

Landesmuseum

I

11284



**Franz Sangerl / Der Heimatboden**



# Der Heimatboden

Die Geologie in der Heimatkunde von Tirol

Von

Franz Sangerl

Mit 24 Zeichenskizzen im Text und  
32 Lichtbildern auf Kunstdrucktafeln

---

Verlag Dittlerich, Innsbruck

**I 11284**

*M. A. 123/1*

**Museum**  
des Reichsgaues Oberdonau  
Linz a. d. D.  
**Museumstraße 14**

## Einleitung.

Der Boden ist die Grundlage des Lebens. Das Leben kommt aus ihm, wird durch ihn erhalten und kehrt zu ihm wieder zurück. Der Boden war zuerst, er ist älter als alle unsere Ahnen, die in ihm ruhen, und älter als alles, was ihre Hand geschaffen.

Aus Blut und Boden, eng miteinander verbunden, sind deutsches Volkstum und deutsche Kultur erwachsen, die stärksten Grundlagen für die Kraft und Größe unseres Volkes.

„Den Boden kennen zu lernen, auf dem man steht, ist der Anfang aller Bildung.“

Die ersten zwei Abschnitte behandeln aus dem reichen Schatz heimatischer geologischer Forschung das Wesen und Werden der Heimat, ihre Baustoffe, die Geschichte ihrer Entstehung, ihren Aufbau und ihre Bodenschätze, der dritte Abschnitt will in anschaulichen Bildern zeigen, wie wir uns die Heimat entstanden denken können. Er erzählt von Pflanzen und Tieren, die gekommen und wieder vergangen sind, aber auch von den ältesten Ansiedlern, deren Lebensspuren der Boden in Jahrtausende langem Wandel bewahrt hat.

Die Aufgaben am Ende der größeren Abschnitte sollen zu selbständiger Beobachtung im Heimaterde und auf Wanderungen anregen, denn Geologie kann man nur in der freien Natur treiben.

Möge das Büchlein mithelfen, den Sinn für die Natur zu wecken und zu beleben, das geheimnisvolle Wirken der Naturkräfte zu erkennen und die Entstehung des Heimatbodens und seiner Formen mit offenen Augen zu erfassen und möge es dadurch beitragen, das Heimatgefühl immer mehr zu stärken und es hinauswachsen zu lassen ins große deutsche Vaterland!

Zum Schlusse obliegt mir noch die angenehme Pflicht, allen zu danken, die das Erscheinen dieses Heimatbuches gefördert haben, ins-

besondere Herrn Dr. G. Mutschlechner, dem Assistenten am Geologischen Institut in Innsbruck, für die sorgfältige Durchsicht der Handschrift und die stets gern gewährte Unterstützung, dann Herrn Professor Dr. Karl Meusburger in Brixen für viele wertvolle Anregungen und schließlich dem Verlag für die schöne Ausstattung und reiche Bebilderung.

Ostern 1940.

Der Verfasser.

# Inhaltsverzeichnis.

Seite

## 1. Wesen und Werden des Heimatbodens.

Die geologische Sammlung	9
Die Bausteine	10—23
Erfarrungsgesteine 11 — Absatzgesteine 14 — Umgewandelte Gesteine. Kristalline Schiefer 17 — Die Gesteinsklüfte 20 — Das Alter der Bausteine 21 — Geologische Zeittafel 23.	
Bau des Alpengebirges	24—52
Geschichte 24 — Bauformen 26 — Die Landschaften 31 — Nördliche Kalkalpen 32 — Nördliche Grauwadenzone 37 — Zentralalpen 38 — Südliche Grauwadenzone 45 — Die Südalpen 45 — Auffaltung des Alpengebirges 50.	
Formentwicklung. Die heutigen Oberflächenformen	53—60
Bergformen 53 — Täler 54 — Alte Talböden 56 — „Mittelgebirge“ — Terrassen 58.	
Das Gletschereis und seine Arbeit	60—72
Bildung der Gletscher 60 — Die Eiszeit 63 — Gletscher Spuren 68.	
Die Arbeit des Wassers	72—84
Die Böden	84—90

## 2. Nutzbare Bodenschätze.

Erze 91—95 — Salz 96 — Braunkohle 96 — Siltschiefer 97 — Bau-  
und Werksteine 97 — Mineralien 103 — Mineralquellen 104 —  
Wasser 106.

## 3. Bilder aus der Geschichte des Heimatbodens.

Urzeit der Erde	108
Alttertum der Erde	109—111
Die Kohlschiefer am Steinacher Joch 109 — Die Bozner Porphyr- platte und der Gröbner Sandstein 110.	
Mittelalter der Erde	112—119
Der Salzberg von Hall 112 — Die Erbauer der Kalkberge 113 — Das Werden der Dolomiten 115 — Die Siltschiefer von Seefeld 117 — Wir- beltiere im Erdmittelalter 118.	

Die Neuzeit der Erde	119—137
Die Braunkohle von Häring 119 — Die Tierwelt der Braunkohlenzeit 120 — Die Höttinger Breccie 121 — Der Inntal-See 122 — Die Pflanzenwelt im Eiszeitalter 124 — Die Tierwelt im Eiszeitalter 125 — Die ersten Menschen Spuren 127.	
Rückchau	139

### Bilderteil.

# Wesen und Werden des Heimatbodens.

## Die geologische Sammlung.

Adolf Pichler, dessen Denkmal auf dem gleichnamigen Plage inmitten der Landeshauptstadt steht, war nicht nur einer der bedeutendsten Tiroler Dichter, sondern auch ein großer Naturforscher. Tirol verdankt seiner unermüdlchen Tätigkeit auch den Ausbau und die Ordnung der geologischen Sammlung im Gebäude der Alten Universität.

Tausende von Gesteinen, nach Landschaften geordnet, sind dort zur Schau gestellt. Die Sammlung enthält keine Prunkstücke von schöner Gestalt und Farbe oder seltene Funde aus fernen Ländern. Die Gesteine stammen alle vom Boden unserer Heimat. Man findet sie überall, im Tal und im Gebirge, in den Schotterbänken der Flüsse und im Schutt des Berghanges. Es sind die Bausteine der heimatlichen Landschaft.

Von der Beschaffenheit dieser Gesteine hängt es ab, ob der Boden fruchtbar ist oder ödes Land bleibt, ob das Wasser segenspendend als Quelle zutage tritt oder im Innern der Berge versickert. Die Menschen bauen aus diesen Gesteinen ihre Wohnstätten, und wertvolle Schätze ruhen in ihrem Schoße.

Dunkle Schiefer vom Steinacher Joche enthalten Abdrücke der ältesten heimischen Pflanzenwelt, die schon längst vergangen ist. Kalksteine und Mergel schließen Spuren von Meerestieren ein, die einst die Bausteine für die Kalkberge bereitstellten; bald ist ihr Gehäuse erhalten, bald der versteinerte Schlamm, der die leeren Schalen ausfüllte. Mergel aus dem Kohlenbergwerk in Häring bergen prächtige Versteinerungen von Fächerpalmen, die heutzutage bei uns nur noch im geheizten Glashaufe des Gärtners gedeihen, und Gesteine aus dem Höttinger Graben weisen Abdrücke einer fremdartigen Alpenrose auf,

deren Sträucher heute noch am Ufer des Schwarzen Meeres wild wachsen<sup>1</sup>.

Schon diese Beispiele zeigen, daß der Wandel der Zeiten unsere Heimat wiederholt verändert hat. Meere machten dem Festlande Platz und trockene und warme Zeiten wechselten mit niederschlagsreicheren und kühlen. Wo einst das Meer sich ausdehnte, erhebt sich jetzt das Alpengebirge, und wo Edelkastanien, immergrüne Eichen und Feigenbäume blühten, stehen Fichten- und Föhrenwälder.

Von allen diesen Veränderungen erzählt dem Kundigen die geologische Sammlung. Sie wird zum lehrreichen Buche, das die Natur selbst über das Werden des Heimatbodens geschrieben hat.

## Die Bausteine.

Wir können unser Heimatland mit einem großen Hause vergleichen, in dem unsere Eltern und Vorfahren wohnten. Verwitterter Mörtel bekleidet die Wände, und tief reichen die Grundmauern hinab in den Boden. Nur an den Ecksteinen und an den Stellen, wo der Verputz herabgebrochen ist, sind die Bausteine zu erkennen, die der Baumeister einst verwendet hat.

Auch der stolze Bau unseres Heimatlandes ist alt und verwittert. Lockere Erde und Schotter verdecken fast überall den felsigen Untergrund. Nur im Hochgebirge, in den Schluchten und Klammern der Bäche und in den Steinbrüchen und Tunnels treten die Bausteine zutage.

Betrachtet man die Bausteine der heimatlichen Landschaft näher, so erkennt man bald, wie verschieden ihr Aussehen ist. Dies kommt daher, weil die Bausteine ganz verschiedener Herkunft sind. Die einen stammen aus dem feuerflüssigen Innern der Erde. Man nennt sie Erstarrungsgesteine. Andere sind vom Wasser abgesetzt worden. Sie heißen Absatzgesteine. Dazu kommt noch eine dritte Gruppe, die durch Umwandlung von Erstarrungs- oder Absatzgesteinen sich gebildet hat, das sind die umgewandelten Gesteine oder kristallinen Schiefer.

---

<sup>1</sup> In neuester Zeit hat man einzelne Sträucher dieser Alpenrose auch in den Anlagen von Innsbruck, z. B. gegenüber der Hofkirche, angepflanzt.

## Erstarrungsgesteine.

Die Erdwärme nimmt mit der Tiefe zu, bei je 33 Meter etwa um 1 Grad Celsius. In sehr großer Tiefe, vielleicht bei 100 Kilometer, ist die Temperatur so hoch, daß die Gesteine geschmolzen, also flüssig sind.

Wenn sich in der Erdrinde Risse oder Spalten bilden, bringen die feuerflüssigen Massen (Magma) in die Spalten empor und können sogar bis an die Oberfläche der Erde gelangen. Das Magma kühlt sich dann allmählich ab und erstarrt, es wird zu Stein. Das Festwerden erfolgt in der Tiefe sehr, sehr langsam, auf der Oberfläche schneller. Die so entstandenen Gesteine heißen Erstarrungsgesteine. Sie bestehen nicht aus gleichartigen Teilchen wie etwa der Kalkstein, sondern aus verschiedenen Mineralien, die ziemlich unregelmäßig miteinander verwachsen sind. Die wichtigsten Gemengteile sind Quarz, Feldspat und Glimmer. Die Erstarrungsgesteine enthalten nie Versteinerungen.

### Granitische Gesteine.

Der Granit ist ein grob- und feinkörniges Gemenge von Quarz, Feldspat und Glimmer. Der Quarz bildet die grauen, glasartigen Körner, der Feldspat die glänzenden milchweißen Teilchen und der Glimmer schwarze oder auch silberglänzende Blättchen. Häufig steckt auch ein schwarz-grünes Mineral darin, die Hornblende. Dann heißt das Gestein Tonalit. Die Teilchen sind ganz gleichmäßig gemengt, darum sieht das Gestein gesprenkelt aus.

Der Granit drang in geschmolzenem Zustande aus dem Innern der Erde in die Gesteinschichten empor. Er kam aber nicht bis an die Oberfläche und kühlte sich deshalb sehr langsam ab, erst in Jahrtausenden. Die einzelnen Teilchen wurden nicht auf einmal, sondern nacheinander fest. Glimmer und Hornblende kristallisierten zuerst aus, denn sie brauchen eine sehr hohe Temperatur, um geschmolzen zu bleiben; sie bildeten große Blättchen und Nadeln. Dann kam der Feldspat dran. Er hatte nicht mehr so viel Raum, um deutliche Kristalle bilden zu können, und erstarrte zu rundlichen Körnern. Zuletzt wurde die Kieselsäure, der Quarz, fest, der noch die vorhandenen Lücken ausfüllte und die Glimmerblättchen und Feldspatkörner zusammenkittete.

Da der Granit in der Tiefe der Erdrinde erstarrte, war er zuerst nicht zu sehen. Die Verwitterung zerstörte aber im Laufe vieler Jahr-

taufende die darüberliegenden Gesteine und schälte den harten, widerstandsfähigen Granit immer mehr aus seiner Hülle heraus. Heute ragen an vielen Orten in den Schieferbergen mächtige Granitkuppen hoch in die Luft: Glockturm, Hohe Geige, Eisener Fernerfögel u. a. in den Öhtaler und Stubai'er Bergen, der Ifinger bei Meran, der Hochgall in der Rieserfernergruppe des Pustertaler Schiefergebirges; dann der Tuzer Hauptkamm (Olperer), der Zillertaler Hauptkamm (Mösele) und der Hauptkamm der Hohen Tauern (Großvenediger, Granatspitzgruppe u. a.). Die Granite dieser Hauptkämme sind umgewandelt in Granitgneis, auch Zentralgneis genannt. (S. 40 u. 42.)

Dem Granit verwandt und ähnlich ist der feinkörnige Diorit. Er ist ärmer an Quarz und reicher an grüner Hornblende und sieht daher graugrün aus. Das Kloster Säben bei Klausen steht auf einem Dioritfelsen.

### **Porphyrische Gesteine.**

In anderen Fällen drang das Magma durch alle Schichten der Erdrinde bis an die Oberfläche und breitete sich dort aus, ähnlich wie die Lava der heutigen Vulkane. Die Abkühlung erfolgte rascher als in der Tiefe. Es bildeten sich in der feurigflüssigen Masse Kristalle verschiedener Mineralien, die beständig wuchsen, indem sie gleichartige Bestandteile an sich zogen. Bevor die Kristalle aber ausgewachsen waren, erstarrte infolge rascher Abkühlung die ganze Masse. Dies hatte zur Folge, daß bei den Porphyren die einzelnen Kristalle in eine ganz feinkörnige Grundmasse eingebettet erscheinen, während bei den granitischen Gesteinen die Kristallkörner unmittelbar aneinander liegen.

Die Grundmasse der Porphyre besteht, wie das Mikroskop uns lehrt, aus den gleichen Mineralien wie die in die Grundmasse eingesprengten Kristalle.

Für uns kommt nur der Porphyr in der Gegend von Bozen in Frage, der als Einsprenglinge Feldspat, Quarz und Glimmer enthält und dessen Grundmasse aus den gleichen Mineralien besteht. Weil er verhältnismäßig reich an Quarz ist, wird er als Quarzporphyr bezeichnet. Vom Granit ist er also nicht durch den Mineralbestand verschieden, sondern nur durch die Art, wie die Mineralien aneinandergesfügt sind.

Die Farbe des Porphyr's wird durch den Feldspat bedingt. Meist ist sie hell- bis dunkelrot, manchmal auch grünlich.

Beim Erstarren des Porphyr's bildeten sich senkrecht zur Abkühlungsfläche Sprünge und Klüfte, wodurch die Felsen in Platten und

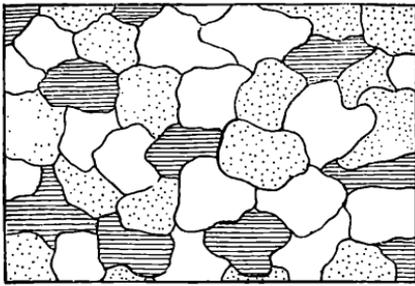


Abb. 1a. Granitisches Gestein.

Die Gesteinsteilchen berühren sich mit den Kristallflächen.

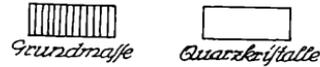
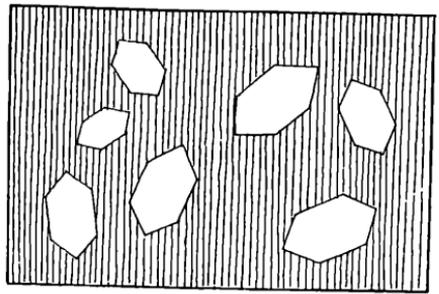


Abb. 1b. Porphyrisches Gestein.

Größere Kristalle liegen in einer feinkörnigen bis dichten Grundmasse.

Säulen zerteilt wurden. Dies erleichtert seine Verarbeitung zu Gesteinsplatten und Pflasterwürfeln. (S. 46 u. 110.)

### Augitporphyr und Melaphyr.

Der Augitporphyr besteht aus einer dichten Grundmasse, in der große schwarze Augitkristalle ausgeschieden sind. Der Melaphyr ist ein schwarzes, dichtes Gestein, dessen Gemengteile mit freiem Auge kaum zu erkennen sind. Man findet diese zwei Gesteine da und dort zwischen den klotzigen Kalkmassen der Dolomiten, z. B. am Schlern.

### Porphyrische Tuffe.

Mit den Laven der porphyrischen Gesteine haben sich auch die porphyrischen Tuffe gebildet. Die glühendflüssige Lava enthält Gase und Dämpfe eingeschlossen. Sie können im Erdinnern nicht entweichen und sich auch nicht ausdehnen, weil der Druck der darüberliegenden Schichten sehr groß ist. Kommt die Lava an die Oberfläche, hört dieser Druck auf, die Dämpfe und Gase entweichen nun mit explosionsartiger Gewalt, so daß flüssige Lava mit in die Höhe gerissen und zerstäubt wird. Dieser Lavastaub fällt dann als „vulkanische Asche“ wieder herab.

Ein solcher Aschenregen hat im Jahre 79 u. Z. die Stadt Pompeji vollständig zerstört und zugebedt und im Jahre 1906 in der Umgebung des Vesuvs viele Dächer eingedrückt.

Im Laufe der Zeit können diese oft mächtigen Aschenschichten erhärten und zu festem Gestein werden. Solche Gesteine nennt man vulkanische Tuffe. Sie sind gleichzeitig mit den Laven entstanden und

haben auch dieselben Mineralien als Gemengteile. Die Laven sind gleich zu einem festen Gestein erstarrt, die Tuffe dagegen bildeten anfangs lockere Schichten, die erst im Laufe der Jahrtausende erhärteten. Der zerstäubte Porphyr lieferte die Porphyruffe, der zerstäubte Augitporphyr gab die Augitporphyruffe. (S. 110.)

### **Bimsstein.**

Bei Köfels im Sttal kommt in kleinen Mengen der blasige, schaumige Bimsstein vor, dessen glühende Lava einst reich an Dämpfen zur Oberfläche gelangte. Er ist für uns deshalb merkwürdig, weil er das jüngste Erstarrungsgestein unserer Heimat ist. Der Bimsstein ist wahrscheinlich erst aus dem Innern der Erde gekommen, als schon Menschen das Inntal aufgesucht haben.

## **Abfallgesteine.**

Alle Felsarten, auch die härtesten, verändern sich nach und nach an der Luft. Sie werden morsch und brüchig, vom Wasser fortgeschwemmt und teilweise auch aufgelöst. Diese Erscheinung heißt Verwitterung. Die zerstörenden Kräfte sind vor allem der häufige Temperaturwechsel und das Wasser.

### **Bildung des Schuttes.**

An sonnigen Tagen erwärmt sich der Fels und dehnt sich aus. Nachts kühlt er sich wieder ab und zieht sich zusammen. Dies erfolgt nicht überall gleichmäßig. An der Oberfläche dehnen sich die Gesteine stärker als im Innern, und die dunklen Gesteinsteilchen erwärmen sich rascher als die hellen. Die ungleiche Ausdehnung erzeugt Risse und Sprünge an der Oberfläche. Teilchen lösen sich ab, das Gestein zerbröckelt.

Noch stärker wirkt der Frost. Das Wasser, das in die Risse eindringt, gefriert in der Nacht, wenn die Temperatur unter 0 Grad herabsinkt. Dies ist im Hochgebirge fast immer, selbst im Sommer, der Fall. Das Eis braucht um ein Elftel mehr Raum und vergrößert die Risse (Spaltenfrost). Die wirkende Kraft ist so groß, daß sogar eiserne Bomben gesprengt würden. Treffen dann am Morgen die ersten Sonnenstrahlen den Fels, dann taut das Eis. Die gelockerten Gesteinstrümmel verlieren den Halt, lösen sich los und stürzen polternd durch die Steinschlagrinnen in die Tiefe. In den Rinne und

Runfen und an den Hängen häuft sich der Schutt an. Besonders mächtig sind die Schutthalden in den Kalkbergen, wo sie die Hänge wie weiße Gürtel umsäumen.

### **Transport des Schuttes.**

Der junge Gebirgsbach trägt den Schutt mit ungehemmter Kraft zu Tal. Dabei werden die Felstrümmer geschliffen und gerundet, sie verlieren die Ecken und Kanten. Der edige Schutt wird zu Geröll, Geschiebe, Sand und Schlamm.

Der Schlamm ist kein bestimmtes Mineral. Er enthält feinste Teilchen verschiedener Gesteine, wie z. B. winzige Glimmerblättchen, feinste Sandkörnchen, Feldspatreste und dazu noch den eigentlichen Ton, der durch Zersetzung (chemische Veränderung) des Feldspates entsteht.

Im Tale führen dann die Flüsse, einem Güterzuge gleich, die Gesteinstrümmer hinaus in die Niederungen und endlich ins Meer.

Der Inn z. B. entführt aus einem Quadratkilometer seines Einzugsgebietes durchschnittlich in einem Jahre etwa 450 Kubikmeter Schlamm, Sand und Geschiebe, das sind ungefähr 100 vollbeladene Eisenbahnwagen. Sein Einzugsgebiet beträgt aber 9316 Quadratkilometer, dies entspricht einer weggeführten Schuttmenge von jährlich über 4 Millionen Kubikmeter oder fast einer Million vollbeladener Eisenbahnwagen. Die Zahl scheint unfassbar groß. Und doch ist die Wirkung unmerklich, denn würde man den fortgeschwemmten Schutt gleichmäßig auf das gesamte Einzugsgebiet verteilen, so erhielte man eine Lage von nur 0,45 Millimeter Dicke. Welche ungeheuren Zeiträume sind also notwendig, um unsere Berge auch nur um einige hundert Meter abzutragen!

