das Aarmassiv untertaucht, sind die Schichtflächen talabwärts gerichtet, der Winkel α also negativ und verhältnismäßig groß. Vom zentralen Teil bei Siders, wo die Schichten dem Tal parallel laufen, ändert der Winkel zu positiven Werten und erreicht dort, wo das Massiv kurz vor Martigny wieder auftaucht, Werte, die 45° überschreiten, also schon zu Quertalformen gehören. Hier blicken die steilaufstrebenden Schichtplatten als Abschluß der muschelförmigen Landschaft talaufwärts. Der Fallwinkel, der beim Höhersteigen im Sektor immer kleiner wird und der Wechsel des Winkels α , der talabwärts von negativen in positive Werte übergeht, versprechen in diesem Gehängeabschnitt eine abwechslungsreiche Kleinformenwelt.

Dazu tritt als zweiter wichtiger Unterschied gegenüber dem Massivgehänge die ganz andere Natur der Gesteine in der helvetischen Zone. Im Gebiet der Massive fehlen die mergeligen, weichen Gesteinsglieder, die hier gewissen Gehängepartien ihren Stempel aufdrücken. Wohl weist das Goms in großem Maße Sackungen auf, sodaß diese verrutschten Massen die Formen im Gehänge stark beeinflussen, aber ganze Hänge, die langsam kriechen, wie wir sie innerhalb der helvetischen Zone antreffen, sind doch im Massiv unbekannt.

a) Die Sektorgruppen 17 und 18.

Gleich nach der Mündung der Dala vollzieht sich im Sektor 17a der Uebergang von dem steilen Talprofil zu den weitzurückreichenden Gehängeflächen. Innerhalb des Sektors biegt das Gehänge von der Zentralrinne weg in eine weite Einbuchtung zurück, sodaß der Sektor stark vorgewölbt ist und der nächste Zufluß, die Raspille, eine auffallend starke Trichtermündung hat. In geologischer Hinsicht herrschen gegen das Leukertal Gesteine der Kreide vor, während gegen die Raspille das Gehänge bis unter die Spitze von Malm gebildet wird. Wir beginnen unsere Beschreibung an Hand einer kleinen Skizze. (Fig. 19) Sie stellt ein Stück des Gehänges gleich nach der Mündung der Dala dar. Aus den Erläuterungen von Lugeon zu seiner geologischen Karte ergeben sich folgende Tatsachen: Aus dem Tal steigen die schön ausgebildeten Platten des Hochgebirgskalkes an. Das Dorf Varen steht auf kalkigen und mergeligen Schiefen der Kreide, und unmittelbar hinter dem Dorf steigen die Kalkplatten des Valangien an. Lugeon hat auch eine Anzahl von Synklinalen und Antiklinalen beschrieben, die hier so eng in der Richtung der Gehängeneigung gepresst sind, daß die Schenkel isoklinal verlaufen. Der Gehängefuß ist gepanzert durch Kalkplatten. Diese sind dem darübergerlegenen Gehänge vorgelagert und von verschiedener Höhe, sodaß die Schichtköpfe eine auf und absteigende Linie bilden. Diese wechselvolle Höhe schreibt den Verlauf der auf und absteigenden Mulden vor, die sich im Schutz der Kalkplatten bilden konnten. Kulminationen und ebene Strecken der Schichtkopflinie geben auch Anlaß zu Sattelmulden und Verflachungen. Auf dem höchsten Punkt des Muldenzuges liegt das Dorf Varen.

Gleich hinter dem Dorf bilden erneut Schichtplatten das Gehänge. Dann werden die Schichten flacher, sodaß durch Unterschneiden kleine Felsbänder auftreten.

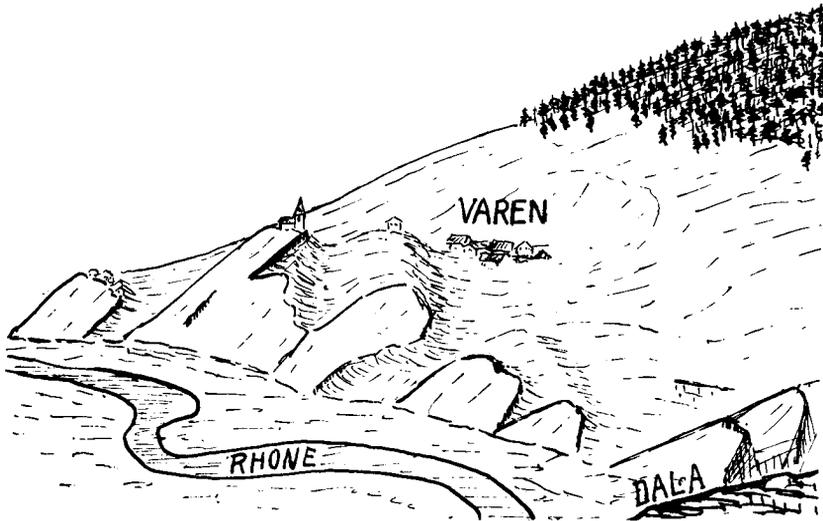


Fig. 15. Das Dorf Varen in typischer Sattellage oberhalb von Malmkalkplatten.

Unterhalb der Mündung der Raspille beginnt die breit-
ausgedehnte Zone der Wurzeln höherer helvetischer und auch
penninischer Decken, eine geologische Gegebenheit, die dem
Gehänge auf eine Länge von über 20 km und eine Breite von
über 6 km ein typisches Gepräge verleiht. Vom Talgrund, der
hier eine Höhe von 500 m besitzt, reicht diese Wurzelzone
hinauf bis auf 1200 m, ja 1500 m. Es sind vorwiegend Schiefer
und Trias penninischer Facies (Bündnerschiefer, Gips,
Quarzit), die hier vom linken Gehänge aufs rechte überge-
treten sind, dann weiter in großer Ausdehnung Schiefer der
Aalénienstufe. Gegen den Talboden bricht die ganze Wurzel-
zone meist steil ab. Sehr steil bis senkrecht einfallende Fels-
partien bilden hier den Gehängefuß und versinken oft ganz
unvermittelt und ohne Schutthalde im sumpfigen Talboden.
Es ist dies die erste Zone unseres Sammelprofils. Vom einen
Seitentaleinschnitt zum andern nimmt der felsige Absturz
haupttalabwärts an Höhe jeweils zu, sodaß sich jeweils bei
den schiefmündenden Seitentälern eine besonders hohe, sporn-
artig verlängerte Sektorflanke vor den nächsten Gehängeab-
schnitt legt. Auf diesen vorspringenden Flanken wurden nun
durchwegs markante Hügel herausmodelliert, die zum Haupt-
talboden steil abfallen und mit dem übrigen Gehänge durch
breite Sättel verbunden sind. Der größte und auffallendste ist

der Châtelard bei der Mündung der Liène, der vom 500 m hohen Rhonetal auf 1276 m ansteigt und von hier bis zum Sattel wieder um 120 m abfällt. Im Sattel liegt das Dorf Lens, das vom talabwärts vorgelagerten Châtelard ganz beherrscht wird. Bei der Mündung der Sionne erheben sich auf der vorspringenden Sektorflanke gleich zwei Flankenhügel, der Tourbillon 655 m und der Valère 621 m, die Wahrzeichen von Sitten. Der Tourbillon liegt leicht gestaffelt hinter dem Valère und ist sowohl vom Valère als auch vom rückliegenden Gehänge durch eine Mulde getrennt. Rhonewärts sind beide durch Plattenschüsse gepanzert, gehängewärts treten die steil übereinander angeordneten Schichtköpfe zu Tage. Endlich befinden sich auf der östlichen Sektorflanke bei der Mündung der Morge der Mont d'Orge (792 m) und der Maladeires 574 m). Dieser tritt weit in den Rhonetalboden vor.

Wenn wir vom Rhonetal über das erste Steilgehänge und die darauf sitzenden Hügel (zweite Zone unseres Sammelprofils) hinweggelangt sind, kommen wir in ein Gebiet ausgedehnter Verflachungen. »S' élevant de Sion vers Savièse et le Prâbe, on ne voit guère que des couches à structure monoclinale, presque toujours chisteuses, des pierres que les Valaisans appellent des brisés.«⁴⁹ Es ist dies die dritte Zone unseres Sammelprofils. Die geringe Neigung des Gehänges hat hier die selektive Erosion in hohem Maße erleichtert. Die ganze Fläche ist zu mehr als 50 % mit einer Moränendecke überzogen und stark glazial modelliert. Aus der Moränendecke stehen eine Reihe von Rundhöckern hervor, die in weithinlaufenden Zügen den gleichmäßigen, langsamen Anstieg des Gehänges unterbrechen. Der kleine Winkel zwischen Talrichtung und Leitlinien macht sich in den einzelnen Formen geltend. Auf der Südseite sind die Rundhöcker und die großen Hügel von glatten Platten gebildet, auf der Nordseite treten die zackigen Schichtköpfe zu Tage. Im Längsprofil steigen sie sachte von Osten her an und brechen steil nach Westen ab. Die kleineren Rundbuckel treten nur einige Meter aus der Oberfläche hervor, einzelne Hügel erreichen aber beträchtliche Höhen. Der höchste erhebt sich fast genau 100 m über die dahinterliegende Verflachung und befindet sich am Rand der Lièneschlucht im Bann des Dorfes Ayent. Bezeichnenderweise heisst es auch hier neben der Kote 1002 m »Le Château.« Oestlich der Mündung der Morge sinkt die ganze Wurzelzone

⁴⁹) M. LUGEON: Les Hautes Alpes Calcaires. Mat. carte géol. de la Suisse Nouv. Série XXX^e Livr. Fasc. 3 p. 284.

unter den Talboden, und hier finden wir eine neue Reihe von Hügeln: Den schon erwähnten Maladeires, 574 m, den Mt. d'Orge, 792 m, und den Château de la Soie, 879 m. Einen Einblick in diese absinkende Hügellandschaft gibt Bild 9. Ganz links im Bild ist das Château de la Soie sichtbar, ganz rechts der Mt. d'Orge. Wir befinden uns auf dem Schwemmkegel der Morge an der Stelle, wo der Rhonetalboden sprunghaft die doppelte Breite erreicht. Das, was wir vor uns sehen, ist wohl Rhonetalgehänge, aber es ist eine Ansicht ganz besonderer Art, denn wir blicken nicht quer zur Talachse, sondern parallel zu ihr, und so ist dieses Gehängestück denn auch zugleich ein 1,5 km breites Quertalgehängestück mitten im Längstal. Das Bild zeigt uns in eindrucklicher Weise, wie hier, wohl durch glaziale Parallelerosion, Längsmulden entstanden, die nun auch für die fluviale Erosion richtungsgebend sind. Wir sehen nur das Ende dieser Längsmulden. Die Feststellung, daß diese dem Tal parallelaufenden Mulden den ganzen Sektor in der Zone 2 und 3 durchziehen, ist deshalb eine notwendige und wichtige Ergänzung für die Betrachtung des Bildes. Solche Parallelmulden durchziehen aber auch den Sektor zwischen Sionne und Liène und sind auch noch charakteristisch für denjenigen zwischen Liène und Raspille. Dadurch wird die »normale« Entwässerung der Sektoren verhindert, sie wirken wie Dachrinnen und leiten das Wasser in die Seitentäler. Das Wasser folgt hier also nicht der Abdachung der Sektorflächen. Diese auffallende Längsmodellierung und die damit zusammenhängenden, eigenartigen Entwässerungsverhältnisse können nur mit einer andern Fläche verglichen werden, nämlich dem Brigerberg. Hier wie dort handelt es sich um ein sehr wenig geneigtes Flächenstück, in dem die Parallelerosion besonders gut zur Geltung kommen kann. In einem steilen Gehänge werden glaziale Parallelmulden durch größere Gehängerinnen zerschnitten, wobei es zur Ausbildung typischer Sattelmulden kommt. Hier aber fangen diese Parallelmulden auch die ungestümsten Bäche auf und formen sie in harmlos dahinfließende um. Träge winden sie sich in den breiten Muldenböden dahin, oft auch finden wir kleine Seelein oder Teiche, viel davon für Bewässerungszwecke künstlich erhöht. Aber von den Seitentälern her, in die diese Bäche steil hinunterstürzen, macht sich rückschreitende Erosion energisch geltend, sodaß die Sektoren von der Seite durch Erosionstrichter angeschnitten werden. Die eigenartigen Entwässerungs-