### **Ablagerung des Schuttes. Schichtung.**

Je größer der Schutt ist, desto früher wird er vom Wasser abgesetzt, die größeren Gesteinsbrocken meist schon am Fuße der Hänge, Sand und Schlamm in den Niederungen oder im Meer.

Die Ablagerungen der Flüsse und des Meeres sind leicht zu erkennen. Eine Lage deckt die andere. Wie übereinanderliegende Bretter sind die Lagen aufgeschichtet. Wie die Schichtung entsteht, zeigt recht anschaulich jeder Fluß, der bei Hochwasser über das Ufer tritt. Das Hochwasser breitet zuerst eine dicke Lage von grobem Kies und Sand aus, und wenn dann der Wasserstand zurückgeht, legt sich noch eine feine Schlammsschicht darüber. Beim nächsten Hochwasser wiederholt sich der Vorgang. Die Kies- und Sandlagen bilden die Schichten,

der Schlamm liegt als trennende Fuge dazwischen. Wenn auch die Farbe der abgesetzten Gesteinsteilchen wechselt, dann ist die Schichtung noch deutlicher.

### **Trümmergesteine.**

Die Ablagerungen sind anfangs noch locker. Rinnt aber kalkhaltiges Wasser darüber oder setzt sich Schlamm zwischen den Gesteinstrümmern ab, so verkitten sie und werden nach und nach unter dem eigenen Drucke fest. Die scharfkantigen Gesteinsbrocken der Schutthalben werden zu Breccie, die runden Gerölle und flachen Geschiebe der Flüsse zu Konglomerat, der Sand wird zu Sandstein und der Schlamm gibt blaugrauen oder rötlichen Ton. Die Schichtung geht dabei nicht verloren.

Die Grauwacken sind alte Trümmergesteine. Sie gleichen den Sandsteinen, enthalten aber nicht nur Sandkörner, sondern auch eckige und runde Trümmer von anderen Mineralien. Dies deutet darauf hin, daß die Grauwacken in Flüssen oder an der Meeresküste abgelagert worden sind. (S. 37.)

### **Das Wasser als Lösungsmittel.**

Reines Wasser löst Steinsalz und Gips auf. Enthält das Wasser Spuren von Kohlensäure, dann löst es auch den Kalkstein. Die lösende Kraft des kohlenensäurehaltigen Wassers ist zwar nur gering. Ein Liter löst etwa ein Gramm Kalk. Aber die Wassermenge, die im Laufe eines Jahres über unsere Kalkfelsen rieselt, ist außerordentlich groß.

Man hat die Niederschlagsmenge innerhalb eines Jahres für viele Orte unseres Landes gemessen und berechnet. Sie wird in Millimetern angegeben, d. h. das Wasser, das als Regen, Schnee oder Hagel auf die Erde fällt, stünde so viele Millimeter hoch, wenn es nicht versickern, abrinnen oder verdunsten würde. Die Höhe schwankt zwischen 700 und 1300 Millimeter und wechselt von Ort zu Ort und von Jahr zu Jahr. So beträgt die jährliche Niederschlagsmenge in verschiedenen Teilen des Landes in Millimetern: in Innsbruck 853, in Rißbüchel 1291, in St. Anton 1168, in Bozen 740, in Gurns 710, in Toblach 916.

Eine gewaltige Wassermenge überspült also die Felsen, löst Kalk auf und trägt ihn aus unseren Bergen fort, dem Meere zu.

Das Wasser gibt allerdings einen Teil des Kalkes schon auf dem Wege ab, denn durch die sprudelnde Bewegung wird die Kohlensäure zum Teil ausgetrieben, und dann fällt auch der mit ihrer Hilfe gelöste Kalk aus und überzieht Moose, Blätter und Gräser mit zarten Kalkkrusten oder kittet Gesteinstrümmer zusammen.

## Bildung der Kalksteine.

Ein großer Teil des gelösten Kalkes kommt hinaus ins Meer. Dort warten Milliarden von kleinen Tieren und Pflänzchen, die Muscheln und Schnecken, die Korallen und Kalkalgen, die den Kalk notwendig brauchen zum Bau ihrer Gerüste, der Schalen und Gehäufe. (S. 113.) Sterben die Lebewesen ab, so sinken die Kalkgerüste auf den Boden und werden von der Brandung des Meeres zerrieben. Der Kalkschlamm erhärtet im Laufe der Jahrtausende zu hartem Stein. (Tafel 1, 2.)

Der Kalkstein, der sich aus den Gerüsten der Korallen und Kalkalgen bildet, heißt Riffkalk. Wenn im Riffkalk der kohlenensäurehaltige Kalk teilweise durch kohlen saure Magnesia (Bittererde) ersetzt wird, entsteht Dolomit. Durch Mischung von Kalkschlamm mit Ton, den die Flüsse dem Meere zuführen, gibt es Mergel.

## Schichtung der Kalksteine.

Die Kalk- und Dolomitsfelsen sind oft deutlich geschichtet. Wie riesige Bretterstöbe oder Holzflöße liegen die Gesteinsplatten übereinander. (Tafel 7.) Die Schichtung ist dadurch entstanden, daß sich bei der Bildung der Kalksteine die Materialzufuhr zeitweise änderte, z. B. dünne Lagen von Ton sich zwischen die gleichartigen Kalkmassen absetzten, oder daß durch Heben und Senken des Meeresbodens die Ablagerung von Kalkschlamm immer wieder unterbrochen wurde.

Die Dicke der Schichten schwankt zwischen einigen Millimetern und vielen Metern. Dicke, nach oben und unten scharf abgegrenzte Gesteinsschichten, nennt man „Bänke“

## Umgewandelte Gesteine. Kristalline Schiefer.

Diese Gruppe umfaßt Gesteine von sehr verschiedenem Aussehen und verschiedener Zusammensetzung. Ihre wichtigsten Bestandteile sind wieder Quarz, Feldspat und Glimmer.

### Name.

Man nennt sie umgewandelte Gesteine, weil sie aus andern Felsarten umgewandelt worden sind. Der Name „kristalline Schiefer“ weist auf besondere Eigenschaften dieser Gesteine hin. Erstens bilden

ihre Gesteinsteilchen deutliche Kristalle, die Gesteine sind also kristallin, und zweitens sind diese Kristalle lagenförmig angeordnet. Die Glimmerblättchen stehen nämlich zueinander parallel, in einer Richtung wie die Fasern des Holzes. In dieser Richtung blättert das Gestein leicht auf und zerfällt in Platten. Diese Erscheinung heißt man Schieferung und die Gesteine Schiefer.

Die kristallinen Schiefer hießen früher auch Urgesteine, weil viele von ihnen sehr alt sind.

## Entstehung.

Wie die kristallinen Schiefer entstanden sind, weiß man nicht sicher. Man hat sie genau untersucht und ist nun der Ansicht, daß sie durch hohen Druck und hohe Temperatur aus Absatz- und Erstarrungsgesteinen umgewandelt worden sind.

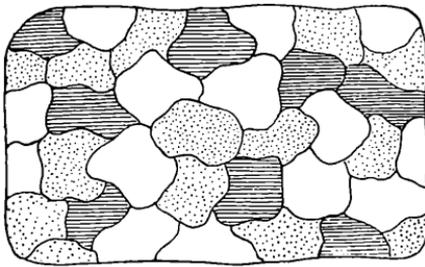
Wie starker Druck wirkt, zeigt ein einfacher Versuch. Preßt man ein Gemenge von Ton und Glimmerblättchen zusammen, dann stellen sich die Glimmerblättchen alle nach einer Richtung (parallel) wie die Fasern des Holzes, und zwar senkrecht zur Richtung des Druckes. Unvergleichlich stärker ist der Gebirgsdruck tief drunten in der Erdrinde, wenn viele tausend Meter mächtige Gesteinsmassen darüber lagern. Dazu kommt in solcher Tiefe noch die hohe Erdwärme. Beide Ursachen zusammen, Gebirgsdruck und Hitze, verändern die Gesteine. Aus den Gesteinsteilchen bilden sich neue Kristalle, wobei die flachen Glimmerblättchen sich alle nach einer Richtung stellen.

## Arten.

Der Schiefergneis enthält Quarz, Feldspat und Glimmer. Die Gesteinsteilchen sind meist deutlich zu erkennen. Feinkörnige bis dichte Arten, an denen die einzelnen Gemengteile mit freiem Auge sich kaum unterscheiden lassen, heißen Phyllitgneise, hornblendehaltige Arten Hornblendegneis. Manche Gneise ähneln sehr dem Granit (Granitgneis).

Der Granitgneis hat die gleiche Zusammensetzung wie der Granit, nämlich Quarz, Feldspat und Glimmer. Nur sind, wie bei allen Schiefnern, die Glimmerblättchen gleichgerichtet, so daß sie im Gestein wie schwarze Streifen aussehen. Der Granitgneis kommt in großen Massen in den Hohen Tauern vor. Er wird hier Zentralgneis genannt, weil er den mittleren höchsten Teil der Gebirgskette aufbaut. (S. 42.)

Der Glimmerschiefer besteht aus Lagen von hellen Glimmer-



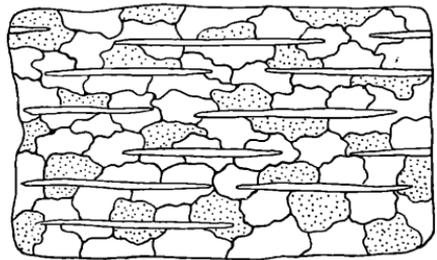
Quarz



Glimmer



Feldspat



Feldspat



Quarz



Glimmer

Abb. 2a. Granitisches Gestein.

Die Mineralien sind ziemlich unregelmäßig miteinander verwachsen.

Abb. 2b. Umgewandeltes granitisches Gestein.

Die Glimmerblättchen bilden mehr oder weniger parallele Streifen.

Schuppen, die durch feingewirkten Quarz voneinander getrennt sind. Feldspat ist nur wenig vorhanden oder fehlt ganz. Glimmer herrscht vor, er verleiht dem Gestein den silbrigen Glanz und bewirkt den leichten Zerfall. Nicht selten findet man im Glimmerschiefer dunkelrote Granaten (Granatglimmerschiefer. S. 43).

Der Quarzphyllit, ein grauer oder grünlicher blättriger Schiefer, ist ein Gemenge von Quarz und viel Glimmer. Mitunter enthält er auch etwas Feldspat. Die Gemengteile sind so klein, daß man sie mit freiem Auge nicht unterscheiden kann. Das Gestein ist häufig von hellen Quarzbändern durchzogen.

Die Kalkphyllite und Kalkglimmerschiefer sind meist graue, selten rötlich und grünlich gefärbte Schiefer, die aus einer Mischung von Kalk und Ton bestehen und daher sehr leicht verwittern.

Die bisher genannten Schiefer sind die wichtigsten Felsbildner unserer Schieferberge. Sie kommen fast immer gemeinsam vor. Der Übergang von einem Gestein ins andere erfolgt zumeist unmerklich. Es ist daher nicht immer leicht, die einzelnen Schiefer voneinander zu unterscheiden. (S. 38, Zentralalpen.)

In mannigfadem Wechsel mit den genannten Schiefnern treten noch andere Gesteine auf:

Der Hornblendeschiefer, dunkelgrün bis schwarz, fest und zähe. Er besteht im wesentlichen aus Hornblende.

Der Chloritschiefer, grau- bis sattgrün, oft seidenartig glänzend. Er enthält reichlich grünen Glimmer (Chlorit).

Der Serpentin, dunkelgrün, oft mehrfarbig gefleckt oder geadert.

## Die Vorgesteine der kristallinen Schiefer.

Schiefergneis, Glimmerschiefer und Quarzphyllit haben sich aus tonigen und sandigen Gesteinen gebildet. Kalkphyllit und Kalkglimmerschiefer sind aus mergeligen Ablagerungen umgewandelt worden. Der Granitgneis ist veränderter Granit, was schon daran zu erkennen ist, daß die Granitblöcke nach außen hin allmählich, ohne deutliche Grenze, in Granitgneis übergehen. Die Vorgesteine von Hornblende- und Chloritschiefer sind Ergüsse oder Tuffe eines grünlichen Erstarrungsgesteines, des Diabas, und Serpentin ist umgewandeltes Olivingestein, ebenfalls ein grünes vulkanisches Gestein.

## Die Gesteinsklüfte.

Spalten und Klüfte durchsetzen alle Gesteine. Bald sind sie so klein, daß man sie mit freiem Auge nicht sieht, bald lassen sie sich leicht viele Kilometer weit verfolgen.

### Entstehung.

Risse, Klüfte und Spalten können sich durch verschiedene Vorgänge bilden.

Winzige Risse entstehen durch rasche Abkühlung der von der Sonne erwärmten Felsen. Sie durchziehen zu Millionen, ohne Vergrößerungsglas nicht sichtbar, die Oberfläche der Felsen und ihrer Trümmer.

Haarfeine Klüfte trennen die Gesteine verschiedener Beschaffenheit auseinander, die Kalkschichten von den Mergellagen, die Schiefer von den darüberliegenden Kalksteinen usw.

Anderer Gesteinsklüfte bilden sich beim Einschrumpfen der Gesteine, wenn ihr Rauminhalt kleiner wird. Der lehmige Boden klappt, wenn es einmal lange Zeit nicht regnet, senkrechte Klüfte reißen auf, wenn der lockere Kalkschlamm des Meeres langsam fest wird und die Oberfläche der Lava spaltet sich, wenn sie erkaltet.

Viel wichtiger sind jedoch jene Klüfte, die bei der Bildung der Gebirge entstehen, beim Emporheben und Falten der Gesteinschichten, oder wenn Erdbeben die Oberfläche der Erde erschüttern. Wie diese die festen Mauern der Häuser zerklüften, ja selbst ganze Städte in einen Schutthaufen verwandeln, so werden bei der Bildung der Gebirge die spröden Gesteinsmassen oft vollständig zertrümmert und die Felsen zerrissen.

## **Spaltenausfüllung.**

Manche Spalten reichen bis zum feuerflüssigen Erdinnern hinab, andere durchziehen mehr die Oberfläche der Erdrinde. In erstere dringen Lavamassen und Dämpfe empor, bilden Vulkane oder füllen die Spalten mit kostbaren Erzen oder seltenen Mineralien, in letztere sickert das Wasser ein. Es scheidet die aufgelösten Stoffe, wie Kalk, Quarz u. a. langsam aus und die Spalten „heilen“ zu. Die Dolomite und Kalksteine sind oft von Kalkspatadern, die Schiefer von Quarzgängen durchzogen. (S. 92.)

## **Spalten und Bergformen.**

Die Spalten weisen dem einsickernden Wasser den Weg. An ihnen verwittert das Gestein rascher, es wird zersetzt und die Spalten werden erweitert. Immer tiefer bringt die Verwitterung ein, rundet Ecken und Kanten, löst die Grate in Zacken und Türme auf und verwandelt die Felsgipfel in Trümmerhaufen. Das Wasser, das durch die Spalten der Felsen sickert, lockert ihr Gefüge, und längs der Spalten brechen Felsstücke los und stürzen in die Tiefe. Turmhohe senkrechte Wände zeigen dann die Richtung der Spalten an. (Abb. 15, S. 74, und Tafeln 6, 7.)

## **Spalten und Quellen.**

Das Regenwasser fließt den Spalten entlang, bis es zu wasserhaltenden Schichten kommt und als Quelle austritt. Der Geologe, der den Verlauf der Spalten kennt, kann oft durch seinen Rat das Auffinden von Quellen erleichtern. (Abb. 18, S. 89.)

## **Das Alter der Bausteine.**

### **Geschichtliche Zeitalter.**

Der Geschichtschreiber teilt die Geschichte der Völker in vier ziemlich scharf abgegrenzte Zeitalter ein; Urzeit, Altertum, Mittelalter und Neuzeit. Innerhalb dieser Zeiträume unterscheidet er wieder kleinere Abschnitte, wie in der Urzeit die Stein-, Bronze- und Eisenzeit. Die Dauer der einzelnen Zeitalter beträgt nur einige hundert Jahre, nur die Urzeit oder Vorgeschichte verliert sich in dunkle Jahrtausende.

Funde an Waffen und Werkzeugen, an Geräten und Schmuckgegenständen, in Stein gemeißelte Inschriften, alte Chroniken und Aufzeichnungen sind die Quellen, aus denen der Geschichtsforscher schöpft.

### **Erdgeschichtliche (geologische) Zeitalter.**

Auch der Erdforscher (Geologe) scheidet die Geschichte der Erde in Urzeit, Altertum, Mittelalter und Neuzeit und diese vier großen Zeitalter wieder in mehrere Unterabschnitte, in Perioden. Die einzelnen Zeitalter und Perioden sind aber nicht scharf abgegrenzt und ihre Dauer ist sehr groß. Sie kann nicht einmal auf Jahrtausende genau angegeben werden. Die Quellen des Erdforschers sind die Gesteine, ihre Aufeinanderfolge im Bau der Erdrinde und dann ganz besonders die Überreste der Tiere und Pflanzen, die in den Gesteinsschichten eingebettet sind.

Jede Gesteinsschicht hat ihre ganz bestimmten Tier- und Pflanzenformen. Manche von ihnen kehren weder in den darunter noch in den darüberliegenden Schichten wieder. Sie heißen Leitformen (Leitfossilien). Je fremdartiger diese Pflanzenabdrücke oder tierischen Überreste uns erscheinen, desto älter sind in der Regel die Gesteine, in denen sie vorkommen. Je ähnlicher sie den heute lebenden Arten sind, desto jünger sind sie, denn auch die Tiere und Pflanzen haben sich im Laufe der Jahrtausende verändert.

Die Erdforscher haben nun in langer, mühevoller Arbeit die Aufeinanderfolge der Gesteinsschichten untersucht und festgestellt, welche älter und welche jünger sind. Freilich läßt es sich nicht errechnen, ob die Gesteine vor 150.000 oder vor 200.000 Jahren entstanden sind, bei alten Gesteinen kann man dies nicht einmal auf Millionen Jahre genau angeben.

Die Leitformen sagen dem Kundigen auch, ob ein Gestein im offenen Meere entstanden ist, an der Küste oder auf dem Lande. Folgt z. B. über einer Kalkschicht eine Lage von Ton, so läßt sich sagen, das Meer, in dem die Ablagerung erfolgte, war zuerst landfern und dann landnahe.

Versteinerungen von Muscheln, Meereschnecken und Korallen weisen auf Abfälle im Meere hin, Abdrücke von Baumstämmen und Blättern bezeugen die Bildung auf dem Lande oder wenigstens die Nähe eines Festlandes, denn sie können auch eingeschwemmt worden sein.

Nur wenige Gesteine liegen noch an der Stelle, wo sie einst gebildet wurden. Wenn man in der Umgebung des Schlers versteinerte

Muscheln oder im Wettersteingebirge die Fußplatten der Korallen findet, so darf man nicht glauben, das Meer habe einst diese Berggipfel überflutet. Die Kalksteine sind im Meere gebildet und dann viele hundert Meter über den Meeresspiegel gehoben worden.

Die Versteinerungen fehlen in den kristallinen Schieferen fast vollständig. Sie wurden bei der Bildung dieser Gesteine verwischt. Die Bestimmung ihres Alters ist daher sehr schwierig. Man weiß jedoch, daß die meisten Schiefer zu den allerältesten Gesteinen gehören.

### Geologische Zeittafel.

Neuzeit der Erde	Quartär	} Jetztzeit Eiszeit	Abfälle der jetzigen Gewässer. Gletscherschutt, Schotterterrassen.
	Tertiär oder Braunkohlenzeit		
Mittelalter der Erde	Kreide		Zementmergel von Thiersee.
	Jura		Gledenmergel in den Lechtaler Alpen. Rote Kalk.
	Trias		Die meisten Kalk- und Dolomitgesteine der Nördlichen und Südlichen Kalkalpen. Augitporphyr, Melaphyr und deren Tuffe. Salzlager im Håltal. Bunter Sandstein.
Altetum der Erde	Perm		Grödner Sandstein. Bozner Quarzporphyr.
	Karbon oder Steinkohlenzeit		Steinkohle am Steinacher Joch.
	Devon		Helle Kalk der Rißbühler Alpen und bei Schwarz, die Kalksteine im Karnischen Kamm.
	Silur Kambrium	}	Die meisten kristallinen Schiefer zum Beispiel: Quarzphyllit, Glimmerschiefer, Schiefergneis.
Urzeit der Erde			

# Bau des Alpengebirges.

## Geschichte.

In der Geschichte des Alpengebirges wechselten Zeiten der Ruhe mit Zeiten stürmischer Umwälzung. Dabei änderte sich wiederholt die Verteilung von Land und Meer. Die Gesteine wurden aus dem Schoße des Meeres emporgehoben, durch seitlichen Druck gefaltet und bildeten Gebirge. Alte Gebirge verwitterten und verschwanden und neue türmten sich wieder auf.

### Altertum.

Die älteste Zeit liegt im Dunkel. In der Steinkohlenzeit erhob sich an der Stelle, wo heute unsere Schieferberge stehn, ein Gebirge. Die Verwitterung trug es ab. Flüsse und Bäche verfrachteten den Schutt ins Meer, das sich an seinem Fuße ausdehnte. Aus dem Schutt, der besonders viel grobes Material, Geröll und Sand, enthielt, bildeten sich Konglomerate und Sandsteine, die Grauwacken der Ritzbühler Alpen und des Karnischen Kammes.