verhältnisse wirken sich noch anders aus. Bei dem trockenen Klima bildete sich auf den unbewässerten steinigten Hügeln die den schweizerischen Botanikern bestbekannte Felsenheide. So wird die landschaftliche Wirkung der Rundhöcker und Hügel durch die Vegetation noch bedeutend verstärkt. Zwischen viel nacktem, schwarzglänzendem Schiefergestein ist nur ein spärlicher Pflanzenwuchs möglich. Dem Laien fallen die wildwachsenden Kakteen (*Opuntia vulgaris*), dem Botaniker etwa die *Ephedra helvetica* und *Stipa pennata* auf. Mit diesen kahlen Hügeln und Rundhöckern kontrastieren die saftigen Wiesen und fruchtbaren Aecker der gut bewässerten Verflachungen in den Mulden.

Ueber die beiden höchsten Zonen (Zone IV und V des Sammelpfils) ist hier nicht viel neues zu sagen. Die Neigung des Gehänges wird vorerst etwas steiler, das Fallen der Schichten geringer, sodaß im Gehänge ausgedehnte Strecken durch Schichtplatten gebildet werden. Trockener, spärlich bewachsener Boden zeichnet diese Zone aus. Steigen wir noch höher, so unterschneidet das Gehänge die flacher gewordenen Schichten: Durch abschüssige Weideflächen ziehen kleine Felsbänder.

b) Gebiet steil aufstrebender Schichtplatten.

Bei der Mündung der Morge taucht der größte Teil der Wurzelzone unter den Schotter des Rhonetales. Nur noch ein ganz kleines Stück ist der östlichen Flanke des Sektors 15 vorgelagert und bildet hier mit seinen schiefgeschnittenen Schichtköpfen eine Verflachungszone. Im übrigen Gehänge haben die mächtig aufstrebenden Schichten ihre Richtung geändert und stehen nun so schief zum Tal, daß Quertalformen vorherrschen. Steil über das Gehänge hinunterziehende Muldenzüge sind die Folge dieses Gebirgsbaues. Dann kommen das Tal und die Mündungsschlucht der Lizerne. Es ist ein isoklinales Längstal mit steil abbrechenden Schichtköpfen auf der linken, steil in die Höhe strebenden Schichtplatten auf der rechten Talseite, die zum Teil vom noch steilern Gehänge unterschritten wurden.

Ueber diesen einzigartigen Gebirgsbau innerhalb dem Gehänge des Rhonelängstales schreibt LUGEON:⁵⁰⁾

»En élevant les yeux, un phénomène imposant se présente. Quand on sait, que la direction des plis de la région est

⁵⁰⁾ LUGEON: Hautes Alpes p. 97.

SW-NE et que l' on voit plonger vers l' E les couches, qui forment le Haut de Cry, c' est-à-dire plonger dans la direction des plis, on reste muet devant une pareille descente axiale. Sur la rive droite de la Lizerne, dans le Massiv du Haut de Cry, les plis ont une inclinaison d' axe de 32% en moyenne.«

Dieser auffallende Bau ist wirklich beispiellos. Denn die symmetrische Ausbildung der ganzen helvetischen Zone zwischen Aarmassiv und Arpillesmassiv gilt natürlich nur grosso modo. Zwar haben wir auch auf der Seite des Aarmassivs Quertalformen angetroffen. Aber das waren doch Kleinformen auf engem Raum innerhalb eines Sektors, während hier der Sektor 16 als Ganzes so gebaut ist. Der Sektor, in welchem dieser gewaltige axiale Anstieg vor sich geht, ist von sehr kleiner Fläche, da nach kurzem Abstand schon die Talöffnung der Losenze folgt. Da die Schichtflächen aus dem Tal der Lizerne ansteigen, besteht der Grat zwischen den zwei Seitentälern aus scharf zugeschnittenen Schichtköpfen, die un- gemein steil zum Tal der Losenze abbrechen. Dieser Grat steigt bis zum Haut de Cry auf 2951 m so steil an, daß wir ihn noch zum Haupttalgehänge gerechnet haben. Da nun nicht die gleichen Schichtplatten vom Talgrund bis zum Grat ansteigen, haben wir überall dort, wo eine tiefere Schichtplatte eine höhere ablöst, kleine Verflachungen. Mit dem Tal der Losenze gelangen wir in die größte Ausräumungslandschaft des ganzen Rhonelängstales. Da hier der Gebirgsbau in so offensichtlicher Weise auch die Großformen des Gehänges bestimmt, sei einiges nochmals wiederholt. Den Fuß der imposanten Felswand, welche in weitem Bogen nach Westen zieht, bilden weiche, tonige Schiefer. Diese Unterlage samt den aufgelagerten Schutthalden sind in ständiger Bewegung und grosse Massen werden ins Rhonetal hinausgeschafft. Der mächtige Schwemmkegel von Chamoson und die alte romanische Kirche von St. Pierre des Clages, die im Schutt halb begraben ist, sind ein beredtes Zeugnis dieses fortdauernden Vorganges. Auf 2,5 km fehlt hier durch diese gewaltige Ausräumung ein eigentliches Gehänge. Wir können nur von einem Mündungs- sektor sprechen. Inmitten dieses großen Gebietes aus weichem, gleitfähigem Material erhebt sich der Kalkklotz des Ardevaz als Restberg. Die Sektorfläche, die er gegen das Haupttal bildet, besteht aus zwei ganz verschieden gebauten Teilen, einmal auf der Ostseite aus Schichtflächen, die aus dem Tal der Losenze steil ansteigen, dann aus einer Felswand, die durch

die nach Westen abbrechenden Schichtköpfe gebildet wird. Der Felswand ist eine große Schutthalde vorgelagert, die sich im Schutz des gewaltigen Schwemmkegels der Losenze ungestört bilden konnte. Denn kaum einmal hat an dieser Stelle die Rhone das Gehänge berühren und den Schutt verteilen können. Der ganze Klotz des Ardevaz wird auch auf der Westseite umgeben von weichen, gleitfähigen tonigen Schiefern und so gelangen wir zum eigenartigsten Sektorstück des ganzen Tales. Die ganze Hangfläche ist auf eine Breite von $1\frac{1}{2}$ km und bis an den obern Rand auf 1270 m, 800 m über dem Talboden, im Gleiten. Daß hier Skulpturformen fehlen, ist selbstverständlich. Durch das Gleiten entstanden aber eine Reihe von Wülsten und Verflachungen. Eindrücklich weisen die Häuser von Montagnon und Produit mit ihren vielen Sprüngen auf diesen langsamen Gleitvorgang hin.

Nach der messerscharfen Mündungsschlucht der Salenze steigen im Sektor 19a zum letzten Mal Sedimente aus dem Seitental an, die vom Gipfel der Grande Garde (2149 m) auf das Mässig abbrechen. Die ganze Grenzlinie zwischen Sediment und Massiv verläuft hier in einer morphologisch gut entwickelten Mulde, zu der die höher gelagerten Sedimente in Felswänden abbrechen. Dem Sektor 19 vorgelagert finden wir einen typisch glazial überschliffenen Hügel mit langsamem Anstieg von Osten und felsigem Absturz im Westen, der Schloß und Dorf Saillon trägt. Zwischen Saillon und dem übrigen Gehänge befindet sich eine breite, nach SW ansteigende Mulde.

6. Horizontal gelagerte Gesteine.

Als Abschluß des rechten Gehänges folgt der klassisch schöngebaute Sektor der Dent de Fully. (Abb. 11) Ueber dem kristallinen Sockel erscheinen die horizontal gelagerten Sedimente als Krönung. Die harten Schichtglieder bilden Felsbänder, die weichen kleine Verflachungen, sodaß die Gipfelpartie einer Pyramidentreppe gleicht. Der Kontrast zwischen Kristallin und Sediment macht sich hier in Form und Farbe bemerkbar. Unten das mehr gequollene, dunkle Gestein, oben die steilwandigen, ebenflächigen, hellen Sedimente.

So schließt unsere Betrachtung des rechten Gehänges mit horizontal gelagertem Gestein, nachdem wir im Goms mit senkrecht einfallendem begonnen haben.

7. Hangwärts einfallende Gesteine. Das linke Gehänge von Fiesch bis Martigny.

Unterhalb Fiesch beherrschen zuerst Bündnerschiefer das Gehänge. Sie fallen sehr steil ein, zunächst am Fuß des Gehänges bergewärts, zu oberst im Gehänge verlaufen die Schichten gleichsinnig. In diesem weichen Gestein hat das Eis im Mündungsgebiet der Binna eine Reihe von breiten Muldenzügen geschaffen, die vom Seitental ins Haupttal überleiten. Härteunterschiede in den Bündnerschiefern sind vielfach herauspräpariert worden. Auffallend ist das Zusammentreffen eines ganzen Verflachungszuges vom Brigerberg her über Erli, Tunetschalp, Nasibord, auf der Flüh, mit einem Triasband aus Rauchwacke und Gips, ferner eines zweiten Verflachungszuges wieder vom Brigerberg aus über z' Niesch, Gomeralp, Binen mit einem Band aus schwarzen Dachschiefern mit Sprödglimmer.⁵¹ Sehr schön läßt sich im Tunetschgraben kurz vor dem Brigerbecken erkennen, wie im Gehängeknick beim Uebergang von der Verflachung ins neue Steilgehänge, Gips ansteht. Der Schluß, daß dieses weiche Material herausgelöst und dadurch die Verflachung entstanden sei, ist hier sehr naheliegend. Im Tunetschgraben selbst hat das Gipsband zu einem Gefällsbruch geführt. Mit dem Ueberschreiten des Tunetschgrabens gelangen wir ins Brigerbecken und damit in den Talabschnitt Brig-Martigny. Bei bergwärts einfallenden Gesteinen können steile, ja senkrechte Felswände von großer Höhe entstehen. (Fig. 20) Diese Felswände bilden auf der linken Talseite das Gegenstück zu den Plattenschüssen des rechten Gehänges. Fällt das Gestein nicht zu steil ein, so können durch die selektive Erosion mit Leichtigkeit langsam aus dem Seitental ansteigende Gesimse und Verflachungen herauspräpariert werden, die ins Haupttal hinüberleiten. Vor allem aber halten sich die Leitlinien meist viel besser auf einer bestimmten Höhe, als das bei gleichsinnig einfallendem Gestein der Fall ist, wo die Schichtkopflinien steil einfallender Plattenschüsse im Gehänge unruhig auf und absteigen. Diese, die gerade Linie meist gut einhaltenden Leitlinien, sind am ehesten noch den Felsbändern bei unterschrittenen Schichten zu vergleichen.

Am Aufbau der ersten drei Sektoren unterhalb Brig sind Bündnerschiefer maßgebend beteiligt. Man ist immer wieder

⁵¹) C. SCHMIDT und H. PREISWERK: Geol. Karte der Simplon-Gruppe, 1908.