Die Alpen der Steinkohlenzeit waren schon stark erniedrigt, als im Gebiete von Bozen die Laven des Porphyr dem Erdinnern entquollen und sich als eine riesige Platte über die Schiefer legten. Am Ende des Altertums zeigte auch der Porphyr schon deutliche Spuren der Zerstörung. Die Porphyrplatte trug bereits eine dicke Lage von tonigem, rotem Sandstein, ihren Verwitterungsschutt (Grödner Sandstein).

Dann senkte sich das Land. Ein flaches Meer brach in das Gebiet ein. Das alte Alpengebirge versank bis auf einige Inselfränze im Meer.

### Mittelalter.

Die Herrschaft des Meeres dauerte nun viele Jahrmillionen, fast das ganze Mittelalter hindurch. Die Inselfränze schieden es in einen nördlichen und einen südlichen Teil.

Im nördlichen Teile wurden die Gesteine der Nördlichen Kalkalpen abgelagert. Anfangs führten die Flüsse noch Schotter, Sand und Ton dem Meere zu. Es bildeten sich rote tonige Sandsteine (z. B. Rote Wand an der Vinklalpe bei Innsbruck), und in abgetrennten Meeresbuchten, die austrockneten, setzten sich Gips und Salz ab. Später aber

hörte die Zufuhr vom Lande her auf, denn das Alpengebirge war fast ganz verschwunden. Dafür häuften sich am Boden des Meeres die Gerüste der Kalkbildner, der Muscheln und Schnecken, der Korallen und Algen. Während des langen Zeitraumes schwankte mehrmals die Tiefe des Meeres, eine Zeitlang trocknete es sogar teilweise aus. Die abgesetzten Schichten waren daher nicht gleichmäßig, Kalkbänke wechselten mit Mergelschichten. Die Mächtigkeit aller Schichten betrug viele hundert Meter.

Im südlichen Teil des Meeres bildeten sich ähnliche Gesteine wie im nördlichen. Das Meer hatte die Porphyrplatte und die darüberliegenden Sandsteine überflutet. Die Korallen bauten darin Riffe, so wie heute noch im Indischen Ozean, und gleichzeitig drangen aus dem Erdinnern von Zeit zu Zeit Lavaströme von Augitporphyr und Melaphyr an die Oberfläche und breiteten sich über den Meeresboden aus. Die vulkanische Asche verkittete mit dem Schlamm des Meeres zu dunklen Tuffen.

Gegen Ende des Mittelalters, um die Mitte der Kreidezeit, setzte die Gebirgsbildung ein. Der Rest des alten Alpengebirges und die jungen Schichten des Meeres wurden zusammengeschoben, emporgepreßt und das Meer nach Norden und Süden abgedrängt, so daß es nur noch in einzelnen Buchten ins Land hereinreichte. Die Flüsse schwemmten aus dem jungen Berglande Sand und Schlamm ins Meer. Diese Absätze verfestigten im Laufe der Zeit zu sandigen und kalkigen Gesteinen, dem sogenannten Flysch des Alpenvorlandes. (Seite 35.)

## Neuzeit.

Gegen die Mitte der Tertiärzeit begann eine neue Gebirgsbildung. Sie trieb das Meer vollständig aus dem Alpengebiete hinaus. Unsere Heimat wurde endgültig Festland und Gebirgsland.

Mit dem Emporstiegen der Gesteine über den Meerespiegel setzten sofort die äußeren Kräfte der Erde ein, die zerstörenden Kräfte der Verwitterung, Wasser und Wind, Hitze und Frost. Aber ehe es zum Ausgleich der Oberflächenformen gekommen war, wurde das Gebirge als Ganzes um Hunderte von Metern über sein Vorland gehoben.

Diese Hebung des Gebirges erfolgte nicht auf einmal. Zeiten der Ruhe wechselten mit Zeiten der Bewegung. Unmerklich langsam stiegen die Berge empor, jährlich vielleicht nur einige Zentimeter. Aber

aus den Zentimetern eines Jahres wurden im Laufe der Jahrtausende Hunderte von Metern.

Und schließlich trat am Ende der Tertiärzeit eine Änderung des Klimas ein. Die mittlere Jahrestemperatur sank und die Niederschläge mehrten sich. Es kam zur Bildung riesiger Gletscher, die von den Zentralalpen aus sich nach und nach über das ganze Alpengebiet ausbreiteten, sich noch weit hinaus ins Alpenvorland schoben und überall gewaltige Massen von Schutt zurückließen. Das war die Eiszeit.

Seit dem Verschwinden des Eises aus unseren Tälern arbeitet wieder das Wasser an der Zerstörung und Abtragung der Berge.

Aus dem Meere sind die Berge einst emporgestiegen, das Meer wird wieder ihr Grab sein.

## Bauformen.

Die Gesteine wurden im Meere in waagrechten Schichten abgelagert. Wie Bretterstöcke lagen sie übereinander, eine Gesteinschichte über der anderen, viele hundert Meter hoch. Dann setzte die Gebirgsbildung ein. Ein gewaltiger Druck presste die Schichten zusammen und hob sie empor, so gewaltig, daß sie nur noch etwa die Hälfte des Raumes einnahmen, den sie vorher bedeckt hatten. Ein solcher Vorgang mußte die Lage der Schichten stören. Ein Teil faltete sich wie zusammengeschobene Tuchstreifen, ein anderer zerbrach in riesige Platten (Schollen), die aneinander abglitten oder sich dachziegelartig übereinanderlegten. Nur wenige Schichten stiegen in ihrer ursprünglichen waagrechten Lage empor. (Abb. 3 A.)

Unser Alpengebirge enthält fast nur gestörte Schichten: Falten, Brüche und Überschiebungen.

## Falten.

Auf Wanderungen in unseren Bergen erkennen wir überall die gewaltige Wirkung der gebirgsbildenden Kräfte. Die Gesteinschichten an den Felswänden sind häufig wellenförmig gekrümmt und bilden ein Gewirr ineinander verschlungener Falten, und selbst in den kleinsten Felsstücken sind die Teilchen verbogen und zerknittert wie zusammengeknülltes Papier.

Uns erscheint es unfassbar, daß die harten Gesteine sich falten und biegen lassen wie Tuchstreifen. Wir halten alle Gesteine für spröde. Die Felsen unserer Berge sind es auch. Aber in großen Tiefen, unter dem ungeheuren Drucke der darüber-

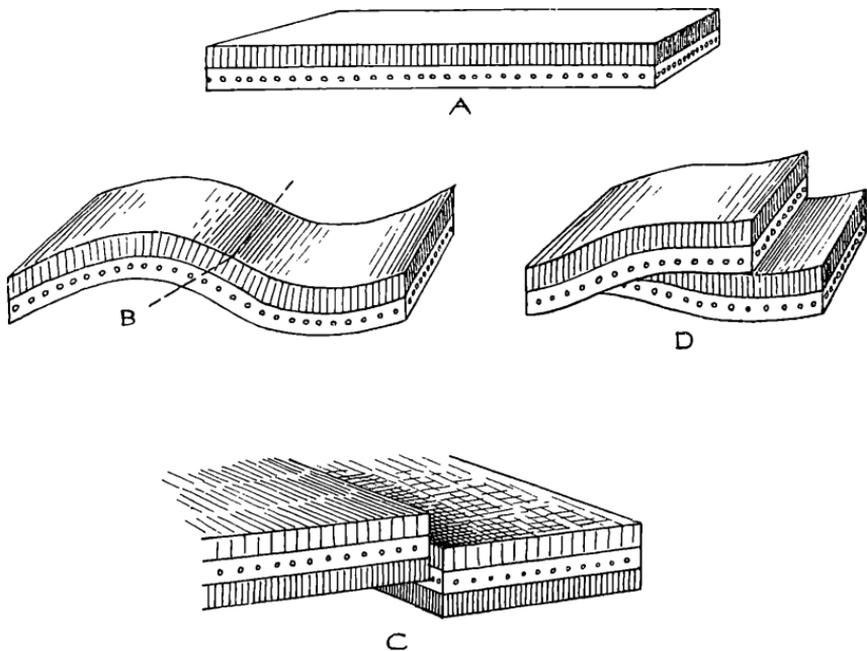


Abb. 3. Schichtenstörungen.

A Ursprüngliche waagrechte Lage. B Flache Falte, links der Sattel, rechts die Mulde. C Senkrechte Verwerfung, Bruch. Längs des Bruches sind die Schichtpakete verschoben. D Überschiebung. Einst nebeneinander liegende Schichten sind wie zwei Stockwerke übereinander.

liegenden Schichten sind selbst die sprödesten Gesteine mehr oder weniger weich und biegsam. Und wenn der Gebirgsdruck einsetzt, dann mögen die oberen Gesteinschichten bersten, die unteren, die nicht ausweichen können, werden gepreßt, gefaltet und verbogen.

Für den Erdforscher, den Geologen, der den Aufbau der Gebirge ergründen will, sind die Verbiegungen an den Felswänden und den Gesteinsstücken nur von geringem Belange. Er sucht die großen Gebirgsfalten auf, die viele hundert Meter hoch und mehrere Kilometer breit sind. Die Sättel dieser großen Falten bilden oft, aber nicht immer, Bergketten, die Mulden die dazwischenliegenden Täler. (Abb. 3 B und Abb. 9 auf S. 37.)

Wie erkennt man, daß Bergketten und Täler Teile von riesigen Falten sind? Der Geologe untersucht zuerst die Gesteine, die die Berghänge aufbauen, und bestimmt die Mächtigkeit und Neigung der Gesteinschichten und nach den in ihnen enthaltenen Versteinerungen auch ihr Alter. Dann vergleicht er den Aufbau der benachbarten

Berghänge und stellt fest, wo die Sättel und die Mulden der Gebirgsfalten liegen. Alles dies ist eine sehr mühsame und schwierige Arbeit.

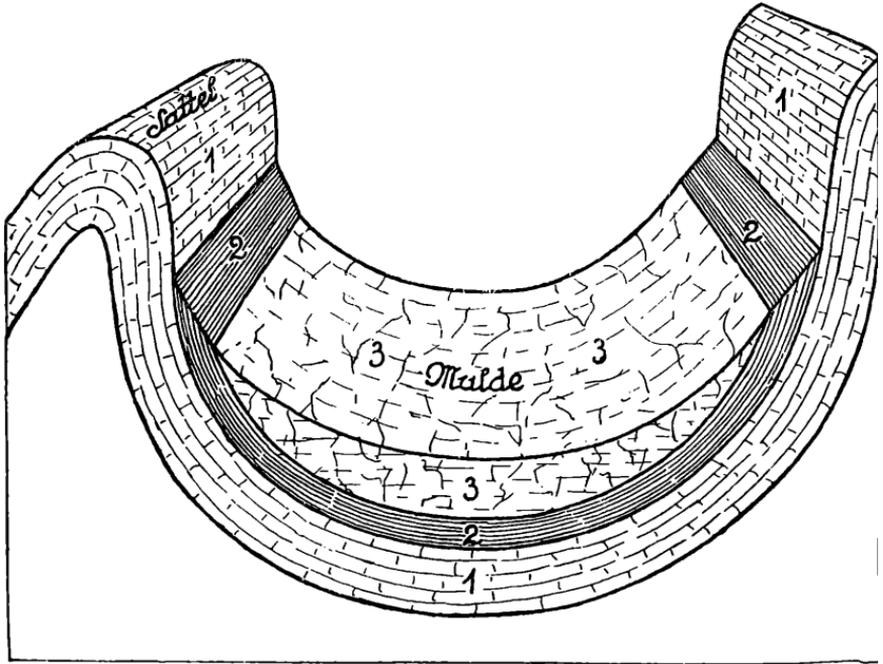


Abb. 4. Abtragung des Faltenfattels.

Die Verwitterung hat am Sattel stärker gewirkt als in der Mulde, daher fehlen am Sattel die jüngeren Schichten 2 und 3, in der Mulde sind sie noch vorhanden.

Ein einfaches Beispiel einer Faltenmulde ist das Kaisertal bei Ruffstein. Das Tal zeigt vollständig ebenmäßigen Aufbau. Die Mitte des Tales füllt der Dolomit aus. An ihn schließen sich gegen die Bergketten hin Mergel an, und die Bergketten selbst, der Vorder- und Hinterkaiser, bestehen aus einem hellen Kalkstein, dem Wettersteinkalk. Stellt man sich nun vor, daß der Wettersteinkalk und der Mergel unter dem Dolomit zusammenschließen und daß der Hauptdolomit und die Mergel einst auch den Wettersteinkalk der beiden Bergketten bedeckten, dann ersteht vor unserem Auge die große Gebirgsfalte des Kaisergebirges. (Abb. 4.)

### Brüche und Verwerfungen.

Werden durch den Gebirgsdruck einheitliche Gesteinschichten zerbrochen und die Teilstücke gegeneinander verschoben, so nennt man

dies einen Bruch oder eine Verwerfung. Die Verschiebung beträgt oft nur einige Zentimeter, sie kann manchmal auch über 1000 Meter ausmachen. Brüche sind im Landschaftsbilde nur schwer zu erkennen. Sie bilden ja keine klaffenden und abgrundtiefen Spalten, in die man schauernd hinablicken kann. Die Bruchränder stoßen eng zusammen oder die Spalten sind mit Zerreibsel ausgefüllt; außerdem hat die Verwitterung vielfach die Ränder mit Schutt und Erde zugebedt. Das ungeschulte Auge geht achtlos daran vorüber, der Geologe aber weiß, daß Täler, Furchen im Gelände und tiefe Einschnitte in den Gebirgskämmen oft solchen Bruchspalten folgen. Er untersucht an solchen Stellen die Felsgesteine, und wenn er sieht, daß ein und dieselbe Gesteinschichte plötzlich aufhört und weiter oben oder tiefer unten wieder fortsetzt, oder daß zwei verschiedene Gesteinsarten unmittelbar nebeneinanderliegen, dann liegt ein Bruch vor. (Abb. 3C.)

Brüche und Verwerfungen sind in den Kalkbergen besonders häufig. Nur ein Beispiel sei genannt, das auch in der Landschaft hervortritt,

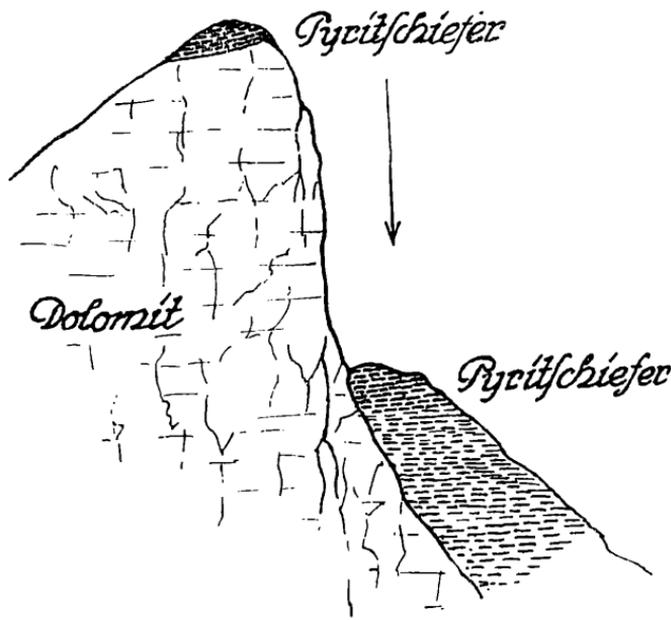


Abb. 5. Auffälliger Bruch in der Landschaft.

„Rote Wand“ zwischen Serlespitze und Ob der Mauer im Stubai (n. Frech). Die Steilwand rechts ist eine Bruchspalte, an der die Pyritschiefer (dunkel gestrichelt) um etwa 60 Meter abgesunken sind. Ein Rest dieses Gesteins krönt noch die Spitze.

die „Rote Wand“ zwischen Gerlespitz und Ob der Mauer im Stubaier. Der steile Absturz ist eine Verwerfung. Das dunkel gestrichelte Gestein, es heißt Pyrittschiefer, ist um etwa 60 Meter, also um die Höhe der Wand, abgesunken. Auf der Spitze lagert noch ein Nest des abgesunkenen Gesteins.

Die größte und wichtigste Bruchlinie in unseren Alpen ist der Judikarienberg. Er zieht in einer fast geraden, 100 Kilometer langen Linie von Judikarien, westlich vom Gardasee, nordwärts bis in die Landschaft von Meran und streicht dann in östlicher Richtung weiter über Maulls im Eisacktal (zwischen Sterzing und Brigen) in die Gegend von Bruneck. Der Judikarienberg trennt die Südalpen von den Zentralalpen geologischen Sinnes<sup>2</sup>. Mächtige Stöcke von Granit sind in diesen Riß der Erdrinde eingedrungen, z. B. der Pfinger bei Meran und der große Granitstock, den der Eisack in der Sachsenklemme bei Franzensfeste durchschneidet. Das Eindringen so gewaltiger Granitmassen aus den feuerflüssigen Tiefen der Erdrinde beweist allein schon, daß hier eine wichtige Trennungslinie vorhanden ist. Südlich von Meran liegen längs dieses Bruches alte kristalline Schiefer unmittelbar neben den viel jüngeren Kalksteinen des Etschbuchtgebietes und

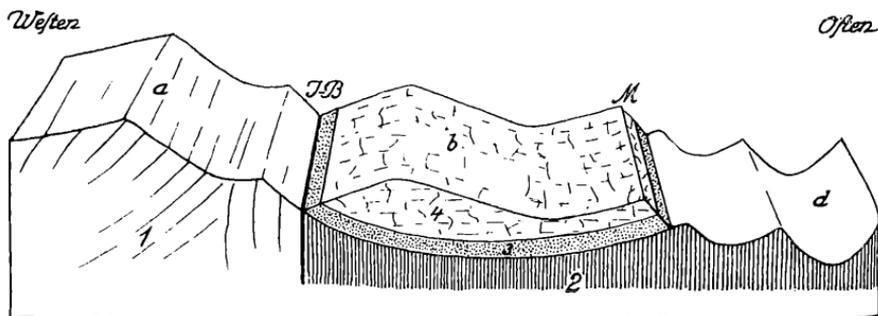


Abb. 6. Schnitt von der Zutrittspitze (Cevedale) in den Ortler Alpen zum Etschtal südlich von Bozen. Judikarienberg.

a Ortleralpen, b Etschbuchtgebiet, c überetsch, d Etschtal. — 1. Kristalline Schiefer. 2. Porphyr. 3. Gröbner Sandstein. 4. Dolomit. — Am Judikarienberg (JB) stoßen die (alten) kristallinen Schiefer unmittelbar an die jüngeren Gesteine des Etschbuchtgebietes. Von überetsch (c) steigen die Kalkwände des Mendelzuges (M) fast senkrecht über 1000 Meter empor.

<sup>2</sup> In der Erdkunde werden als Grenze zwischen den Südalpen und den Zentralalpen die drei großen Talschichten der Etsch, des Eisack und der Rienz angegeben. Die Grenze geologischen Sinnes ist eine Gesteinsgrenze, östlich und südlich der Zone der Alten Gneise (s. Karte), sie folgt dem Judikarienberg.

nordöstlich, am Raifpaß, stößt der Granit scharf an den roten Sandstein, der als Decke über dem Porphyr liegt. Erst unter dem Porphyr liegt wieder Schiefer, daselbe Gestein, das einst auch den Tfinger deckte. Um viele hundert Meter sind längs dieser Bruchlinie die Gesteine verschoben. Der Granit, der einst in die Schiefer eingedrungen ist, erscheint im Vergleich zum Quarzporphyr gehoben oder, was daselbe ist, der Quarzporphyr mit seiner Schieferunterlage erscheint abgesunken.

### Überschiebungen.

Die Bruchlinie ist selten genau senkrecht. Meist sinkt sie geneigt in die Tiefe. Die Schollen gleiten dann nicht senkrecht aneinander ab, sondern werden wie Dachziegel übereinandergeschoben. Die Größe der Schollen ist sehr verschieden. Oft umfaßt eine solche Scholle ganze Gebirgsgruppen. Aufgeschobene Schollen von großer Ausdehnung heißen in der Geologensprache „Decke“

Überschiebungen sind sehr häufig. Der Geologe erkennt sie daran, daß ältere Gesteinschichten über jüngeren lagern. (Abb. 3 D.)

Ein prächtiges Beispiel einer Überschiebung zeigt der Kamm südlich des Schnitztales bei Steinach. Dunkle Schiefer der Steinkohlenzeit decken die hellen Schrofen der jüngeren Kalksteine. Die Gesteinsgrenze ist scharf und deutlich, wie mit einem Lineal gezogen. (Steinacher Decke, S. 41.)

Durch gewaltige senkrechte Wände fällt eine Überschiebung in der hinteren Karwendelkette der Nördlichen Kalkalpen auf. Vom Hohljoch bis zum Ramsenjoch ist diese Kette über jüngere Gesteine hinweg nach Norden geschoben. (Abb. 9, S. 37.)

Viel gewaltiger sind andere Überschiebungen in unseren Alpen. Die Schiefer der Silvrettagruppe und der Öztaler Alpen liegen mit ihrem Nordrand jüngeren Gesteinen auf, und die Nördlichen Kalkalpen sind auf jüngere Gesteine des Alpenvorlandes aufgeschoben.

### Die Landschaften.

Der Erdforscher (Geologe) gliedert die Tiroler Alpen nach ihrem Werden und ihrem Aufbau in fünf Gruppen: Nördliche Kalkalpen, Nördliche Grauwackenzone, Zentralalpen, Südliche Grauwackenzone und Südalpen.

## Nördliche Kalkalpen.

Bilder: Tafeln 3 bis 8.