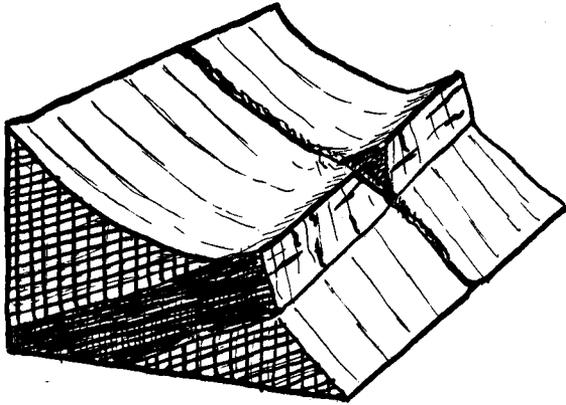


Fig. 20. Gehänge bei bergwärts einfallendem Gestein.

erstaunt, welch steile Gehänge dieses weiche Gestein hier bildet. Doch mag vielleicht die Ueberlegung richtig sein, daß das Material gerade weil es weich und in besonderem Maß der Erosion ausgesetzt ist, so steile Wände bildet. Denn diese entstehen besonders da, wo das Gehänge unterschritten wird und zum Nachbrechen kommt. Bei dem bergwärts einfallenden Schichtverlauf, ist das Gestein ja verhältnismäßig standfest.

Den Sektor unterhalb der glazialen Mündungslandschaft des Vispertales haben wir als Steilhang geschildert. Aber er ist keineswegs ungliedert. Eine Reihe von Verflachungen durchziehen diese Bündnerschiefertalwand. Es sind Mulden, die gegen das Haupttal zu durch Rundhöcker geschützt werden, die vom Berg her sanft ansteigen und steil zum Tal abbrechen.

Felsabstürze, aus Schichtköpfen gebildet, finden wir in reichem Maße sowohl im Sektor vor, als auch in demjenigen nach der Mündung der Navigenze. Besonders schön ist ein solcher Absturz beim Rundhöcker von Vercorin ausgebildet, der von der Mulde her den für diese Talseite typischen langsamen Anstieg, gegen das Tal aber den steilen Absturz aufweist. Aus mächtigen Felsabstürzen in mesreren Bändern besteht vor allem auch der Sockel des Vorbaues von Nax. Allen diesen Felsbändern eigen ist der geradlinige Verlauf und der langsame Anstieg nach Westen. Mit ihnen steigen natürlich auch die Verflachungen an, die sich darüber befinden. Setzt die sie bildende und tragende Felswand aus, wenn sie durch

eine Gehängerinne oder ein Seitental geschnitten wird, so brechen die Verflachungen mit scharfem Rand ab. Dieses durch den Gebirgsbau bedingte Verhalten steht in vollem Gegensatz zur gegenüberliegenden Talseite, wo bei einem Anriß die Schichtkopflinie bei dem viel steilern Einfallen der Gesteine zum Anriß absteigt, und somit auch die dahinter ausgebildete Mulde den Abstieg mitmacht.

Der Vorbau des Sektors von Nax ist noch in einer andern Beziehung von besonderem Interesse. Der Gehängefuß reiht sich ordentlich in eine Linie mit den übrigen Sektoren ein. Da aber das Gehänge viel steiler ist, als in den benachbarten Sektoren, so springt der Vorbau kräftig heraus. Es ist deshalb gerade dieser hochragende Vorbau, der ernstliche Zweifel an der Anwendbarkeit der Terrassentheorie im Rhonetal aufsteigen läßt. Versuchen wir, Verflachungen der gleichen Höhenlage, die nach dieser Theorie als Reste des gleichen Talbodens anzusprechen sind, in der Horizontalen miteinander zu verbinden. Fig. 21 gibt einen Ausschnitt der Sektoren bei

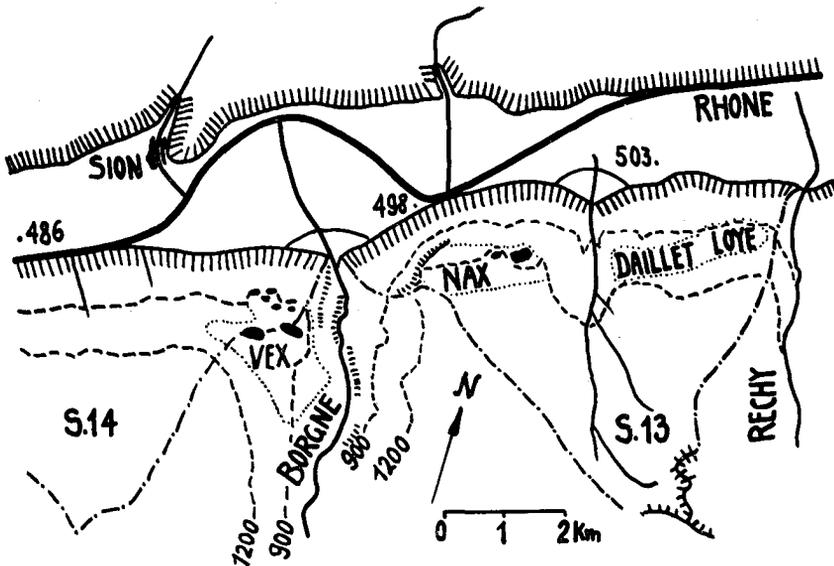


Fig. 21. Linkes Gehänge bei der Borgnemündung.

Zwischen Rechy und der Borgne befindet sich der Sektor 13. Die Verflachungen von Loye, Daillet, Nax und Vex liegen wohl in einer Front wie der Gehängefuß, aber auf ganz verschiedener Höhe.