Die Nördlichen Kalkalpen gliedern sich in mehrere Gruppen: Allgäuer und Lechtaler Alpen, Nieminger Kette und Wettersteingebirge, Karwendelgebirge, Rosan- und Guffert-Pendling-Gruppe, Kaisergebirge und Waidringer Berge. Die Südgrenze ist gegeben durch die Linie: Arlberg—Stanzertal bis Landed—Inntal von Landed bis Wörgl—Ellmau—St. Johann—Fieberbrunn—Hochfilzen. Von Zams bis Koppen und von Schwarz bis Wörgl greift das Kalkgebirge auf das rechte Innufer über. Östlich von Schwarz schaltet sich zwischen die Kalk- und Zentralalpen die Nördliche Grauwackenzone ein.

### Schichtfolge.

Die Nördlichen Kalkalpen bilden trotz der reichen Gliederung ein Ganzes, eine Einheit. Ihre Gesteine sind zur Hauptsache Meeresablagerungen aus dem Mittelalter (Trias, Jura, Kreide) der Erde.

Das wichtigste Baumaterial ist der Kalkstein. Er besteht aus winzig kleinen Teilchen von kohlenurem Kalk, die regellos und eng miteinander verbunden sind. Der Kalk ist nicht immer rein weiß. Oft enthält er tonige oder organische Bestandteile beigemischt, die ihn grau, gelblich, rot oder schwarz färben. Durch Aufnahme von Bittererde aus dem Meere verwandelte er sich in Dolomit. Tonreicher Kalk heißt Mergel.

Im Aufbau der Nördlichen Kalkalpen wechseln Schichten von Kalkstein, Mergel und Dolomit ab, was beweist, daß der Meeresgrund, während die Gesteine sich absetzten, mannigfach schwankte, sich senkte und wieder hob, und daß die Stoffzufuhr wechselte. Der Geologe unterscheidet über zwanzig verschiedene Schichten, die zusammen 3000 bis 4000 Meter dick sind. Die Schichten sind nicht überall vollzählig vorhanden. In manchen Gegenden ist ihre Ausbildung teilweise unterblieben, in andern hat die Verwitterung die obersten schon wieder entfernt. Und während an einer Stelle Kalk gebildet wurde, entstand in nächster Nähe davon Mergel. Die Kalkschicht geht dann seitlich in eine Mergelschicht über.

Nur die wichtigsten Gesteinschichten sollen hier beschrieben werden, und zwar aufsteigend von den älteren, tieferen, zu den jüngeren, höheren.

## Gesteine der Triasformation.

Sie sind in den Nördlichen Kalkalpen lückenlos vertreten.

Als tiefstes Glied der Schichtenfolge fällt nördlich von Innsbruck (Rote Wand), im Stanzertal und besonders zwischen Wörgl und Hopfgarten ein ziegelrotes Gestein auf, ein tonhältiger, feinkörniger Sandstein, der im Halltal und in der Achenseegegend Lagen von Gips und Steinsalz enthält. Dieser rote Sandstein ist wahrscheinlich nicht im Meere, sondern auf dem Festlande in trockenem Klima entstanden. Daraus erklärt sich seine rote Farbe. Ton enthält meist kleine Mengen von Brauneisenstein. Ist dieser durch Jahrtausende der trockenen Luft ausgesetzt, so gibt er das Wasser an die Luft ab und wird ziegelrot wie der graue Lehm im Ziegelofen. Über dem roten Sandstein treten Quellen zutage, er ist Quellhorizont. (S. 89.)

Darüber lagert als nächst jüngeres Gestein ein braungrauer bis schwarzer Kalkstein, oft von einem Gewirr weißer Kalkspatadern durchzogen. Muschelkalk heißt er, weil man in ihm viele Versteinerungen findet.

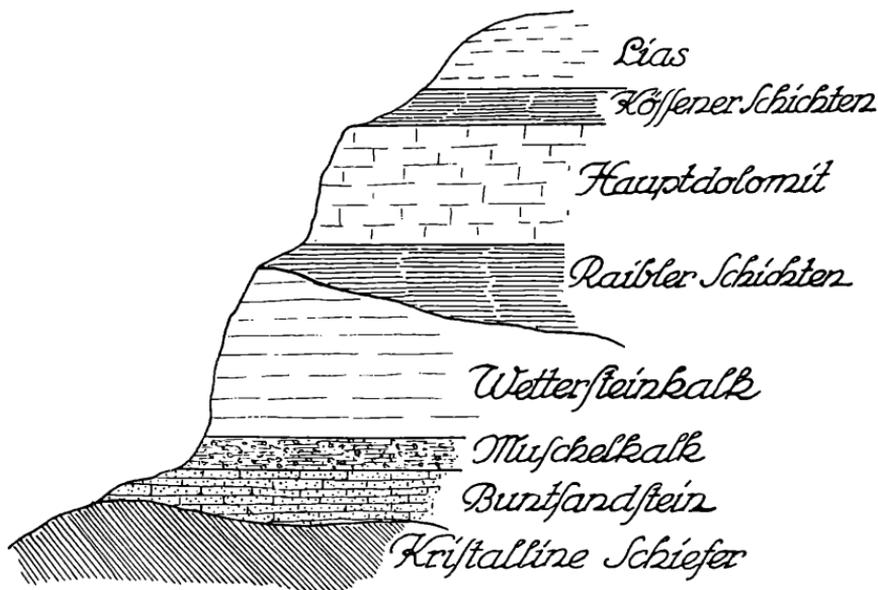


Abb. 7. Ursprüngliche Gesteinsfolge der Nördlichen Kalkalpen.

In dieser Reihenfolge, von unten nach oben, wurden die Gesteine im Meere abgelagert.

Dann folgt ein heller, fester, bis 1500 Meter mächtiger Riffkalk, der Wettersteinkalk. Er krönt mit wenigen Ausnahmen die Höhen des Wettersteingebirges, der Mieminger und Karwendelketten und des Kaisergebirges. Die Felsen erscheinen aschgrau und bilden steile, kahle Wände. Oft ist er geschichtet, dann steigen die Wände wie riesige Felsstufen zum Kamm empor (Bettelwurf). Das Gestein zerfällt in großblockigen, unfruchtbaren Schutt, der den Fuß der Felswände in mächtigen Schutthalben umsäumt. Versteinerungen sind selten. Silberhältiger Bleiglanz und Zinkblende füllen da und dort Spalten aus.

Grüne Almböden und Rasenbänder über den prallen, hellen Wänden des Wettersteinkalkes bezeichnen das Vorkommen der Raibler Schichten. Das sind dunkle Mergel und Sandsteine und brüchige schwarze Schiefer und Kalk mit reichlichen Versteinerungen. Bezeichnend ist ihr Vorkommen in Raibl in Kärnten, daher ihr Name.

Darüber türmt sich der bräunlichgraue, bis 1500 Meter mächtige Hauptdolomit. Er ist wie der Wettersteinkalk ein Hauptfelsbildner und baut die Rämme der südlichen Lechtaler Alpen, die Seefeld Berge, die Vorberge der Karwendelketten (Zunderköpfe) und die Berge zu beiden Seiten des Thierseeer Tales auf. Der Hauptdolomit ist immer deutlich geschichtet und stark zerklüftet. Türme und Zacken sind häufige Formen der Verwitterung. Vom aschgrauen Wettersteinkalk unterscheidet er sich in der Landschaft durch die bräunlichgraue Farbe, auch dadurch, daß seine Hänge höher hinauf mit Legföhren bewachsen sind.

Die Dolomite von Seefeld haben wirtschaftliche Bedeutung. Ihre obersten Schichten enthalten die dunklen Öl- oder Asphalt-schiefer, aus denen wertvolle Mineralöle gewonnen werden. (S. 97.)

Als Abschluß der Triasgesteine reihen sich darüber noch die fruchtbaren Rössener Schichten, so genannt nach dem bezeichnenden Vorkommen in Rössen bei Ruffstein. Es sind dunkle, tonige Kalksteine und Mergel mit vielen Versteinerungen.

### **Gesteine der Juraformation.**

Zum Absatz gelangten hauptsächlich rote, tonige Kalksteine und darüber, besonders in den Lechtaler und Allgäuer Alpen, fruchtbare graue Mergel mit dunklen Flecken (Fleckenmergel).

## Gesteine der Kreideformation.

Hierher gehören graue und dunkle Mergel und Sandsteine, besonders in den Lechtaler Alpen. Nur ganz geringen Anteil hat Tirol an jenen dunkelgrauen sandigen und kalkigen Gesteinen, die die Geologen *Glysch* nennen, weil die steilen Hänge leicht abrutschen, „fließen“ Der *Glysch* baut die grünen Vorberge unserer Kalkhochalpen im Alpenvorlande auf.

## Gesteine der Tertiärzeit.

Konglomerate, Sandsteine und darüber Mergel, in der Ruffsteiner Gegend, bilden die jüngsten Gesteine der heimatischen Landschaft. Die unteren Lagen enthalten das Hüringer Kohlenflöz (S. 119) und *Sl-schiefer*, die oberen den Naturzementstein. (S. 100.)

## Die Bauweise.

Die Gesteine der Nördlichen Kalkalpen liegen nicht alle dort, wo sie einst abgesetzt worden sind. Sie bildeten ursprünglich eine einheitliche, viele hundert Meter mächtige Gesteinsplatte, die vermutlich auch einen großen Teil des heutigen Zentralalpengebietes bedeckte. Der Gebirgsdruck schob die Gesteinsplatte über eigenen und fremden Untergrund hinweg nach Norden. Die Platte zerbrach dabei in Schollen, die sich kilometerweit übereinanderlegten und zu Falten aufstürzten. Beim Verschieben der Schollen dienten die weichen Mergelschichten als Schubbahnen. Die gewaltigen Platten des *Muschel-* und *Wettersteinkalkes* und des starren *Dolomites* rutschten über die weichen *Mergel* hinweg, etwa ähnlich wie bei einem Hausbau die Ziegel auf der noch nicht erhärteten Mörtelunterlage.

Man unterscheidet in den Nördlichen Kalkalpen drei große Schubmassen (Decken): *Allgäu-*, *Lechtal-* und *Inntaldecke*. Sie liegen mit ihren Rändern wie Dachziegel übereinander: Die *Allgäu-Decke* auf dem *Glysch* des Alpenvorlandes, die *Lechtal-Decke* auf der *Allgäuer* und die *Inntal-Decke* auf der *Lechtaler*.

Die *Allgäu-Decke* baut im wesentlichen die *Allgäuer Alpen* auf, die das *Lechtal* am linken Ufer begleiten. *Hauptdolomit* herrscht vor. Im Hauptkamm dieser Gruppe liegt über der *Allgäu-Decke* die aufgeschobene *Lechtal-Decke*. Das Landschaftsbild zeigt deutlich diesen Aufbau. Über den sanften Talhängen steigen schroff die Felsen des *Hauptdolomites* auf (*Allgäu-Decke*), darüber liegen die weichen *Fleckenmer-*

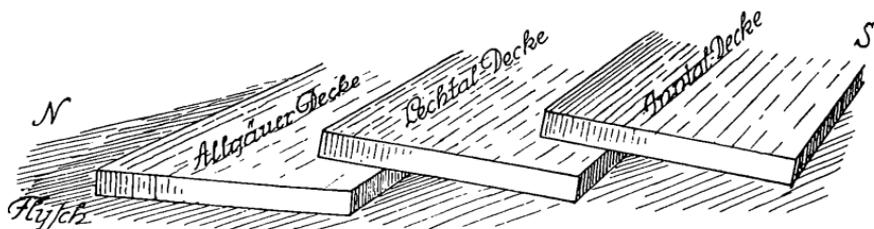


Abb. 8. Die „Decken“ der Nördlichen Kalkalpen.

Die Gesteinsschichten wurden bei der Auffaltung wie Dachziegel übereinandergeschoben. Die Flüsse und die Gletscher schnitten in die riesigen Gesteinsplatten tiefe Täler.

gel mit ihrem üppigen Graswuchs, und zu den Rämmen leiten wieder steile Dolomitmauern empor (Lechtal-Decke).

Die Lechtal-Decke bildet die Lechtaler Alpen, die vom Lechtal bis zum Fernpaß reichen. Hauptgesteine sind wieder Dolomit und Fleckenmergel. Sie schaffen den landschaftlichen Gegensatz: kahle, raue Felswände und weite, fruchtbare Grasflächen.

Die Inntal-Decke ist mit ihrem westlichen Rande auf die Lechtal-Decke aufgeschoben. Ihr gehören alle Gruppen östlich vom Fernpaß an. Der Hauptfelsbildner ist der Wettersteinkalk.

Am Hange zwischen Innsbruck und Schwarz beobachtet man deutlich eine Wiederholung der Schichtenfolge. Der rote Sandstein und die über ihm liegenden Schichten treten z. B. an der Hungerburgterrasse und dann, hoch oben, an der Höttinger und der Binkl-Alpe zutage. Man nimmt daher an, daß auch hier zwei Decken, wie zwei Stockwerke, übereinanderliegen.

\*

Nach der formgebenden Gesteinsart und der Bauweise kann man drei Hauptgruppen unterscheiden:

Der westliche Teil, die Allgäuer und Lechtaler Alpen.

Hier ist der Hauptdolomit das herrschende Gipfelgestein. Ihm eignet eine besondere Art der Verwitterung und Felsbildung und auch des Pflanzenwuchses. Legföhren bekleiden weit hinauf die Felsabhängen, und Bergwiesen und Almweiden überziehen die weit verbreiteten Mergelschichten. Die Bauweise zeigt neben Gebirgsfalten häufig auch Überschiebungen. Gleichartige Gesteinspakete liegen wie Stockwerke übereinander.

Der mittlere Teil, das Wetterstein-, Mieminger, Karwendel- und Kaisergebirge.

Der Wettersteinkalk gibt den Gipfeln die Form. Die Berge bilden langgestreckte, parallele Ketten, im Karwendelgebirge besonders schön

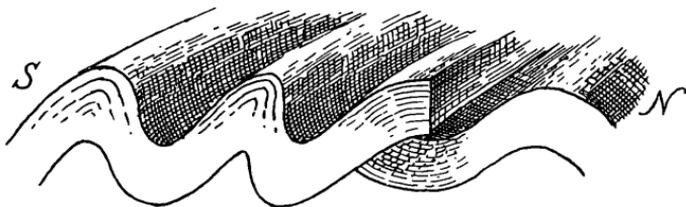


Abb. 9. Die Karwendelketten und -täler.

In der Hinterautaler Kette, der dritten Kette von Süden (Zinntal) nach Norden, ist der Falzensattel auf die Mulde aufgeschoben. Vergl. auch Tafel 5. Der Gebirgsdruck hat die Gesteinschichten des Meeres zusammengeschoben, gefaltet und teilweise auch zerbrochen. Die Falzensättel bilden nun heute im wesentlichen die vier Karwendelketten, die Faltenmulden die dazwischenliegenden Karwendeltäler.

sichtbar. In der Bauweise sind die Falten vorherrschend. Sie sind noch deutlich erhalten und wurden beim Zusammenpressen und Emporheben der Schichten nur teilweise zerstört. Die Schichten sind meist steil, fast senkrecht gestellt. Auch Überschiebungen kommen vor.

Der östliche Teil, die Waidringer Berge.

Dolomite und darüberliegende Kalke (Dachsteindolomit) bauen die mäßig hohen Berge östlich der Ritzbühler Ache auf. Die Mergelschichten dazwischen (Raibler Schichten) fehlen ganz oder bilden nur schmale Bänder, wie z. B. bei Erpsendorf, wo sie zur Herstellung von Zement verwendet wurden. Die Schichten liegen im allgemeinen flach; daher fehlen die Gebirgsketten, und tief eingeschnittene Täler zerteilen das Gebirgsland in einzelne Stöcke.

### Nördliche Grauwackenzone.

Bild: Tafel 9.

Zur Nördlichen Grauwackenzone gehören die Kellerjochgruppe bei Schwarz und die Ritzbühler Alpen. Die verschiedensten Gesteine bauen diese Bergketten auf, besonders die grauen, grünlichen und violetten oder rötlichen Wildschönauer Schiefer, nach ihrer weiten Verbreitung in der Wildschönau so genannt, und die Grauwacken-

Schiefer, harte schieferige Gesteine, die aus sandigen Ablagerungen oder aus schmelzflüssigen Gesteinen hervorgegangen sind. Richte Kalk der Schwazer Dolomit, und Granitgneise (Kellerjoch) begleite die Schiefer. Im südlichen Teil des Gebietes gehen die Wildschönaue Schiefer ohne deutliche Grenze in Quarzphyllit über.

Die Gesteine der Grauwackenzone gehören dem Alttertium der Erde an. Man findet manchmal Versteinerungen aus dem frühen Erdaltertum, dem Silur und Devon. Es sind die ältesten Versteinerungen, die man bisher in Tirol nachweisen konnte.

Die Wildschönauer Schiefer verwittern leicht und bilden sanft geformte, bewaldete oder mit Gras bewachsene Hänge und Rämme, vorzügliche Almen und schöne Skiberge. Schroffe Formen sind nur dort wo kalkige Gesteine den Kamm aufbauen, wie an der Gratlspitze bei Brigglegg. Diese liegt im Schwazer Dolomit, der als mächtiger Kalk im Osten die Hohe Salve aufbaut und im Westen bei Schwarz endet.

Die Gesteine der Grauwackenzone sind reich an Erzlagern. Ihre Ausbeute geht zum Teil in die vorgeschichtliche Zeit zurück. Der Schwazer Dolomit schließt reiche Gänge von silberhaltigem Fahlerz ein (Bergbaue in Schwarz), die Wildschönaue Schiefer enthalten Kupferkies auf der Kelsalpe, silberhaltiges Fahlerz am Röhrenbühel nördlich von Rißbühel und Spateisenstein südlich von Fieberbrunn. Auch die Granitgneise am Kellerjoch führen Spateisenstein.

## Zentralalpen.

Bilder: Tafeln 10 bis 19, 26 bis 30.

Die Zentralalpen bilden keine Einheit wie die Nördlichen Kalkalpen. An ihrem Aufbau sind Gesteine verschiedenen Alters und verschiedener Herkunft beteiligt. Sie schließen im Norden an die Kalkalpen an, und ihre Südgrenze zieht vom äußeren Altental (Judikarielinie bei Meran über Mauls im Eisacktal ins Pustertal bis nach Lienz. Der Geologe unterscheidet nach dem Werden und der Gesteinsart in diesem Gebiet mehrere Gruppen (Zonen). Siehe die geologische Übersichtskarte bei Seite 40.

### Die Quarzphyllitzone. (Tafel 10.)

An die Kalkalpen und die Nördliche Grauwackenzone schließt zuerst ein einheitlicher Gesteinstreifen von Quarzphyllit an, der quer durch das ganze Land streicht, vom Arlberg bis an die Landesgrenze von Salzburg. Größere Ausdehnung erreicht er nur zwischen dem Arlberg

und Imst (Landeder Quarzphyllit, wo er den Venetberg aufbaut, und dann besonders in den Turer Voralpen, zwischen dem äußeren Silltal und dem Zillertal. Zwischen Imst und Innsbruck verschwindet er fast vollständig unter den Gneisen der Öztaler Alpen, nur am Fuße des Hocheder und westlich vom Berg Isel taucht er auf. Im äußeren Stanzertal, zwischen Glirsch und Landed, greift der Quarzphyllit auf die Kalkberge der linken Talseite über und bildet dort die sonnige Terrasse von Grins—Stanz. Die beiden Dörfer verdanken ihm ihr Entstehen, dieser Kalkhang wäre sonst nie besiedelt worden.

In den Turer Voralpen verbreitert sich die Quarzphyllitzone auf 15 Kilometer. Graugrüne Chloritschiefer und braun anwitternde Kalk sind hier häufige Begleiter. Weit und breit herrschen in dem leicht verwitternden Gestein Almsflächen, deren sattes Grün die Hänge bis zu den Graten hinauf bekleidet. Verlassene Bergbaue künden vom einstigen Reichtum an Bodenschätzen. In den Quarzgängen des Phyllits verbirgt sich sogar gediegenes Gold (Heinzenberg im Zillertal).

Östlich des Zillertals verschmälert sich der Gesteinszug und wächst ohne merkbare Grenze mit den Schiefen der Ritzbühler Alpen.

Die nun folgenden Gruppen der Zentralalpen scheidet der Brenner in zwei Teile von ganz verschiedenem Aufbau, in die Westlichen und Östlichen Tiroler Zentralalpen.

#### a) Westlicher Teil.

### Das Gebiet der Silvretta-Gneise. (Tafel 11.)

Der tirolische Teil dieses Gebietes ist durch das Stanzertal und den Inn begrenzt. Die Trisanna scheidet den Silvretta-Stock in die nördliche Ferwall- und die südliche Samnaungruppe. Das Hauptgestein ist Schiefergneis, in den stellenweise grüne Hornblendegesteine und Granitgneise eingelagert sind. Die Gesteinschichten sind steil aufgerichtet und bilden eng zusammengepreßte Falten.

Die Silvretta-Gneise liegen im Stanzertal auf dem Landeder Quarzphyllit, im obersten Inntal, von Prutz aufwärts, auf Kalkphyllit. Die älteren Silvretta-Gneise sind also auf jüngere Gesteine aufgeschoben (Silvretta=Decke).

### Engadiner Fenster. (Tafel 12.)

Im obersten Inntal, von Prutz aufwärts bis ins Engadin, treten in einer Länge von 60 Kilometer und einer Breite bis zu 15 Kilo-

meter graue kalkige Schiefer (Kalkphyllite) auf, die sogenannten Bündner Schiefer<sup>3</sup>. Sie bauen die wohlbekannten Terrassen von Fiß—Serfaus und Fendels—Rauns auf und darüber die fruchtbaren Hänge mit den dichten Wäldern und steilen Bergwiesen. Die Gipfel über den begrüneten Hängen bilden auf der linken Talseite die aufgeschobenen Silvretta-Gneise und auf der rechten die ebenfalls aufgeschobenen Öhtaler Gneise. (Tafel 12.) Das ganze Gebiet der Bündner Schiefer war einst von Gneisen überdeckt. In dem Talstück oberhalb Prutz hat die Verwitterung die Gneisdecke entfernt. Wie durch ein Fenster, dessen Rahmen die alten Gneise bilden, sieht man nun hier den inneren Aufbau des Gebirges (Engadiner Fenster).

An der Gesteinsgrenze zwischen den Silvretta-Gneisen und den Bündner Schiefen entspringen die bekannten Mineralquellen von Obladis bei Prutz.

### **Gneise und Glimmerschiefer der Stubai- und Öhtaler Alpen. (Tafel 13.)**

Die Öhtaler Gneise, die den Silvretta-Gneisen gleichen, bauen den weitaus größten Teil des Gebietes auf. In den Sellrainger Bergen kommt der feldspatarme Glimmerschiefer vor. Als Begleitgesteine der Gneise erscheinen oft, besonders in den nach Norden streichenden Rämmen, Hornblendeschiefer und umgewandelte granitische Gesteine (Granitgneise). Sie bauen schroffe Felsgipfel auf, wie den Glockturm, die Hohe Geige, den Schrankogel u. a. Die Schiefergneise, die einst diese harten, widerstandsfähigen, in der Tiefe erstarrten Gesteine einhüllten, hat die Verwitterung im Laufe der Jahrtausende abgetragen.

Die Öhtaler Gneise sind steil gefaltet und hoch emporgeschoben. Viele Duzende von Dreitausendern ragen in kantigen Pyramiden oder runden Schneehauben über die Firnfelder auf. Die höchsten Erhebungen schließen ein weites Hochland ein, und es ist überwältigend, zu denken, daß diese riesigen Firnmulden einst einer Landschaft angehörten, die in geringer Meereshöhe tropisches Klima besaß.

Erwähnt sei noch der als Naturdenkmal erklärte graue Bimsstein bei Köfels im Öhtal, der vielleicht, vor wenigen Jahrtausenden erst, als schmelzflüssige Masse die Gneise durchbrochen hat.

---

<sup>3</sup> Sie sind wegen ihrer Verbreitung im schweizerischen Kanton Graubünden so benannt.

# Geologische Übersichtskarte



## **Stubaiier Kalkalpen. (Tafel 14.)**

Im Südwesten und Nordosten der Ötztaler und Stubaiier Alpen liegen über den dunklen Gneisen helle Kalkberge, dort die Engadiner Dolomiten, die nur mehr wenig in tirolisches Gebiet hereinreichen (bei Graun), hier die Stubaiier Kalkberge mit der trotzigen, zackigen Kette der Kalkkögl, dem Serles—Kirchdachkamm, der Tribulaungruppe und der Telfer Weißen. Die bis 1000 Meter mächtigen Schichten, ähnlich denen in den Nördlichen Kalkalpen, sind die Reste einer einst viel größeren Kalkbede, die weite Gebiete der heutigen Zentralalpen bedeckte.

Das vorherrschende Gestein der Stubaiier Kalkberge ist der Dolomit. Mergel sind ihm eingelagert. Sie unterbrechen als grüne Terrassen die schroffen Felswände.

Südblich von Steinach liegen inselartig über den Stubaiier Kalkbergen dunkle Schiefer der Steinkohlenzeit mit gut erhaltenen Pflanzenresten und Steinkohlenflözen. Die Schiefer sind älter als die darunterliegenden Kalksteine, sie bilden den noch übrig gebliebenen Rest der aufgeschobenen Steinacher Decke.

Das Gebiet der Stubaiier Kalkberge enthält auch viele aufgelassene Bergbaue, in den Gneisen auf Kupferkies und in dem Dolomit auf Zinkblende und Bleiglanz (Pflerssch, Obernberg, Gschnitz).

## **Winschgauer Schieferzone. (Tafel 15.)**

Sie bildet die Bergketten zu beiden Seiten des Winschgaus, an der Nordseite die Vorberge der Ötztaler Alpen, an der Südseite den Nordrand der Ortler-Gruppe. Phyllitgneise und Glimmerschiefer herrschen vor. Von großer wirtschaftlicher Bedeutung sind die Marmorlager von Göflan und Laas (Laaser Marmor).

Der Winschgauer Schieferzug ändert bei Meran seine West-Ost-richtung und zieht als Teil der „Alten Gneise“ nordwärts.

## **Marteller Quarzphyllitzone. Der Ortlerkalk. (Tafel 16.)**

Der Hauptkamm dieser Zone zieht von der Spitze des Ortlers ostwärts bis zum Vigilsjoch bei Meran. Östlich vom Martelltal trennt er den Untervinschgau vom Ultental. Im Quarzphyllit sind Kalk und Gänge von Hornblendegesteinen eingelagert.

Die Hauptgipfel, wie den Ortler und die Königspitze, baut ein dunkler, von weißen Kalkspatadern durchsetzter Kalk auf, der Ortlerkalk. Er hängt mit den Engadiner Dolomiten zusammen.

## b) Östlicher Teil.

Der östliche Teil zeigt im Aufbau ein gewisses Ebenmaß. Der Kern des Hauptkammes besteht aus Zentralgneis (Granitgneis), dem ein Mantel verschiedenartiger Schiefer, die sogenannte Schieferhülle, anliegt.

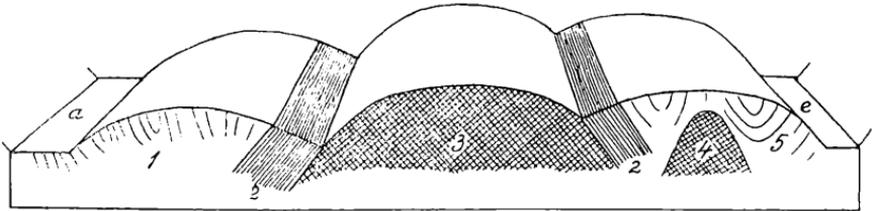


Abb. 10. Schnitt vom Unterinntal (a) zum Pustertal (e). Ebenmäßiger Aufbau der Östlichen Zentralalpen.

Den Kamm der Hohen Tauern in der Mitte baut der Zentral-(Granit-)Gneis (3) mit der Schieferhülle (2) auf. An diese schließt sich beiderseits ein Schieferzug an: die Tuxer Boralpen aus Quarzphyllit (1) im Norden und das Pustertaler Schiefergebirge aus Phyllitgneis (5) im Süden. In letzterem stecken Stöcke aus Granit (4) (die Rieserfernergruppe). — Zahlreiche Täler sind in die Schiefer eingeschnitten. In die Schieferhülle die Täler: Schmirn, Bals, Venna, Pfitsch, Innerpunders, Lappach, Birgen und Kals; in die Quarzphyllite der Tuxer Boralpen: das Forderer, Mattener und Weertal; in die Gneisphyllite des Pustertaler Schiefergebirges: das äußere Pfunterer Tal, das Tauferer, Antholzer und Gsieser Tal, dann Deferegg und das äußere Iseltal.

## Die Zentralgneiszone. (Tafeln 17, 18.)

Sie bildet die höchsten Erhebungen, die Wasserscheide. Auf Tiroler Gebiet unterscheidet man zwei Zentralgneis-Kerne, den großen Venediger-Kern und den kleinen Granatspitz-Kern. Der Venediger-Kern gabelt sich im Westen in zwei Äste, den Tuxer Hauptkamm, der im Ötztal gipfelt, und den Zillertaler Hauptkamm mit dem Mößeles.

Man weiß nicht sicher, wann das granitische Magma in die Schiefer eingebracht ist, wahrscheinlich erst gegen Ende des Erdmittelalters, vielleicht in der Kreidezeit. Später presste dann der Gebirgsdruck den Granit samt seiner Schieferbede hoch empor und verwandelte ihn, besonders in den äußeren Teilen, zu Granitgneis. Im Laufe der nun folgenden Jahrtausende entfernte die Verwitterung die Schieferbede über den höchsten Kamm, schälte den Granitgneis nach und nach aus seiner Hülle heraus und verschaffte uns Einblick in die tieferen Schichten des Gebirges.

Das Gebiet der Zentralgneiszone ist reich an besonders schönen und großen Bergkristallen und Amethysten (Zillertal), und an seinem Rande entspringen die warmen Quellen des Brennerbades (23° C) und von Sinterzug (22.5° C).

## Die Schieferhülle. (Tafeln 17, 18.)

Sie umgibt mantelförmig den Zentralgneis. Zwischen dem Benediger- und Granatspitz-Kern greift sie noch über den Kamm drüber.

Man unterscheidet eine untere (innere) und eine obere (äußere) Schieferhülle. Die untere Schieferhülle liegt unmittelbar dem Zentralgneis auf und besteht zur Hauptsache aus kalkarmen oder kalkfreien Gesteinen, nämlich aus Schiefergneis und Glimmerschiefer. Grünschiefer, wie Hornblendeschiefer, Chloritschiefer und Serpentin, treten als Begleiter auf. Sie sind reich an prächtigen Mineralien. (S. 103.)

Ähnliche Gesteine wie die der unteren Schieferhülle bilden den Schneeberger Zug, der in einer Breite von etwa 5 bis 10 Kilometer in die Gegend von Meran zieht. Der Grenzkamm zwischen dem Passeier und Ötztal und die Tegelgruppe bei Meran gehören ihm an. Das Hauptgestein ist ein Glimmerschiefer mit auffallend vielen Granaten (Granatglimmerschiefer). Stellenweise enthält er Lagen von weißem Marmor, die sich weithin als Bänder oder Gipfel von den dunklen Schiefen abheben, z. B. die Hohe Weiße in der Tegelgruppe. Am Schneeberg, im hintersten Passeier, der dem Gebirgszug den Namen gegeben, sind alte Bergbaue auf silberhaltigen Bleiglanz und Zinkblende.

Die obere Schieferhülle bildet den äußeren Teil des Gesteinsmantels, der den Zentralgneis umgibt. Hier herrschen kalkreiche Schiefer, Kalkphyllite, vor. Sie gleichen den Bündner Schiefen des Engadiner Fensters und wurden früher, weil sie in der Brennergegend weit verbreitet sind, auch Brenner-Schiefer genannt. Daneben kommen auch Grünschiefer vor. Hornblendeschiefer baut z. B. den Gipfel des Großglockners auf.

Die Gesteine der oberen Schieferhülle enthalten ebenfalls zahlreiche wertvolle Einschlüsse: Die Serpentine in Birgen und Prägraten bei Matrei im Ötztal sind reich an seltenen Mineralien, bei Lanersbach im Zillertal wird Magnesit gebrochen und in Pretttau im Uhrntal befindet sich ein alter, heute allerdings verlassener Bergbau auf Kupfererz.

## Tarntaler Kalkberge.

An der Nordgrenze der Schieferhülle, im hintersten Wattener und Navistal, stehen die vielgestaltigen Tarntaler Kalkberge. In über 2000 Meter Höhe liegen sie den Schiefen auf. Die Tarntaler Kalkberge bil-

den nur eine kleine Gruppe, die sich aber durch die helle Farbe und die schroffen Felsformen weithin von den sanften dunklen Schieferbergen abhebt.

Der Aufbau ist sehr verwickelt. Er erinnert an die Nördlichen Kalkalpen. Dolomit herrscht vor. Bei Pflons im Silltal kommt grünweißer Ophikalzit (Serpentin) vor, der früher als Werkstein viel verwendet worden ist.

### **Zone der „Alten Gneise“. (Tafel 19.)**

Wie der Quarzphyllit im Norden ziehen die „Alten Gneise“ als Südrand der Zentralalpen in einem einheitlichen Zuge aus der Meraner Gegend über das Eisacktal ins Pustertal hinüber. Dieser Gesteinszug, der sich im Eisacktal stark verschmälert, kommt teils längs der Judikarientlinie von Süden, teils geht er aus gleichen Gesteinen der Binschgauer Schieferzone hervor. Ihm gehören an: der Kamm zwischen dem Passeier und Pfelderer Tal, die westlichen Sarntaler Alpen und das Pustertaler Schiefergebirge.

Das Hauptgestein ist Phyllitgneis, dazu kommen Züge von Granitgneis, von Granatglimmerschiefern, von Quarzphyllit (westlich von Lienz) und Lagen von weißem Marmor, ähnlich dem Laaser Marmor. An verschiedenen Orten sind den Gneisen Kalk und Dolomite aus dem Erdmittelalter eingefaltet, wie in Pons im Sarntal (Weißhorn), am Zinseler bei Sterzing, bei Mauls, im Desereggental und in Billgraten. Man kann daher wohl annehmen, daß die „alten Gneise“ einst auch andernorts eine Kalkbede trugen.

Den mittleren und höchsten Teil des Pustertaler Schiefergebirges, die Rieserferner-Gruppe mit dem Hoch- und Wildgall, baut der granitähnliche Tonalit auf. Ihn umgeben heute noch überall mantelförmig die Gneise, in die er einst als feuerflüssige Masse eingedrungen ist.

Von nutzbaren Bodenschätzen sei noch der Schwefelkies genannt, der in Panzendorf bei Sillian abgebaut wurde.

## Südlliche Grauwadenzone.

Bilder: Tafeln 20, 21.

Die Südlliche Grauwadenzone beginnt bei Bruned mit einem ganz schmalen Streifen kalkiger Gesteine. Östlich von Innichen wird die Zone rasch breiter und gliedert sich deutlich in zwei Gruppen: Die Lienzer Dolomiten und der Karnische Kamm.

### Die Lienzer Dolomiten (Tafel 20),

zwischen Drau- und Gailtal, ähneln im Aufbau den Nördlichen Kalkalpen. Alte Schiefer bilden die Unterlage. Darüber liegen der Reihe nach rote Sandsteine, Kalksteine, Mergel (Raibler Schichten), Hauptdolomit, dann die Mergel der Kössener Schichten und schließlich rote Kalksteine (Lias). Der Hauptdolomit überwiegt, er ist der Felsbildner. Die Mergelschichten bilden die grünen Almweiden. Die steil aufgerichteten Dolomittfelsen fallen bei Trient in wuchtigen Wänden ins Drautal ab. An der Kärntner Grenze greifen Kalkschollen auch ans Nordufer der Drau über und bilden das Tiroler Tor.

### Der Karnische Kamm. (Tafel 21.)

Er wird südlich des Gailtales von verschieden gefärbten Tonchiefern gebildet, die im Westen allmählich in den Brigner Quarzphyllit übergehen. Sie verwittern leicht und bilden einförmige Graskämme und Hänge. Kalkige Gesteine liefern die schrofferen Formen.

Die Gesteine des Karnischen Kammes gehören dem Alttertium, die der Lienzer Dolomiten dem Mittelalter der Erde an.

## Die Südalpen.

Bilder: Tafeln 22 bis 25.

### Die Zone des Brigner Granits.

An der Südgrenze des Ötztaler Stoces, längs des Juditarienbruches, bricht ein gewaltiger Granitzug hervor. Er beginnt am Ausgang des Ultentales, wird dort von der Schlucht des Ultnerbaches (Gaulschlucht) durchschnitten, überquert das Etschtal, wo er von den Flußschottern verdeckt ist, und erhebt sich unmittelbar bei Meran zum schroffen, fast 2600 Meter hohen Felsbau des Tfinger. Bei Pensa im hintersten Sarntal,

auf einen schmalen Streifen zusammengeschrumpft, zieht der Granitzug nach Osten weiter, wächst im Eisacktal zu einem 13 Kilometer breiten Stocke an und verschwindet schließlich in der Gegend von Bruneck im Pustertal. Der Eisack durchbricht diesen Zug zwischen Mauls und Franzensfeste. Die mitten in den Granitstock eingerissene Schlucht ist bekannt als „Sachsenklemme“ Wann diese gewaltige Masse einst feuerflüssigen Gesteins in die Schiefer eingepreßt wurde, läßt sich nicht mit voller Gewißheit angeben.

Abgesehen von den vielen Granitblöcken, die das Wasser und das Eis in den Brigner Talsessel getragen haben, tritt das Gestein hier nirgends zu Tage. Es führt den Namen Brigner Granit daher nicht mit vollem Recht.

### **Die Zone des Brigner Quarzphyllits.**

Die Gegend von Brigen liegt im Quarzphyllit. Dieses Gestein reicht von Franzensfeste bis zur Haltestelle Kastelruth bei Waidbruck im Eisacktal und von den östlichen Sarntaler Alpen bis über Bruneck ins Pustertal, wo es allmählich in den Quarzphyllit der Südlichen Grauwackenzone übergeht. (S. 45.) Es bildet auch weithin die Unterlage für die Bozner Porphyrlatte und die Dolomiten. Wie in den Tuxer Voralpen baut der Quarzphyllit auch hier grasreiche, einförmige Höhenzüge ohne scharf gezackte Grate auf. Die leicht besteigbaren Gipfel sind bekannte Ausichtsberge (Plose bei Brigen, Kronplatz bei Bruneck).

Bei Klausen stecken im Phyllit Gänge von Diorit, einem Erstarrungsgesteine, das auch erzbringend gewirkt hat. Mit dem feuerflüssigen Gestein sind in Form von glühenden Dämpfen die Erze eingebrungen, und zwar silberhaltiger Bleiglanz und Zinkblende, Kupfer- und Eisenties (Pfunderer Berg bei Klausen). Die gangförmigen Flußpatlager mit Bleiglanz und Zinkblende bei Rabenstein im hintersten Sarntal gehören ebenfalls dieser Zone an.

### **Die Bozner Porphyrlatte. (Tafeln 22, 23.)**

Das Bozner Porphyrgeliet ist das größte Europas. Die Porphyrlatte, die dem Brigner Quarzphyllit aufliegt, bedeckt eine Fläche von 1600 Quadratkilometer und ist in der Bozner Gegend bis 1400 Meter dick. Sie reicht im Eisacktal bis Meran, im Eisacktal bis zur Haltestelle Kastelruth bei Waidbruck und im Süden geht sie weit über Bozen hinaus, noch unterhalb Neumarkt begleitet sie das linke Ettschufer und taucht schließlich unter die Talsohle hinab. Die Oberfläche der Porphyrlatte bildet die ausgedehnten Höhen von Hasling und Mölten und

vom Ritten, das Hochland von Deutschnofen, Seis und Kastelruth und am rechten Etschuser den Fuß des Mendelzuges. Das untere Eisacktal mit seinen Nebentälern, dem Eggen- und Grödner Tal, und das äußere Sarntal sind als tiefe Schluchten in den Porphyr eingeschnitten. (Tafel 31.)

Die Porphyrplatte ist keine einheitliche Gesteinsmasse. Sie ist wiederholt durch Tufflagen unterbrochen. Dieser Wechsel beweist, daß die Porphyrplatte nicht ein einziger Lava-Erguß ist, sondern aus einer ganzen Reihe von Lavadecken besteht, die einst als dünnflüssige Glutmassen ein Gebiet von etwa 70 Kilometer Länge und 40 Kilometer Breite überflossen. (S. 110).

Der Porphyr, durch Klüfte in Säulen und Platten aufgelöst, tritt an den Talhängen in schroffen, rötlichen Wänden hervor.

In den Tuffen sind da und dort Pflanzenreste erhalten geblieben, die uns sagen, wie alt der Porphyr ist. Er gehört dem ausgehenden Altertum der Erde, der sogenannten Permzeit, an.

Über der Porphyrplatte liegt zunächst eine Decke aus rotem Sandstein. Sie hat sich durch Verwitterung aus dem Porphyr gebildet. Und auf dem Sandstein ruhen die verschiedenen Kalksteine und Mergel, die die Dolomiten aufbauen: den Schlern, den Rosengarten, den Latemar und viele andere. Auch am Salten, am Möltener Joch und am Ritten begegnet man einzelnen Kalkfelsen. Sie bezeugen, daß die Porphyrplatte einst auch in diesen Gebieten eine Kalkdecke trug, die aber im Laufe der Zeiten bis auf kleine Reste abgetragen wurde. (Abb. 6, S. 30, und Abb. 11, S. 49.)

### Der Mendelzug. (Tafel 23.)

Zwischen die Ortler-Alpen und das Etschtal schiebt sich keilförmig das Etschbuchtgebirge (Etschtaler Alpen) ein. Der Mendelzug bildet seinen nordöstlichen Rand. Er beginnt an der Laugenspitze bei Meran und endet an der Salurner Klause. Bei Auer greift er auch auf die linke Talseite über, baut dort den Geiersberg auf, der mit dem Fennberg, am rechten Etschuser, das mächtige Felsentor der Salurner Klause bildet.

Die Faltungsrichtung der Etschtaler Alpen ist auffällig. Die Bergketten streichen hier nicht von West nach Ost wie die andern Hauptkämme des Alpengebirges, sondern sie verlaufen fast senkrecht zu dieser Richtung, von Süden nach Norden. Die Etsch folgt diesem Strei-

chen. Sie biegt bei Meran aus der West-Ostrichtung ab und fließt, dem Gebirgsbau folgend, aus dem Herzen des Landes nach Süden, der Po-Ebene zu.

Die Steilwand der Mendel, die fast senkrecht nach Überetsch abfällt, zeigt deutlich den Aufbau des Mendelzuges an. Über dunklem Porphyrr liegen zunächst rote Sandsteine, Konglomerate und Mergel und darüber folgt die mächtige Dolomitplatte. Der Dolomit (Schlern-dolomit) bildet auch die höchsten Erhebungen des Gebirgszuges, den Gantkofel und den Penegal. Die mächtige, bis 600 Meter hohe Wand gemahnt an die schroffen östlichen Nachbarn, an den Schlern und den Rosengarten. Die Schichtfolge ist auch ähnlich wie in den Dolomiten, nur mehr in die Tiefe gerückt. Die Porphyrrunterlage des Mendelzuges liegt in der Höhe der Mittelgebirge Völlen—Tisens und Überetsch, also einige hundert Meter tiefer als in den Dolomiten.