Gestrichelte Linien: Niveaukurven von 900 und 1200 m, Höhe des Talbodens etwa 500 m. Schwarz: Die auf der Karte erkennbaren Rundhöcker. Strichpunktiert: Sektorgrenzen.

der Mündung der Borgne. Wir sehen darauf den geradlinigen Verlauf des Talbodenrandes. Die geringe Einbuchtung bei der Mündung der Borgne ist der Aufschüttung des Tales und dem ins Seitental eindringenden Schwemmkegel zuzuschreiben. Der Sektor zwischen der Combe de Rechy und der Borgne wird durch eine Zentralrinne, die Dérochia, in zwei Facetten gegliedert. Aus dem Talboden steigt in beiden Facetten das Gehänge zuerst steil an, aber zu verschiedenen Höhen, wo das Gehänge dann ausgedehnte Verflachungen bildet, Loye-Dailley einerseits, Nax andererseits. Jenseits der Borgne befinden sich die Verflachungen von Vex und Les Agettes, die ineinander übergehen. Wir haben nun in dieser Skizze die Niveaukurven von 900 und 1000 m eingetragen. Schon die Kurve von 900 m, die über die Verflachungen von Loye-Dailley und Les Agettes läuft, tritt unter Nax merklich gegen den Talboden vor. Der Loye-Dailley entsprechende Talboden müsste also um den Vorbau von Nax einen weiten Bogen gemacht haben. Noch bezeichnender ist der Verlauf der Kurve von 1200 m, die bei Nax um fast 1 km vorspringt. Ob Dailley fehlen Nax entsprechende Verflachungen durchaus, bei Vex liegen sie weit zurück. Wenn also Nax und Vex als Reste alter Täler aufgefasst werden, so haben diese Biegungen gemacht, die dem heutigen Talboden fremd sind. Vom Standpunkt des Terrassentheoretikers aus betrachtet, erscheinen diese Verhältnisse also recht merkwürdig. Denn der Sprung von Dailley hinauf nach Nax vollzieht sich sogar in ein und demselben Sektor. Ziehen wir die »Coupes en série de la région frontale de la nappe du Grand St. Bernard« von ARGAND⁵² zu Rate, so sehen wir, wie von Loye über Nax nach Vex innerhalb der zu Tage tretenden Trias große Mächtigkeitsschwankungen zu beobachten sind. Die mittlere und höhere Trias besteht aus Kalken, Dolomiten und Keuperschiefern, stellenweise auch aus Gips und unter und über diesen Gesteinen finden wir Quarzite der untern Trias. An diese Trias scheinen eine Reihe von Verflachungen gebunden zu sein. Bei Nax ist nun eine auffallende Häufung dieser Gesteine zu finden. Die Höhenlage der Verflachungen kann also hier gut durch den Gebirgsbau erklärt werden.

Im Sektor 15 beginnen die Schichten talabwärts in auffälliger Weise anzusteigen, und selten kann wohl die Abhängigkeit der Kleinformen vom Bau besser eingesehen wer-

⁵²) Geol. Führer der Schweiz 1934, Fasc. III.

den, als in diesem Gebiet. Felsbänder durchziehen diagonal das Gehänge und tragen Verflachungen, die gleichsinnig ansteigen. An diesem Ansteigen ändern auch Schnitte durch Gehängerinnen oder das Seitental der Fara nichts. Die Felsbänder und Verflachungen werden dadurch nur unterbrochen und steigen auf der andern Seite des Anrisses in der gleichen Weise weiter.

In der Gegend von Saxon ändert sich der Bau des linken Gehänges. Hier steigt das Mt. Blancmassiv empor. Um mehr als 200 m springt der Gehängefuß vor und zeigt so deutlich den Uebergang von den Sedimenten zum kristallinen Gestein an. Der Anstieg der Gesteine ist so stark, daß hier wie auf der gegenüberliegenden Talseite Quertalformen auftreten. Bis Martigny haben die beiden Talseiten trotz großer Unterschiede in der Umrissform und Größe der Sektoren wegen dem ähnlichen Gebirgsbau doch wieder manch ähnliche Kleinformen. Das gilt vor allem für den steilen Anstieg des Sedimentmantels auf das auftauchende Massiv, mit dem ein steil aufstrebendes Verflachungssystem verbunden ist. Bei Saxon wird dieses Verflachungssystem noch dadurch besonders hervorgehoben, daß es ein Band von Rodungsflächen inmitten eines bewaldeten Gebietes darstellt.

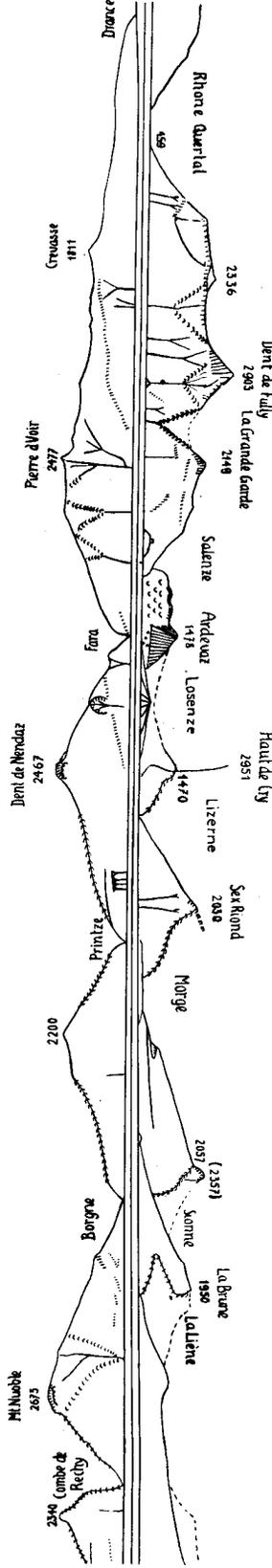
Bis nach Martigny folgt von Saxon her der breite Rücken des Mont Chemin. Das steile Gehänge ist nur wenig gegliedert und gleicht auch in dieser Hinsicht den untern Partien der gegenüberliegenden Talseite.