### Die Dolomiten. (Tafeln 24, 25.)

Östlich des Eisacktales und südlich der Kieng erhebt sich das Felsenmeer der Dolomiten, vielleicht die schönste und bekannteste Landschaft Europas. Die Schönheit liegt im Wechsel wuchtiger Felsberge mit sanften grünen Alpenmatten und Wäldern. Das vorherrschende Gestein, der Dolomit, hat dem ganzen Gebiete den Namen gegeben.

Die Dolomiten bilden nicht langgestreckte Bergketten wie die nördlichen Kalkalpen, sondern viele kleine einzelne Gebirgsstöcke, die auf allen Seiten durch Täler voneinander getrennt sind. Jede Gruppe ist eine Einheit für sich, bald ein Zackenwerk von Spitzen und Türmen, bald ein breiter Stoc mit fast senkrechten Wänden.

Der Aufbau ist einfach. Die Gesteinschichten sind wenig gefaltet und auch selten überschoben. Sie liegen noch so übereinander, wie sie einst im Meere abgesetzt wurden, und sind nur durch Brüche mehr oder weniger zerteilt.

Die große Porphyrrplatte, die sich nach Osten etwas senkt, bildet die Unterlage. Auf ihr liegt zunächst, weit verbreitet, der rote Grödnener Sandstein und darüber folgen die mächtigen Ablagerungen des Meeres, Kalksteine (Dolomite) und Mergel, im Westen des Gebietes reichlich vermischt mit dunklen Erstarrungsgesteinen und deren Tuffen (Augitporphyrr und Melaphyrr).

Zwei Arten von Dolomit bauen die Berge auf: der ältere Schlern-dolomit und der jüngere Dachsteindolomit.

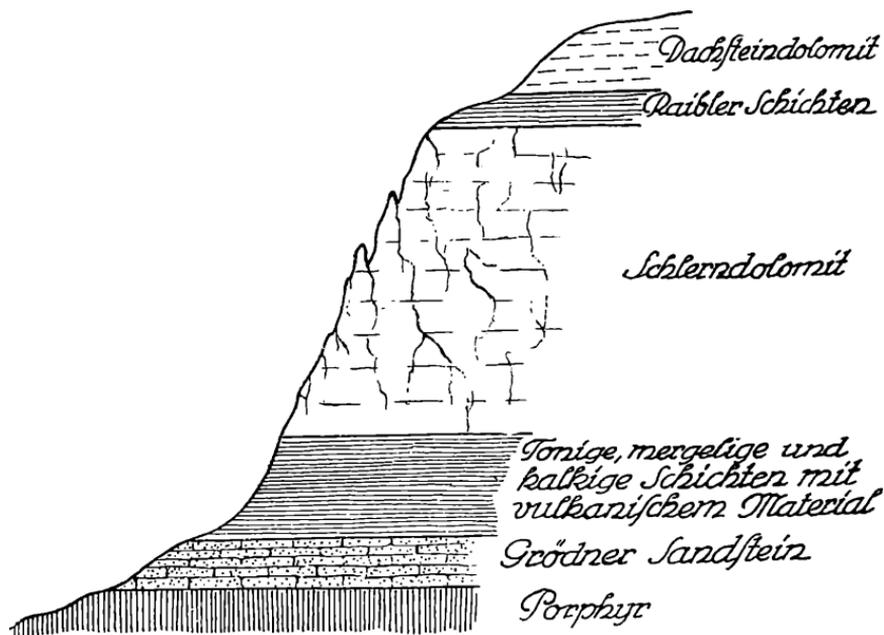


Abb. 11. Gesteinsfolge der Dolomiten.

Die Abbildung zeigt, wie die Gesteinschichten, eine nach der andern, im Meere und an der Meerestülste abgesetzt worden sind. Tiefe Talfurchen sind eingeschnitten. Steigt man aus den Tälern zu den Gipfeln auf, so durchschreitet man nach und nach alle Gesteinschichten, vom Quarzporphyr angefangen bis zum Dachsteindolomit.

Der Schlerndolomit ist das Hauptgestein im westlichen Teil des Gebietes. Seine flossigen weißen Mauern fesseln das Auge im plumpen Stoc des Schlern — daher der Name — im Felsenriff des Langkofels, in den Türmen und Nadeln der Geisler Gruppe und des Rosengartens und andernorts. Die prallen Wände ragen bleich empor.

Das prachtvolle, einem Glühen ähnliche Rot (Dolomitenglühen), das die Berge besonders wenige Minuten nach Sonnenuntergang zeigen, ist nicht durch das Gestein bedingt. Es entsteht dadurch, daß die Sonnenstrahlen in einer höher gelegenen, stark verdünnten Luftschichte umgebogen (total reflektiert) werden und die Spitzen der Berge noch einmal unmittelbar beleuchten.

Der deutlich geschichtete Dachsteindolomit ist im inneren Teile des Gebietes, in den Enneberger und Ampezzaner Bergen, weit verbreitet. Der ältere Schlerndolomit ist hier in die Tiefe gerückt und der jüngere Dachsteindolomit baut die Gipfel auf. Der Dachsteindolomit wird hier bis 800 Meter stark, bildet raube, fast unzugängliche Berge, ohne

jeden Pflanzenwuchs. Er wittert hell an wie der Wettersteinkalk in den Nordalpen.

Zwischen den klotzigen Massen des Schlern- und den geschichteten des Dachsteindolomites treten da und dort Mergelschichten (Raibler Mergel) als schmale Bänder auf. Sie bilden im Landschaftsbilde Terrassen und Gesimse oder schmale Grasbänder, z. B. die obere Terrasse der Sellagruppe. (Tafel 24.)

Die Dolomiten, besonders im westlichen Teile, sind in einzelne kleine Gruppen aufgelöst. Dies bedingt hauptsächlich der Gesteinswechsel. Hier liegen auf engem Raume Riffkalk und vulkanische Gesteine nebeneinander. Die leicht zerstörbaren Tuffe hat die Verwitterung abgetragen, die harten und widerstandsfähigen Riffkalk dagegen sind als schroffe, kahle Felsstöcke stehen geblieben. In den östlichen Dolomiten, wo die leicht verwitternden Tuffe fehlen, sind große, geschlossene Gebirgsgruppen entstanden, wie der Monte Cristallo, die Tosana und andere.

Die Zerteilung dieser Felsmassen in Spitzen und Türme (Drei Zinnen) ist nicht durch den Gesteinswechsel verursacht, über ihre Entstehung berichtet der Abschnitt auf Seite 73.

### **Auffaltung des Alpengebirges.**

Es ist schon schwierig, den Aufbau des Alpengebirges zu erkennen, noch viel schwieriger ist die Beantwortung der Frage: Wie ist die Aufwölbung vor sich gegangen? Wir sehen nur die Reste des einstigen Baues, vieles ist zerstört und vieles ist noch in der Tiefe verborgen. Aber aus der Lage und der Richtung der Gebirgsfalten hat man Schlüsse gezogen und obige Frage zu beantworten versucht.

### **Tatsachen.**

Die Südalpen (Etschtaler Alpen) sind weit nach Norden gegen die Zentralalpen vorgeschoben und haben diese bis auf 50 Kilometer Breite zusammengedrängt. Der Kalkzug der Mendel streicht von Süd nach Nord fast senkrecht zur Richtung der andern Hauptkämme. Die Gneise der Vinschgauer Schieferzone biegen bei Meran aus der West-Ostrichtung nach Nordosten ab. Die gleiche Richtung nimmt auch der eng an die Öztaler Gneise angepreßte Schneeberger Zug. Die Öztaler und Silvretta-Gneise sind im Norden auf die Landecker

Quarzphyllite und im obersten Inntal auf die jüngeren Bündner Schiefer aufgeschoben. Der Nordrand der Nördlichen Kalkalpen liegt auf jüngeren Gesteinen, dem Flysch, des Alpenvorlandes. Die Gewölbe der Karwendelketten fallen nach Norden steiler ab als nach Süden. Dies alles sind Tatsachen.

### Deutung.

Eine Ursache der Gebirgsbildung liegt vielleicht in der Abkühlung der Erde. Die heißen Quellen und die noch heißeren vulkanischen Laven lehren uns, daß die Temperatur im Innern der Erde sehr hoch ist. Die Erde ist eine glühend heiße Kugel, umgeben von einer dünnen erkalteten Rinde. Der Weltraum, in dem die Erde schwebt, ist eisig kalt. Schon in 10 Kilometer Höhe hat man 60 Grad Kälte beobachtet. Die Erde muß also beständig Wärme verlieren und sich langsam zusammenziehen. Dadurch wird aber die Erdrinde für den Erdkern zu weit, wie bei einem eintrocknenden Apfel schrumpft sie ein. Teile der Erdrinde sinken in die Tiefe, andere werden emporgepreßt. Es bilden sich Runzeln, Gebirge.

Der Vorgang beim Aufstau der Gebirge ist freilich nicht so einfach, wie ihn das Bild vom einschrumpfenden Apfel zeigt. Eine Wahrheit enthält der Vergleich doch: Teile der Erdrinde sinken ein, andere werden zu Gebirgen emporgepreßt.

Südlich des heutigen Alpengebirges sank einst, vor vielen Millionen von Jahren, ein weitausgedehntes Land in die Tiefe. Die Meeresflut strömte in dieses Tiefenbecken. Die Flüsse lagerten darin Schlamm und Sand ab und schufen so die große Poebene. Durch das Einsinken der großen Landmasse entstanden Sprünge in der Erdrinde (Judikariendruck), und ein gewaltiger, in seinen Ursachen uns noch unklarer Druck von Süden her schob die Südalpen (Etschtaler Alpen) weit nach Norden gegen die Zentralalpen. Der große Vorschub der Südalpen an der Judikarenlinie löste weitere Bewegungen aus. Er preßte die Binschgauer Schieferzone und den Schneeberger Zug in die Richtung Süd-Nord, scherte die Öztaler Gneise von ihrer Unterlage los und drängte sie nach Norden, und die Öztaler Gneise schürften die mächtige Gesteinsplatte der Nördlichen Kalkalpen von ihrem Untergrunde ab und bewegten sie vor sich her, die Kalkschichten faltend und übereinandertürend. Auch die ungleichseitige Lage der Falten in den Karwendelketten mit dem Steilabfall an der Nordseite zeigt deutlich den Druck von Süden an.

In den östlichen Tiroler Zentralalpen konnten bisher große Überschiebungen von älteren Gesteinen auf jüngere nicht nachgewiesen werden. Der Hauptkamm der Hohen Tauern bildet ein mächtiges Gewölbe aus Zentralgneis mit der Schieferhülle, dem im Norden und Süden Schiefergebirge vorgelagert sind. Man nimmt an, daß dieser Teil der Tiroler Alpen nur emporgehoben, aber nicht verschoben worden ist.

Überwältigend ist der Gedanke an dieses Berggebauen. Vor uns liegt ein weites Meer. In seinen Kellerräumen lagert sich durch Jahrmillionen Schichte um Schichte ab, bis es Tausende von Metern sind. Dann pressen unterirdische Kräfte die Schichten zusammen, falten und zerbrechen sie und schieben sie übereinander, als wären es Bausteine eines Kindes.

Beobachtungen im Heimatorte und auf Wanderungen.

1. An Steinbrüchen, Gebirgsbächen und vereinzelt aus dem Schuttlande aufragenden Felsen kann man das anstehende Gestein, die felsige Unterlage des Bodens, feststellen. Beachte an diesen Aufschlüssen, ob der Talhang von unten bis oben aus dem gleichen Gestein besteht oder ob ein Gesteinswechsel vorkommt!

2. Steden Stöcke von Granit oder Granitgneis in den Schiefem? Wo?

3. Treten in den Schiefem Kalkgesteine auf? Sind Kalk und Marmor eingelagert oder liegen sie als Decke darüber?

4. Bestimme in geschichteten Gesteinen die Dicke (Mächtigkeit) der einzelnen Schichten! Sind die Schichten geneigt oder waagrecht? Wie groß ist etwa der Neigungswinkel gegen die Waagrechte? Gibt es auch senkrecht stehende Schichten?

5. Beobachte, ob die aufragenden Kalkberge von Grasbändern unterbrochen sind! Meist liegen dann leicht verwitternde Mergel zwischen harten Kalksteinen. Wenn die Gesteinsart wechselt, ändert sich oft plötzlich der Pflanzenwuchs oder er hört auf.

6. Die Spalten und Klüfte mancher Felsstücke sind von weißen Adern durchzogen (Quarz oder Kalkspat), andere wieder sind seltsam geschwungen und zerknittert. Es sind Brüche und Falten im kleinen, also auffällige Zeugen für die Art der Gebirgsbildung.

7. Beachte die Art der Verwitterung. Sie geht am geschichteten Kalkfels den Schichtlinien nach und sammelt kleinen Schutt auf den Bändern, am ungeschichteten Schiefer sprengt die Verwitterung große, unregelmäßige Stücke los, kleiner Schutt fehlt.

8. Suche in den Schutthalden der Kalkberge nach Versteinerungen!

9. Stelle die vorkommenden Gesteinsarten in einer Liste zusammen!

# Formentwicklung.

## Die heutigen Oberflächenformen.

Zwei Gewalten formen die Oberfläche der Landschaft: innere Kräfte der Erde, die die Berge aufbauen, und äußere, die sie wieder abtragen.

Die inneren Kräfte haben die Schichten der Erdrinde gefaltet, in Schollen zerbrochen und emporgepreßt. Sie haben die großen Formen im Landschaftsbilde erzeugt, die Berge und Täler.

Die äußeren Kräfte, besonders das Eis und das Wasser, meißeln und schleifen an den großen Formen, bilden Hörner und Zacken, Kämme und Grate, Schluchten und Klammen, Risse und Wände, kurz, alle die Kleinformen, die unsere Landschaft so abwechslungsreich machen.

### Bergformen.

Baustil und Baustoff bestimmen in erster Linie das Aussehen eines Bauwerkes. Ein gotischer Dom wirkt anders auf unser Auge als eine Kirche im Barock, ein Holzbau unterscheidet sich wesentlich von einem Bau aus Werksteinen. In gleicher Weise ist das Landschaftsbild vor allem vom Bauplan der Gebirge und seinem Baumaterial abhängig.

Nach dem Bauplan der Gebirge unterscheidet man stockförmige Erhebungen und Gebirgsketten.

Die Ostaler Gruppe ragt als gewaltiger Stock auf, die Hohen Tauern bilden eine lange Gebirgskette. Die Nördlichen Kalkalpen sind in lange Faltenzüge gegliedert, mit steil gestellten Schichten, die Waibringer Berge östlich der Rißbühler Ache und die Dolomiten, aus ähnlichen Gesteinen aufgebaut, bestehen aus vielen kleinen, einzelnstehenden Gebirgsstöcken, deren Gesteinschichten der Hauptsache nach waagrecht liegen.

Das Baumaterial verursacht andere Unterschiede.

Wandert man den uralten Weg von der Scharnitzer Klause über den Brenner ins Etschland, so zeigt sich recht deutlich der Einfluß des Baumaterials auf die Gestalt der Berge und auf ihre Pflanzendecke.

In den Nördlichen Kalkalpen endigt der Wald, meist Fichten, schon in halber Höhe des Hanges (1500 bis 1700 Meter), nur die Zwergwälder der Latsche oder Legföhre und die Sträucher der behaarten Alpenrose (Almrausch) klettern noch da und dort ein Stück am felsdurchzogenen Hang empor. Klotzige Kalkmauern leiten zu den scharf gezackten Graten über. Den Felswänden entquellen riesige Schutt-

ströme, die sich weit herunter ins Tal ergießen. Das Gestein ist von Klüften und Spalten durchsetzt, in die das Wasser einsickert und dann unterirdisch weiterfließt. Die steilen Hänge sind fast wasserlos.

Nach dem Überschreiten des Innerts führt der Weg durch die ernen, dunklen Schieferberge. Die Hänge sind weit hinauf bewaldet (1900 bis 2100 Meter). Über die Baumgrenze, von Lärchen und Zirben gebildet, leiten dichte Bestände der rostroten Alpenrose und der Grünerle zu den Matten der Almen über. Selbst das oberste Hochgebirge trägt hinauf bis zu den bleibenden Schneefeldern eine bescheidene Grasnarbe. Bergfrische Quellen laden allerorts zu kühler Raft.

Bei Brigen tauchen die Zauberberge der Dolomiten auf, deren Eigenart im Zusammenklang wuchtiger Felsstöcke mit lieblichen Hochtälern und ausgedehnten saftgrünen Almwiesen liegt, und in der Gegend von Bozen begegnen wir dem roten Porphyr, der wie eine große tafelförmige Platte hier ausgebreitet ist und dem ganzen Gebiete einen eigenen Reiz verleiht. (Tafel 22.)

## Täler.

Die Richtung mancher Täler war im Bauplan der Landschaft bereits vorgezeichnet durch die Gebirgsfalten, die Bruchlinien und die Gesteinsgrenzen. Das Wasser schnitt in diese natürlichen Furchen nur noch tiefer ein und wusch sie aus. Viele Täler wurden vom fließenden Wasser gebildet.

Wie die Bildung der Täler erfolgt, kann uns ein flacher Lehmbügel veranschaulichen. Das Regenwasser rinnt zuerst in vielen Bächlein von den Böschungen des Hügels ab. Die flachen Mulden, die es als Weg benützt, werden immer tiefer, die trennenden Rämme erscheinen uns höher. Nach und nach entstehen am Hügel viele untereinander gleichlaufende Furchen, an deren Hängen sich wieder Rinnale bilden, die das Wasser fast rechtwinklig den größeren Furchen zuführen. Die kleinen Bächlein am Lehmbügel schneiden aber nicht nur tiefer nach unten, sondern auch tiefer nach rückwärts ein, so daß die anfangs breiten Rämme immer schmaler werden und schließlich scharfe Grate bilden, die sich immer mehr und mehr erniedrigen, bis der Hügel fast eingeebnet ist.

In ähnlicher Weise wirkte das fließende Wasser an den Gesteinschichten, die durch den Gebirgsdruck über den Meerespiegel gehoben wurden. Es folgte den weicherem, weniger widerstandsfähigen Schichten und floß auf kürzestem Weg zu Tal. Je höher die Berge emporstiegen, desto tiefer nach unten und rückwärts schnitt das Wasser ein. Die anfangs noch flachen Mulden vertieften sich zu Tälern, die trennenden Rämme wurden zu scharfen Graten. Welche ungeheuren Zeiträume mußten z. B. verstreichen, bis sich die Stäler Ache so tief in die Gneise eingeschnitten hatte!

Man unterscheidet Längs-, Quer- und Durchbruchstäler. Die Längstäler folgen dem Streichen der Gebirgsketten, sie haben daher in unserem Lande zumeist die Richtung West—Ost. Die Quertäler stehen fast senkrecht zu den Hauptkämmen, ihre Richtung ist meist Nord—Süd, und die Durchbruchstäler durchbrechen in tief eingerissenen Schluchten die Gebirgsketten.

### Das Innthal.

Das oberste Innthal liegt in den weichen Bündner Schiefeln und ist Längstal. Unterhalb Prutz verläßt der Inn den alten Tallauf, der über den Viller nach Koppen—Telfs zieht, und wendet sich nach Nordwesten. Er durchbricht in einer engen Schlucht, bei der geschichtlich denkwürdigen Pontlager Brücke, den Zug der Silvretta-Gneise und die Quarzphyllitzone. Heute noch tobt und zischt das Wasser in der Tiefe, um den Widerstand der Felsen zu brechen. Von Landed bis Schwarz folgt das Innthal der Grenze der Kalkzone gegen die leicht verwitternden Schiefer und unterhalb der Zillermündung durchquert der Inn den Zug der Nördlichen Kalkalpen, sich nordwärts wendend. (Seite 80.)

### Etztal und Pustertal.

Das oberste Etztal, der Binschgau, ist Längstal; es liegt in der Richtung der Binschgauer Schieferberge. Bei Meran tritt die Etzsch in das Gebiet einer großen Störungslinie, des Judikarienbruches, an dem das Etztaler Gebirge abgesunken ist. Das Etztal gleitet nun dem Strich des Mendelzuges entlang, biegt zuerst nach Südosten und bei Bozen nach Süden, der Poebene zu. (S. 82.)

Das Pustertal folgt, wie das mittlere Innthal zwischen Landed und Schwarz, ungefähr der Gesteinsgrenze der Dolomiten gegen die weichen Schiefer des Pustertaler Schiefergebirges.

### Die Nebentäler der Zentralalpen.

Im Ögtaler Stoc schneiden die Täler wie Halbmesser eines Kreises nach allen Richtungen ein: Kauner-, Piz- und Ögtal nach Norden, Stubai-, Schnitz-, Pflersch- und Ridnauntal nach Osten, Passeier- und Schnalser Tal nach Süden und Matscher-, Planail- und Langtauserer Tal nach Westen.

Das hohe Gewölbe der Tauern begleiten gleichlaufende Faltenzüge, im Norden die Tuxer Boralpen und die Ritzbühler Alpen, im Süden

das Pustertaler Schiefergebirge. Kleine Quertäler ziehen vom Hauptkamm der Tauern nach Norden und Süden. Ihre Bäche führen das Wasser in kurze Längstäler: Gerlos, Tur, Deferegggen und Birgen, und von dort leiten drei große Talfurchen, das Ziller-, Tauferer- und Iseltal, die die oben genannten Faltenzüge queren, das Wasser dem Inn- und Pustertal zu.

Die Brennersenke hat der Sill und dem Oberlauf des Eisacks den Weg gewiesen. Im Silltal gibt es auch ein hochgehobenes, verlassenes Talfstück, den Padauner Sattel. Er diente der Sill als Wasserfurchen, bevor sie sich durch die Enge von Lueg, zwischen Gries und Steinach, den Weg gebahnt hatte. (S. 81.)

Der Eisack durchschneidet zwischen Mauls und Franzensfeste, in der Sachsenklemme, den gewaltigen Stock des Brigener Granitzuges und von Waidbruck bis Bozen in enger und tiefer Schlucht die Platte des Bozner Porphyrs.

### **Die Täler der Kalkalpen.**

In den Nördlichen Kalkalpen folgen die Täler zumeist der Richtung der Falten, wie das obere Lechtal, das Gaistal, die Karwendeltäler, die Thierseer Talung und die breiten Längstäler im Norden und Süden des Kaisergebirges. Größere Quertäler fehlen. Die steilen Hänge sind durch zahlreiche kleine Furchen zerrissen, oder steilwandige Schluchten und Klammern sind in die harten Felsen eingengagt.

In den Dolomiten dehnen sich die Täler regellos, wie die Gebirgsstöcke. Die vier Haupttalschaften strahlen von der Sellagruppe aus, Gröden nach Westen, Enneberg nach Norden, Buchenstein nach Osten und Fassa nach Süden.

### **Alte Talböden.**

Aus der Geschichte des Alpengebirges (S. 24) wissen wir bereits, daß nach der letzten Gebirgsbildung um die Mitte der Tertiärzeit nochmals Hebungen erfolgten. Dabei wurde das Alpengebirge nicht mehr gefaltet, sondern als Ganzes mehrere hundert Meter gegenüber dem Vorlande gehoben. Die Hebungen traten mehrmals, getrennt durch lange Zeitabstände, ein. Durch jede Hebung erhielten die Flüsse stärkeres Gefälle und schnitten wieder tiefer in die vorhandene Gebirgsoberfläche ein. So entstanden in den alten flachen Talmulden neue Talfurchen, die mit zunehmender Tiefe immer enger und steil-

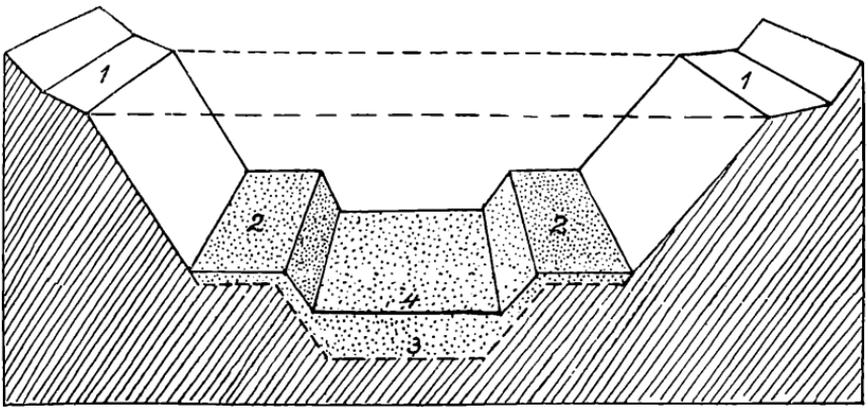


Abb. 12. Alte Talböden.

Die heutigen Oberflächenformen, Berge und Täler, sind hauptsächlich das Werk des fließenden Wassers. Nach der letzten Auffaltung stieg das durch Abtragung entlastete Gebirge als Ganzes von Zeit zu Zeit um einige hundert Meter in die Höhe. Nach jeder Hebung schnitten die Flüsse wieder tiefer ein, zuerst von 1 nach 2, dann von 2 nach 3. Von den alten Talsohlen zeugen noch die Verflachungen an den Berghängen. Eine alte Talsohle, von der die spätere Taleinfaltung den Ausgang nahm, liegt über der Waldgrenze, in einer Höhe von über 2000 Meter (1). Tiefer eingesenkt und enger ist der Talboden bei 2, dem das Mittelgebirge von Innsbruck, soweit es aus Fels besteht, und der Brennerpaß angehören. Die felsige Talsohle liegt bei 3 unter mächtigen Aufschüttungen, die an den Talflanken bis zum felsigen Mittelgebirge hinaufreichen, in der Talmitte aber den heutigen Talboden bilden (4).

wandiger wurden, weil der Raum sich immer mehr verengte. Der Vorgang war etwa ähnlich wie beim Einschneiden von tieferen Kerben in flache. Breite, flache Talmulden wurden dabei nicht in ihrer ganzen Breite vertieft, sondern nur im mittleren Teile, die randlichen Teile blieben erhalten. Bei diesen Hebungen kam es auch vor, daß einzelne Flüsse ihren alten Talweg verlassen mußten, weil er nun höher lag als eine andere Senke. (Piller und Padauner Sattel S. 80 und 81.)

Nun erhebt sich die Frage: Sind die alten ehemaligen Talböden im Landschaftsbilde noch zu erkennen?

Zwei alte Talböden sind an den Talhängen sehr oft festzustellen; manchmal auch mehr.

Ein alter Talboden, von dem noch deutliche Reste sichtbar sind, liegt droben über der heutigen Waldgrenze, in über 2000 Meter Höhe, dort, wo der steile Hang sich verflacht, bevor er zu den Graten aufsteigt. Wie ein Gesimse an der Mauer zieht er, dem Hang entlang und leicht ansteigend, ins Seitental hinein bis zum Talhintergrund, wo er sich mit dem alten Talboden der andern Talseite vereinigt und heute noch den Talboden bildet, in dem das kleine Bächlein, wie vor Jahrmillionen, hin- und herschlängelt. Diese alten Talböden tragen

meist schöne Almen, oft auch die Schutzhütten der alpinen Vereine und sind im Winter beliebte Skigebiete. Eine hohe Stufe leitet vom Talhintergrunde zum alten Talboden hinauf.

Ein zweiter alter Talboden sind die Felsterrassen. Sie ziehen als schmale Hangleisten oder breitere Mittelgebirge gleichmäßig an den Hängen hin, tragen Acker und Wiesen, Dörfer und Einzelhöfe. Diese Talböden sind wohl viel jünger als jene oben am Hange über der Waldgrenze, denn lange Zeiträume mußten verstreichen, bis die Flüsse so tief eingeschnitten hatten.

Der wahre, wirkliche Talboden ist der felsige Taluntergrund. Er liegt in den Haupttälern tief unter der heutigen Talsohle, ist verschüttet und daher nicht sichtbar. In der Nähe von Innsbruck, bei Rum, grub man mit Bohrmaschinen 200 Meter in die Tiefe. Die felsige Talsohle wurde nicht erreicht. Die Maschinen förderten immer wieder Sand, Schlamm und Geröll zu Tage. Bei Wörgl erreichte man den Felsuntergrund in etwa 100 Meter Tiefe.

Die heutige Talsohle in den Haupttälern ist eine Aufschüttungssohle.

Die alten ehemaligen Talböden geben Zeugnis von der Bewegung des Alpengebirges, die Gesimse an den Hängen und die Mittelgebirge von Hebungen des Gebirgskörpers, der tief unter der heutigen Talsohle liegende Felsuntergrund von einer leichten Senkung.

## „Mittelgebirge“ — Terrassen.

Tafel 26.

Einige hundert Meter über der Talsohle liegen oft liebliche Landschaften mit Hügeln, Mulden und kleinen Tälchen, mit freundlichen Dörfern und fruchtbaren Fluren. Man nennt sie „Mittelgebirge“ oder Terrassen, und wenn sie recht schmal sind, daß nur einzelne Höfe darauf Platz finden, Hangleisten.

Manche Mittelgebirge haben eine felsige Unterlage (Felsterrassen), andere werden von Schottern aufgebaut (Schotterterrassen). Ofters sind Fels und Schotter eng miteinander verbunden, wie z. B. im Innsbrucker Mittelgebirge und in der Terrasse von Reischach bei Bruneck, wo Köpfe aus Quarzphyllit inselartig aus den Schottern hervorragen.

Die felsigen Teile der Terrassen sind, wie früher erwähnt, Reste alter Talböden, die Schotter wurden erst später abgesetzt.

Wie kam es zur Ablagerung der riesigen Schuttmassen? Vor der letzten großen Vergletscherung erfolgte eine leichte Einwölbung des

Alpengebirges, ein Einsinken der Haupttäler gegenüber dem Alpenvorlande. Die Täler bildeten große Wannen. Die Talsohle bei Innsbruck lag z. B. viel tiefer als bei Ruffstein. In den Wannen staute sich das Wasser zu Seen. Der Inntal-See erstreckte sich von Imst bis Jenbach und reichte weit hinein in die Seitentäler. (S. 122.) Die Flüsse führten Schlamm, Sand und Geröll in die Seen und füllten sie nach und nach auf. Bis zur Höhe der Mittelgebirge waren die Täler mit Schutt erfüllt.

Dann machte sich wieder eine Aufwärtsbewegung des Alpengebirges bemerkbar. Die leichte Einwölbung verschwand, das Gebirge hob sich um einige hundert Meter und mit ihm auch die Schotterfüllten Täler. Die Flüsse bekamen mehr Gefälle und schnitten in die Schotter ein, die sie selbst abgesetzt hatten. Auch die Gletscher, die nach dieser großen Talverschüttung noch einmal vorrückten, räumten die Täler teilweise aus. Nur an den Talhängen blieben noch Schotter liegen. Diese Reste der Talverschüttung sind es, die entweder selbständig Teile von Terrassen bilden oder die felsigen Mittelgebirge verhüllen.

Weit verbreitet sind die Terrassen oder Mittelgebirge im Inn-, Eisack- und Pustertal.

Im Inntal begegnen wir ihnen abwechselnd zu beiden Seiten des Tales: vom Öztal bis Telfs am linken Hang, von da bis unter Innsbruck am rechten und bei Hötting-Mühlau und zwischen Hall und Wörgl wieder am linken. Die Terrassen biegen, wie einst die Talseen, tief in die Seitentäler ein, so ins Gurgltal bei Imst, ins Silltal bis Steinach, ins Brandenberger und Brizental. Terrassen begleiten das Eisacktal von Brizen abwärts und ziehen von dort in die westlichen Dolomitentäler hinein, ins Villnöß-, Gröden-, Tierser und Eggental. Im Pustertal ist besonders der Talkessel von Bruned von schönen Terrassen umrahmt (Reischach, Percha, Pfalzen).

Über den Aufbau der Schotterterrassen geben uns die Einrisse der Bäche, die Sand- und Schottergruben, die Lehmrüuche und Wegbauten Aufschluß, besonders deutlich der Steilabfall des „Reißenden Ranggen“ bei Zirl. Von der Talsohle des Inn steigen zuerst, etwa 100 Meter mächtig, feingeschichtete Tone auf. Sie gehen dann in ebenso mächtige mehlfeine Sande über und auf diesen liegen, fast zwanzig Meter hoch, gröbere Kiese und Schotter, die dem Geröll des Innbettes ähnlich sind. Die gleiche Reihenfolge zeigt sich überall an den Schotterterrassen der Haupttäler. In den Seitentälern, wo die Terrassen taleinwärts immer niedriger werden und allmählich in den

Talboden übergehen, werden die feinen Tone schon in tieferen Lagen durch Sande und gröbere Schotter ersetzt.

Die Terrassenschotter sind deutlich geschichtet, ein untrüglicher Beweis, daß sie von Flüssen oder in Seen abgesetzt worden sind.

Beobachtungen im Heimaterde und auf Wanderungen.

1. Beachte, daß die höchsten Gipfel einer Gebirgsgruppe annähernd gleich hoch sind (Gipfelspur)!

2. Beachte die Form der Gipfel und Grate!

3. Zeichne einen Querschnitt des heimatischen Tales! Ist der Hang von der Talsohle bis zum Kamm gleichmäßig geneigt oder sind an ihm stellenweise mehr oder weniger ebene „Böden“ mit Sieblungen oder Lärchwiesen am unteren und Almhütten und Unterkunftshäusern der alpinen Vereine am oberen Teil des Hanges? Kommen solche Verebnungen und flachere Stellen am gleichen und am gegenüberliegenden Hange in annähernd gleicher Höhe auch talein- und talauswärts vor? Wenn dies der Fall ist, so sind diese „Böden“ in der Regel alte Talbodenreste. Stelle dir vor, daß diese „Böden“ einst tiefer unten lagen und zur weiten Talsohle gehörten, daß das ganze Alpengebirge sich dann langsam hob und durch das nun stärkere Einschneiden der Flüsse neue, tiefer gelegene Talböden entstanden, bis schließlich die heutige Landschaft gebildet war!

4. Sind Mittelgebirge (Terrassen) vorhanden? Wie hoch liegen sie über der Talsohle? Wie weit erstrecken sie sich talein- oder talauswärts? Sind es Schotter- oder Felsterrassen oder sind an ihrem Aufbau Schotter und Fels beteiligt?

5. Ist der felsige Talboden an einer Stelle sichtbar? Stürzt vielleicht der Talbach irgendwo über anstehenden Fels?

6. Wo sind Talengen; wo Talweiten? Wodurch ist die Talenge verursacht?

## Das Gletschereis und seine Arbeit.

Bilder: Tafeln 27 bis 30.

### Bildung der Gletscher.

Die höchsten Gipfel der Alpen sind mit ewigem Eis und Schnee bedeckt. Die Schneegrenze liegt in den Zentralalpen ungefähr in 3000 Meter Höhe, in den Süd- und Nordalpen einige 100 Meter tiefer. Dort fällt gerade so viel Schnee, als im Laufe des Jahres wieder abschmilzt. Höher droben ist die Sommersonne nicht imstande, den gefallenen Schnee zu schmelzen. Er sammelt sich in den windgeschützten Mulden an. Eine Schneedecke legt sich über die andere. Durch das Anschmelzen und Wiedergefrieren verharstet der Schnee, verwandelt sich zu milchig trübem Firn und durch den gewaltigen Druck endlich in Eis. Die Eismassen des Hochgebirges heißen Gletscher, in Tirol auch Ferner oder Rees.

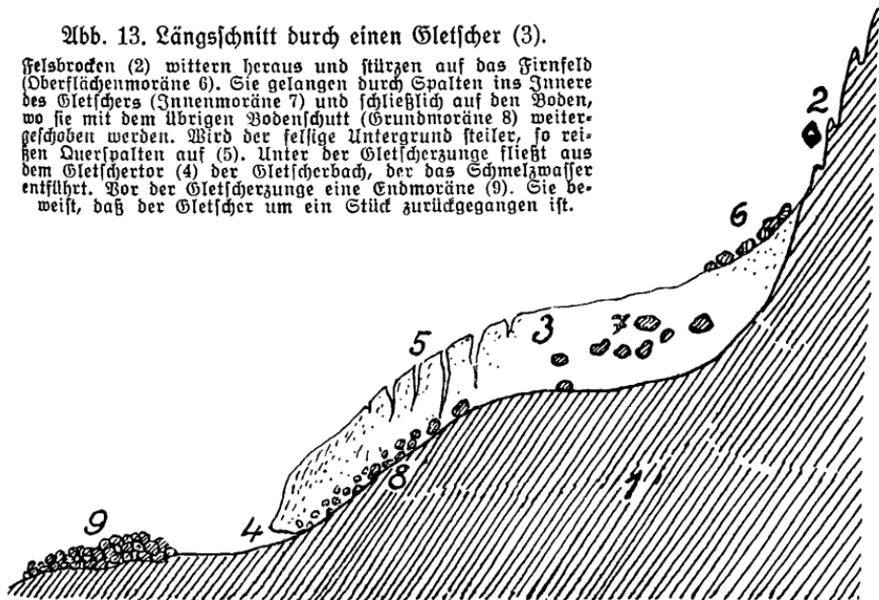
Die Gletscher sind bis zu 300 Meter dick. Wenn die Schwerkraft der Erde nicht wäre, wüchsen sie im Laufe der Jahrtausende in den Himmel. Aber die Schwerkraft zieht sie zu Tal. Das Eis fließt auf geneigter Unterlage langsam abwärts, in einem Tage etwa 10 bis 30 Zentimeter. Der Gletscher braucht also zu einem Weg von einem Kilometer 20 bis 100 Jahre.

### Oberfläche der Gletscher.

Die Oberfläche der Gletscher ist nie eben, immer rauh, und wo der gleichförmige Fluß gehemmt oder beschleunigt wird, reißen Spalten auf. Das Eis in der Mitte bewegt sich rascher vorwärts als am Rande, denn hier reibt es sich an den anstoßenden Felsen. Dadurch zerreiht der Zusammenhang. Es entstehen gegen den Rand hin Spalten, die um so stärker auftreten, je rascher der Gletscher fließt. Verbreitert sich der Taltrug, so geht auch der Gletscher in die Breite. Der Zug nach seitwärts bewirkt Risse in der Richtung des Eisstromes, Längsspalten. Auch die Hindernisse der Unterlage spiegeln sich an der Oberfläche wider. Am Steilabfall bricht das Eis quer zur Strömungsrichtung (Querspalt), an Felsriegeln, die sich dem fließenden Gletscher

Abb. 13. Längsschnitt durch einen Gletscher (3).

Felsbrocken (2) wittern heraus und stürzen auf das Firnfeld (Oberflächenmoräne 6). Sie gelangen durch Spalten ins Innere des Gletschers (Innenmoräne 7) und schließlich auf den Boden, wo sie mit dem übrigen Bodenschutt (Grundmoräne 8) weitergeschoben werden. Wird der felsige Untergrund steiler, so reißen Querspaltten auf (5). Unter der Gletscherzunge fließt aus dem Gletscherort (4) der Gletscherbach, der das Schmelzwasser entführt. Vor der Gletscherzunge eine Endmoräne (9). Sie beweist, daß der Gletscher um ein Stück zurückgegangen ist.



in den Weg stellen, staut sich das Eis wild empor, und über Felswände ergießt es sich wie ein gewaltiger gefrorener Wasserfall. (Tafel 27.)

Seltzam sind die Gletschertische. Sie entstehen, wenn um einzelne große Steinblöcke herum das Eis abschmilzt. (Abb. 14, S. 70.)

### **Gletscherende und Gletscherbett.**

Unterhalb der Schneegrenze erliegt der Gletscher der Kraft der Sonne. Er schrumpft immer mehr zusammen und endet als schmale Zunge. Die Gletscherzunge reicht meist einige hundert Meter unter die Schneegrenze herab. (Tafeln 17, 27 u. 29.)

Das Schmelzwasser sickert am Rande und durch die Spalten ein und tritt als Gletscherbach unter der Eiszunge hervor. Die eisüberwölbte Öffnung heißt Gletschertor.

Der Gletscher schleift seine Unterlage, das Gletscherbett, ab, wenn er sich vorwärtschiebt. Der Bodenschutt wirkt unter der Eislast wie ein Hobel, der alle Unebenheiten auszugleichen sucht und rundet. Am Ende des Gletschers bleibt der mitgeführte Schutt liegen, er bildet dort die End- oder Stirnmoräne.

### **Der Alpeiner Ferner. (Tafel 27.)**

Einer der schönsten und größten Gletscher in den Stubaier Bergen ist der Alpeiner Ferner. Er ist leicht zu erreichen. Der Weg führt von Neustift im Stubai durch das enge Oberbergthal zu den Almböden von Oberiß und dann in vielen Rehren steil aufwärts zum alten Talboden. Er trägt die Alpeiner Alpe, deren dürftige Sennhütte auf einem glattgefügten Felsbuckel steht, und weiter oben die Franz-Senn-Hütte. Hinter ihr schließt ein niedriger Fels- und Schuttwall das Tal bogenförmig ab. Die Hänge und Bergkämme sind überall schön gerundet und die freiliegenden Felsen glattgeschliffen. Den Boden bedecken mehr oder minder gerollte Felstrümmer, die sich da und dort zu Hügelchen häufen. Etwa 50 Meter hohe Schuttrücken begleiten beiderseits das Hochtal. Sie erscheinen wie gewaltige Uferdämme (Ufermoränen), zwischen denen sich der Gletscherbach wie ein Zwerglein hinschlängelt. (Tafel 27.)

Im Hintergrunde hängt über eine Talstufe die Zunge des Alpeiner Ferners herab. Die Gletscherzunge ist durch Spalten zerrissen. Der eisüberwölbten Öffnung am unteren Rande, dem Gletschertor, ent-

quillt der Gletscherbach. Über der ersten, stark zerklüfteten Stufe erhebt sich noch eine zweite Eismauer, höher und großartiger als die erste, und darüber liegt dann der Ferner in seiner ganzen Größe und Pracht. Er füllt eine riesige Mulde, der aus kleineren Seitentälchen Gletscherarme zufließen. Über das weite Firnfeld ragen die schroffen Formen der Gipfel und Bergkämme.

Das Gletscherende schwankt im Laufe der Jahre. Sinkt die Schneegrenze herab, so schreitet das Eis vor und schiebt seine Endmoräne vor sich her. Folgen niederschlagsarme Jahre, dann weicht der Gletscher zurück. Der Wall der Stirnmoräne aber bleibt liegen. Er bezeichnet die Stärke des Vorstoßes oder Rückzuges.

Der letzte große Vorstoß erfolgte um die Mitte des vorigen Jahrhunderts. Der Ferner schob damals seine Zunge etwa ein Kilometer weit vor. Der bogenförmige Wall hinter der Franz-Senn-Hütte ist seine Stirnmoräne. Die Eismassen füllten hoch hinauf das Tal, wie die glattgefegten Felsabhängen und die gewaltigen Schuttrücken, die Seitenmoränen des Gletschers, bezeugen.