X. Zusammenfassung.

- 1) Da im Rhonetal das beidseitige Einzugsgebiet überall so breit ist, daß sich darin selbständige Zuflüsse ausbilden konnten, hat die Art und Weise der Mündungen der Seitentäler einen sehr großen Einfluß auf die Gestaltung des Haupttalgehänges.
- 2) Die Betrachtung der Einzugsgebiete der Zuflüsse zeigt eine auffallend regelmäßige Anordnung nach Form und Größe, besonders im Abschnitt Visp-Drance. Die einzelnen Einzugsgebiete werden nach ihrem Abstand von der Hauptwasserscheide nach Rängen geordnet. Flächen zwischen Einzugsgebieten, die sich berühren, werden Restflächen genannt. Sie haben meist Dreiecksform.

- 3) Die kleinsten Restflächen, die zwischen benachbarten Seitentalmündungen liegen, und die in ihrer Gesamtheit das Gehänge bilden, werden Sektoren genannt.
 - 4) Die einfachsten Formen der Sektoren sind regelmäßige Dreiecke und Vierecke. Die Abweichungen von diesen Grundformen werden beschrieben und in ein System eingeordnet. (S. 45-47)
 - 5) Die einzelnen Sektoren sind besonders in fluviatilen Erosionsperioden weitgehend voneinander unabhängige Gebilde. Je nach der Erosionsrichtung und Erosionsart entstehen innerhalb des Gehänges verschiedene Formgruppen. Es werden je 3 fluviatile und glaziale Erosionsrichtungen unterschieden: In der Richtung des Tales die Talerosion, senkrecht zum Tal die Sektorerosion und im Bereich der Seitentalmündungen die Mündungserosion.
 - 6) In fluviatilen Erosionsperioden wird vom Haupttalfluß nur der Fuß des Gehänges erodiert, die Sektoren entwickeln ein eigenes Entwässerungsnetz. Durch dieses werden die Sektoren gegliedert oder facettiert. Es entstehen im Dreieckssektor ein Gipfelbau und zwei Vorbauten, im Trapezoidsektor Bastionen und dreiecksförmige Facetten. Durch Gehängerrinnen des Seitentales, die die Eckkante zum Haupttal anreißen, kann diese mehrfach getrept werden.
 - 7) Die Mündungen des Ober- und Mittelaletschgletschers zeigen, daß Seitengletscher vom Haupttalgletscher mitgeschleppt werden und talabwärts im Gehänge Mündungsformen schaffen. Solche glaziale Mündungslandschaften, die an allen Eckkanten großer Seitentäler zu finden sind, werden beschrieben.
 - 8) Der große Einfluß des Gebirgsbaues auf die Gestaltung aller Kleinformen des Gehänges wird an ausgewählten Beispielen gezeigt, wobei die Häufigkeit von auf und absteigenden Verflachungszonen und Muldenzügen nachgewiesen wird.
 - 9) Da sowohl durch fluviatile als auch durch glaziale Erosion über dem jeweiligen Talboden in den verschiedensten Höhen Verflachungen entstehen können, wird die Aufgabe, alte Talbodenreste sicher als solche zu erkennen, sehr erschwert. Es wird deshalb in dieser Arbeit davon abgesehen, die Formen nach ihrer Entstehungszeit zu ordnen und alte Talböden zu rekonstruieren.
-

12 13 14 15 16 16



18a 18b 19 20 21 22a 23a 23b 23c

Aufrißdarstellung der Sektoren.

- Legende**
- a gewöhnliche, gut ausgebildete Sektorkante.
 - b Felsgipfel.
 - c Umgrenzung einer nicht zum Gehänge gehörenden Form.
 - d Abgerundete Sektorkante, Übergangszone vom Haupt- ins Nebental.
 - e Fels.
 - f Bergsturz.
 - g Unschärfe Abgrenzung einer Facette.
 - h Entwässerungsrinne innerhalb eines Sektors.
 - i Verflachungskante und Facettengrenze, Grenze einer gut sichtbaren Form innerhalb des Sektors.
 - k Abbruchnische von gleitendem Material.
 - l Gleitender Hang.
 - m Kar.
 - n Karsee.
 - o Schwemmkegel.

Lebenslauf.

Ich, Eduard Karl Gerber, von Bern, wurde am 29. Dezember 1904 als das 6. Kind von Herrn Pfarrer Gerber-Vischer in meiner Vaterstadt geboren. Die Jugend verbrachte ich in Densbüren und Rothrist im Kanton Aargau und in Kallnach, Kt. Bern, wo ich die Primarschule durchlief. Die Mittelschule besuchte ich in Bern und Schiers. Im Herbst 1923 begann ich mein Studium an der Abteilung für Fachlehrer in Naturwissenschaften der Eidg. Techn. Hochschule. Meine Lehrer für mein Spezialgebiet waren die Herren Prof. Machatschek, Prof. Niggli, Prof. Schardt, Prof. Imhof und Prof. Brunner. Das 7. Semester brachte ich in Paris zu, wo ich bei den Herren Prof. de Martonne, Prof. Demangeon und Prof. Brunhes Geographie studierte. Das Schlussdiplom der Eidg. Techn. Hochschule als Fachlehrer für Naturwissenschaften erhielt ich im Herbst 1927. Während einem Semester arbeitete ich im Geographischen Institut unter Herrn Prof. Machatschek, einem weitem unter Herrn Prof. Lehmann, bei dem ich auch Vorlesungen besuchte. Nach kurzen Stellvertretungen wurde ich 1929 an die Bezirksschule Schinznach-Dorf gewählt.



Bild 1. Erosionstrichter im Sektor 7.
Blick vom Schuttkegel bei Ritzingen über das Feld hinauf zu den Ritzingeralpen.



Bild 2. Das Fiescherbecken von Lax aus.
Gebiet des Zusammenflusses von Rhone (rechts) und Fiescherbach (links).



Bild 3. Becken von Brig.

Blick vom rechten Gehänge talaufwärts gegen den unterschrittenen Brigerberg und den Prallhang der diluvialen Aletschgletschermündung.



Bild 4. Blick vom Dorf Außerberg, Sektor 13, talaufwärts auf die Vismündung.

Im Vordergrund parallele glaziale Mulden, treppenförmig übereinander angeordnet. Links von der Vismündung Sektor 8 mit dem Gebidem, dann Sektor 7 mit dem Glisshorn.



Bild 5. Die Kulissensektoren beim Bietschhorn.

Im Vordergrund Unterbäch (Kirche 1230 m). Der Talboden der Rhone ist nicht sichtbar. In der Mitte mündet das Bietschtal, darüber thront das Bietschhorn, 3953 m. Rechts davon das Wiwannahorn (Sektor 13) mit dem Mahnkinn als Zentralrinne. Links vom Bietschhorn das Schwarzhorn (Sektor 14), dann das Ijollital.



Bild 6. Sektor 13 beim Ausgang des Lötschentales.

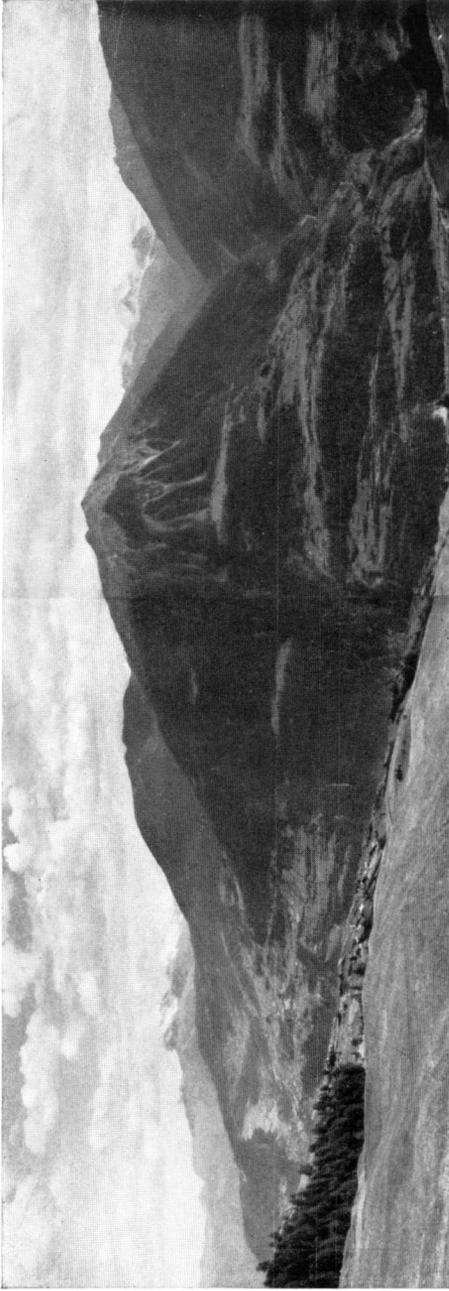


Bild 7. Mündung des Turtmanntales.

Rechts Sektor 10a mit den Verflachungen von Unter- und Oberems. Bildmitte Sektor 9b mit den ineinander übergehenden Verflachungen von Ried-Trogen, Ergisch-Büntenen und Obermatten und dem Ergischhorn. Links die glaziale Mündungslandschaft des Vispergletschers.



Bild 8. Zwillingssektor 16 zwischen Lötchen- und Leukertal.

In der Bildmitte Feschelbach. Plattenschuß aus Malmkalk bildet den Gehängefuß. Rechts im Bild verläuft schräg durchs Gehänge die Grenze zwischen Kristallin und Sedimentmantel des Aarmassivs.



Bild 9. Westende des Sektors 17c.

Blick in der Talrichtung in die untertauchende Wurzelzone. Vor dem Gehölz fließt die Morge. Links Château de la Soie, rechts Mont d'Orge.



Bild 10. **Linkes Gehänge bei Saxon.**
Facettierung eines Längsrückensektors.

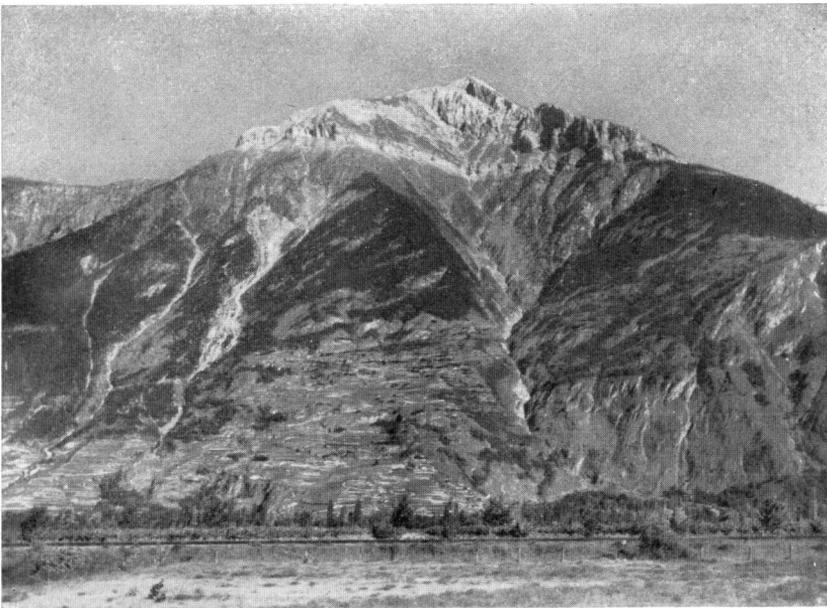


Bild 11. **Die Dt. de Fully gegenüber von Martigny.**
Regelmässig gegliederter Sektor.