Mancher alte Bergbauer erinnert sich noch an diesen großen Vorstoß oder hat davon erzählen gehört. Und doch war dieser Gletscher nur ein unscheinbarer Zwerg im Vergleich zu den Eisriesen, die während der Eiszeit aus den Bergen vorrückten.

## Die Eiszeit.

### Die eiszeitliche Berggletscherung.

Vor langen Jahrtausenden, gegen Ende der Tertiärzeit, trat eine Änderung des Klimas ein. Die Temperatur nahm immer mehr ab, die Niederschläge fielen reichlicher. Die Schneegrenze rückte um viele 100 Meter tiefer herab, in den Zentralalpen etwa bis auf 1800 Meter, am Alpenrand noch tiefer. Die Hänge über der heutigen Baumgrenze waren jahraus, jahrein mit Firn und Eis bedeckt. Den Mulden der Hochtäler entquollen mächtige Eisströme, die immer weiter in die Seitentäler vorrückten. Selbst in den Haupttälern machten sie nicht halt. Immer weiter schoben sie sich vor, immer höher türmten sie sich auf. Die Gletscher bewegten sich allerdings sehr langsam. Sie brauchten zum Tagweg einer Schnecke gleich mehrere Jahre und erst in Jahrtausenden legten sie eine Strecke zurück, die ein Auto in einer Stunde leicht bewältigt.

Den zwei Haupttälern entsprachen auch zwei Hauptgletscher: der Inn- und der Etschgletscher; dazu kamen noch der Lechgletscher und der Ritzbühler-Ache-Gletscher, der Drau- und der Piavegletscher.

### **Inngletscher.**

Der Inngletscher war von diesen weitaus der größte. Der Hauptstrom kam mit einer Höhe von 2600 Metern aus dem Engadin ins oberste Inntal, gab dort Eis über den Reschen-Scheid-*Paß*, der ja nur 1500 Meter hoch ist, an den Etschgletscher ab, und ergoß sich dann weiter nach Landed und Imst. Von allen Seiten kamen Eisströme, aus der Silvretta und aus den Öhtaler Alpen. Bei Imst ragte nur die Spitze des Tschirgant über die Eisfläche empor. Große Verluste an Eis erlitt der Inngletscher durch die breiten und tiefen Furchen des Fernpasses und der Hochfläche von Seefeld—Leutasch. Diese Verluste wurden aber wieder ausgeglichen durch die Eismassen aus dem Stubai- und Wipptal. Im mittleren Inntal ragten nur die Berge und Bergketten über 2200 Meter Höhe als felsige Eilande über die Eiswüste hinaus: die Nordkette, die Serles, die Saile und der Glungezer Kamm. Der nächste große Zuschuß an Eis kam aus dem Zillertal, es floß aber auch viel Eis durch die Furchen des Achentales ab.

Die Oberfläche des Eises senkte sich bis zur Zillermündung nur wenig, denn der Gletscher war zwischen hohe Felsenauern eingengt, die nur wenige Tore offen ließen. Weiter abwärts aber konnte er sich fast unbehindert ausbreiten. Hier ragten nur noch das Rosan-Gebirge im Westen und das Kaisergebirge im Osten über die breite Firnfläche empor. Die starke Ausbreitung bewirkte ein rasches Sinken der Gletscheroberfläche. In der Gegend von Ruffstein stand das Eis nur noch etwa in 1600 Meter Höhe. Wie ein riesiger Schuttfächer breitete es sich dann im Vorland der Alpen aus. Bei Rosenheim in Bayern lag die Oberfläche nicht mehr höher als gut 1000 Meter und in der Gegend von München endete der Gletscher. Hier gebot die Sonne seinem weiteren Vordringen Halt.

### **Lechgletscher.**

Der Lechgletscher sammelte das Eis aus den Hochtälern des Lechtals und dem Vermooser Becken und führte es hinaus ins Alpenvorland.

## Rißbühler=Ache=Gletscher.

Dieser Gletscher empfing den größten Teil des Eises durch den Paß Thurn vom Salzachgletscher her. Über die Hohe Salve hinweg hing er mit dem Inn-gletscher zusammen. Im Becken von Kössen erreichte seine Höhe noch 1600 Meter.

## Der Etschgletscher.

Der Etschgletscher erhielt schon zu Beginn einen großen Zustrom vom Inn-gletscher, dessen Oberfläche ja mehr als 1000 Meter über den Reschen=Scheidel=Paß aufragte. Im oberen Vinschgau wuchs er, verstärkt durch die Gletscher aus den Ötztaler und Ortler Alpen, zum großen Etschgletscher heran, der bis in die Gegend von Meran kaum merklich sich senkte. Im Vinschgau lag seine Oberfläche in 2200 Meter Höhe.

Unterhalb Meran konnte sich der Gletscher weit ausbreiten. Die einengenden Bergkämme zu beiden Seiten des Tales fehlten, denn die Höhen des Bozner Porphyrlandes waren viel niedriger als die Gletscheroberfläche. Vom Mendelzug bis zum Taufenspaß und vom Pfinger bei Meran bis zu den Dolomiten bildete das Eis eine einzige Firnfläche. Trotzdem sank die Oberfläche des Eises vom Vinschgau bis Bozen nur um etwa 100 Meter, auf 2100 Meter, denn der Rienz- und der Eisackgletscher brachten gewaltige Zuschüsse aus ihren Tälern, der Eisackgletscher sogar über das Pfitscher Joch aus dem Zillertal her. Erst unterhalb Trient löste sich der Eisackgletscher in mehrere Teilströme auf, die in der Poebene endeten.

Der Draugletscher hing über das Toblacher Feld mit dem Rienzgletscher zusammen. Er erhielt den stärksten Zufluß an Eis aus dem vielverzweigten Iseltal.

Den Piavegletscher speisten die östlichen Dolomitentäler.

\*

Es ist nicht leicht, sich unser Land in jener Zeit vorzustellen. Es war ein Eismeer, aus dem da und dort Bergketten und einzelne Gipfel aufragten. Der Hauptkamm des Eises lag in 2600 Meter Höhe. Von ihm senkten sich, sanft geneigt, die Firnflächen nach Norden und Süden. Aber die Pässe und Jöcher floß das Eis hinweg, den Nachbartälern zu. Ebenhin hätte man hoch über der heutigen Waldgrenze das Inn- und Etschtal überqueren können.

Während der Eiszeit sah es in unseren Tälern öde aus. Nur die widerstandsfähigsten Tiere und Pflanzen konnten sich an den sonnigen Berglehnen halten. Alle übrigen flüchteten vor dem Eise in tiefer gelegene Landschaften oder gingen ein. Die weiten Ebenen des Alpenvorlandes trugen auch nur kümmerlichen Pflanzenwuchs, ähnlich wie manche Steppen im heutigen Rußland.

Die Eiszeit dauerte mehrere 100.000 Jahre. Während dieser langen Zeit hielt die Verschlechterung des Klimas nicht ununterbrochen an. Es gab dazwischen auch wieder wärmere Zeiten.

### Mehrere Eiszeiten.

Der Höttinger Steinbruch unter der Hungerburg lieferte durch Jahrhunderte für Innsbruck einen wertvollen Baustein, die Höttinger Breccie. Sie besteht aus steinhart verkitteten Gesteinstrümmern des Hanges, hauptsächlich aus Wettersteinkalk, Muschelkalk und rotem Sandstein. In der Breccie entdeckte man zahlreiche Abdrücke von Nadel- und Laubhölzern, die heute am Hange noch wachsen, aber auch von Pflanzen, die nur mehr in südlichen Ländern wild vorkommen. Seltsam aber ist, und dadurch ist die Höttinger Breccie berühmt geworden, daß sie zwischen Moränen eingelagert ist. Eine Moräne liegt unter ihr und eine andere über ihr. Die Moränen sind Ablagerungen der Gletscher, also Zeugen der Vereisung, die Breccie mit den Pflanzenabdrücken weist auf eine eisfreie Zeit hin. Eiszeiten müssen daher mit eisfreien Zeiten abgewechselt haben.

An Moränen in den Boralpen konnte man sogar vier verschiedene Eiszeiten nachweisen, die durch eisfreie Zeiten, sogenannte Zwischeneiszeiten, von einander getrennt waren. Den Namen erhielten die vier Vergletscherungen nach vier kleinen Flüssen in Oberbayern und Schwaben, an denen wichtige Beweisstellen liegen: Günz, Mindel, Riß und Würm.

Die Moräne unter der Höttinger Breccie ließ, wie die Geologen allgemein annehmen, die zweite große Vergletscherung, die Mindel-Eiszeit, zurück. Auf diese folgte eine sehr lange Zwischeneiszeit, in der sich an den Talhängen mächtige Schuttmassen anhäuften, auch der Schutt der Höttinger Breccie. (S. 121.) In der dritten Eiszeit, der Riß-Eiszeit, stießen die Gletscher am weitesten ins Alpenvorland vor, und das Eis erreichte in den Tälern den höchsten Stand. Die nächste Zwischeneiszeit brachte die Aufschüttung der felsigen Talsohle in den

Haupttälern. Die Reste dieser gewaltigen Schuttablagerung bauen unsere Mittelgebirgsterrassen oder Teile davon auf. (S. 122.) Von der vierten Eiszeit, der Würmeiszeit, haben sich Spuren am deutlichsten erhalten. Siehe Gletscherspuren S. 68!

### **Rückzugsmoränen.** (Tafel 28.)

Innerhalb Trins, im Schnitztal, sperrt ein bogenförmiger Wall das Tal ab. Der Talbach hat ihn in der Mitte durchbrochen. Der Wall ist kein niedriger Felsrücken, der sich quer über das Tal gelegt hat, er ist auch nicht der Schuttkegel eines Seitenbaches. Die gekritzten Geschiebe und das Fehlen von Schichten weisen auf einen Moränenwall hin. Ähnliche Wälle, die durch ihre Form und Größe auffallen, finden sich öfters in den Seitentälern, z. B. im Obernbergthal, wo der Moränenwall die Dorfkirche trägt, in Außerperstsch, oberhalb Lienz im Drautal, im Martelltal und anderen Orten. Auch in den höheren Alpentälern, wie in Ranalt im Stubai und in Ridnaun, finden sich solche Wälle. Sie alle sind Zeugen des Gletscherrückzuges, sogenannte Rückzugsmoränen.

Nach der vierten großen Vergletscherung führte die Sonne noch durch Jahrtausende einen harten Kampf mit dem Eise. Sie blieb siegreich. Die Schneegrenze rückte immer höher hinauf, das Eis gab zuerst die Sohle des Haupttales frei und wich zurück in die Seitentäler und die Mulden der Berghänge. Mehrmals aber schien es, als ob die grimmige Gewalt des Eises sich neuerdings behaupten wollte. Die Gletscher stießen wieder ein Stück vor oder blieben lange Zeit, wie unbeweglich, stehen. An diesen Haltestellen häufte sich der Gletscherschutt zu den oben genannten bogenförmigen Wällen. Sie bezeichnen Abschnitte (Stadien) des Rückzuges.

### **Das Ende der Eiszeit.**

Das Eiszeitalter, das alle vier großen Vergletscherungen umfaßt, dauerte mehrere 100.000 Jahre, weit mehr als die Hälfte dürfte auf die Zwischeneiszeiten entfallen sein. Der Rückzug der letzten Gletscher aus unseren Tälern erfolgte vor rund zehn Jahrtausenden. In der nun folgenden Zeit wichen sie immer weiter zurück, so daß sie in der Bronzezeit (2000 bis 1000 v. u. Z.) bis auf ganz kleine Reste aus unseren Alpen verschwunden waren. Viele Berge, die heute mit Firn und Eis bedeckt sind, waren damals eis- und schneefrei.

Um 500 v. u. Z. beginnt eine Verschlechterung des Klimas.

Seit dieser Zeit schwankt das Gletscherende beständig. Klimaverschlechterungen, von denen wir Kenntnis haben, erfolgten um die Mitte des ersten Jahrtausends v. u. Z., in der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts und um die Mitte des 19. Jahrhunderts. (Seite 63.) Dazwischen liegen wieder wärmere Perioden, zur Zeit der Römer und im Mittelalter. Auch heute sind die Gletscher im Rückzug begriffen, haben aber den Stand des 16. Jahrhunderts noch nicht erreicht.

Wird das große Eis wiederkommen? Niemand kann es sagen, da man die Ursachen der eiszeitlichen Vergletscherung nicht kennt. Sollte sich aber die mittlere Jahrestemperatur durch Jahrhunderte hindurch auch nur um vier Celsiusgrade vermindern, dann werden die Niederschläge auch in den Haupttälern neun Monate des Jahres als Schnee zu Boden fallen. Die Eisströme werden wieder von den Bergen in die Täler vorrücken, eine neue Eiszeit wird beginnen.

### Gletscherspuren.

Wenn auch die Wirkung der Gletscher nicht überschätzt werden darf, so ist es doch begreiflich, daß eine so gewaltige und lang andauernde Eisbedeckung überall sichtbare Spuren zurückgelassen hat.

Das fließende Eis wirkt zweifach: erstens schleift es ab und räumt aus, und zweitens lagert es ab und häuft Schuttmassen an.

U-Form der Täler. (Tafel 29.)

Das Wasser nagt sich in die Felsen ein, bildet Rinnen, Schluchten und Täler, deren Form mit einem lateinischen V verglichen werden kann. Das Eis braucht ein breiteres Bett als das rasch dahineilende Wasser. Es bearbeitet den ganzen Talboden und auch seine Hänge. Die Täler werden zu breiten U-förmigen Trögen (Inntal, Binschgau u. v. a.).

Wo das Eis über Pässe und Jöcher in benachbarte Täler abgeflossen ist, sind diese Senken zu breiten, bequemen Übergängen erweitert und vertieft (Arzlbergpaß, Pfitscher Joch, Tauernpässe u. v. a.).

Talstufen. (Tafel 30.)

Wasser und Eis vertiefen die Täler. Die Wirkung der wasserreichen Flüsse und der großen Gletscher ist selbstverständlich stärker. Die Haupttäler sind daher meist tiefer eingeschnitten als die Nebentäler. Diese münden fast immer hoch in der Luft aus. Eine Stufe leitet vom

Haupttal ins Nebental über. Der Talbach durchschneidet die Stufe in enger Schlucht oder er stürzt als Wasserfall ins Haupttal herab.

Die großen Seitentäler, wie das Ziller- und das Urntal, münden gleichshhlig aus. Wasser und Eis haben sich hier ebenso tief eingegraben wie im Haupttal.

#### **Kare.**

Im Hochgebirge befinden sich eigenartige Mulden mit flachen Böden, die Kare. Wie riesige Lehnstühle sitzen sie an den Flanken der Rämme und Grate. Die abgerundeten Formen und die kleinen Moränen an ihrem unteren Rande, hinter denen sich gern kleine Seen verbergen, bezeugen, daß einst kleine Gletscher in ihnen wurzelten. Die Kare sind in den Kalk- und Schieferbergen weit verbreitet. Namen wie Hinterkar, Mitterkar, Gamskar und ähnliche hört man immer wieder. In manchen Gegenden ist für Kar auch der Name „Grube“ gebräuchlich.

#### **Rundbuckel.**

Die Gletscher suchen alle scharfen Formen zu ebnen, zu glätten und abzurunden, wo sie sich ihnen in den Weg stellen. Die Gletscher der Eiszeit haben dies in ganz besonders gründlicher Weise besorgt. Über die Mittelgebirge ragen glattgefegte Felsbuckel auf (Lanser Köpfe), die Porphyrrhochfläche bildet ein weites welliges Hügelland, die harten Felsvorsprünge an den Hängen sind abgeschliffen und den niedrigen Bergkämmen fehlen die Zacken und Scharten. Die gerundeten Formen reichen so weit hinauf, als die Gletscher einst gestanden sind, bei Finstermünz bis auf 2600 Meter, im mittleren Inntale und im Etschland auf etwa 2200 Meter und in der Gegend von Ruffstein noch auf 1600 Meter Höhe.

Über dieser Grenze weichen die gerundeten Formen den gezackten, der Gletscherhobel hat sie nicht geschliffen. Der scharfe Gegensatz zwischen den weichen runden Formen und den schroffen gezackten tritt im Landschaftsbilde überall zu Tage, besonders schön im Inntal, ferner in der Gegend von Bruneck und im Talkessel von Meran.

#### **Gletscherschliffe.**

Untrügliche Spuren der großen Vereisungen sind auch die geglätteten und polierten Felsplatten. Schrammen und Kratzer auf den

glattgefügten Steinen weisen auf die Richtung des Eisstromes. Er hat mit deutlicher Schrift diese Zeichen in den harten Fels geritzt, als wollte er uns sagen: Hier ging mein Weg. Bekannte Gletscherschliffe sind am Röchelberg bei Meran, auf der Ischötscher Heide bei Brigen und bei der Hiltkapelle in Eppan. Sie sind uns dort erhalten geblieben, weil darüberliegende Erdschichten sie vor Verwitterung schützten.

### Gletschermühlen.

Schreitet das Eis über unebenen Grund, so reißen Spalten auf, durch die das Schmelzwasser in die Tiefe schießt. Der Wasserdruck ist in tiefen Gletscherspalten gewaltig wie in den Druckschächten der Kraftwerke. Der strudelnde Wirbel setzt die größten Gesteinstrümmer in kreisende Bewegung. Die Steine treiben in den Hohlräumen des Eises hin und her, höhlen sie zu weiten Kammern aus, fressen sich durch das Eis durch und kolken topfförmige Gruben, die Gletschermühlen, in die felsige Unterlage. (Kitzbühel, Igls bei Innsbruck, am Kranebitter Berg bei Brigen.)

In der Nähe des Kitzbühler Bahnhofes entdeckte man im Jahre 1911 zehn verschieden große, bis 4 Meter weite und 10 Meter tiefe Gletschertöpfe mit schönen Schleifsteinen am Grunde. Leider wurden sie zerstört.

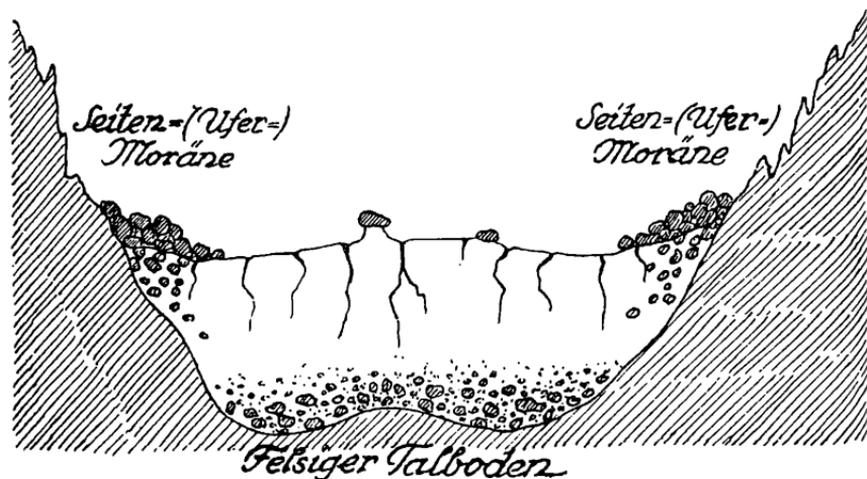


Abb. 14. Querschnitt durch einen Gletscher.

Gletscher mit Seiten- und Grundmoräne und mit Spalten. Ein großer Gesteinsablock bildet einen „Gletschertisch“, das Eis unter dem Block, vor den Sonnenstrahlen geschützt, schmilzt langsamer als das Eis um den Block herum. Der felsige Talboden, das Gletscherbett, ist gerundet, vom Gletscher abgeschliffen, die Hänge über dem Gletscher sind schroff und gezackt.

## Moränen.

Der Verwitterungsschutt fällt von den umliegenden Hängen und Gipfeln auf die Oberfläche des Gletschers. Ein Teil bleibt am Rande des Gletschers liegen (Seitenmoräne), ein Teil sinkt durch Spalten ins Innere des Eises (Innenmoräne). Der mitgeschobene Bodenschutt bildet die Grundmoräne. Sie hobelt und schleift die Unterlage, das Gletscherbett. Jeder Gesteinsbrocken, der am Grunde des Gletschers ins Eis eingefroren ist, kritz, glättet und schürft den felsigen Untergrund.

Am Ende des Gletschers bleibt aller Schutt liegen und bildet dort im Laufe der Zeit einen hohen, bogenförmigen Wall, die Stirn- oder Endmoräne. Weicht der Gletscher zurück, dann deckt der Schutt der Grundmoräne, oft viele Meter hoch, den eisfrei gewordenen Boden und dort, wo der Gletscher wieder stehen bleibt, häuft sich der Schutt neuerdings zu einem bogenförmigen Wall, der Rückzugsmoräne. (Abb. 13, S. 61.)

Der Moränenschutt bildet eine zähe, lehmige Masse mit kantengerundeten und gekritzten Geschieben, ohne jede Schichtung. Dadurch unterscheidet er sich von den Ablagerungen der Flüsse, die deutlich geschichtet sind.

Die Moränen sind in unserer Landschaft weit verbreitet. Sie bedecken die Mittelgebirge und ziehen in vielen Resten an den Berghängen empor, wo sie Ackerbau und Besiedlung ermöglichen. Der Moränenschutt hat sich besonders gut erhalten an den Mündungen der Seitentäler und in den geschützten Buchten der Talhänge. Das Schloß Tirol, das Stammschloß des Landes, thront auf mächtigen Moränen einer solchen Bucht. In der Talsohle fehlt der Moränenschutt, das Wasser hat ihn fortgeschwemmt. Über die Rückzugsmoränen siehe S. 67.

## Findlinge.

Das Eis hat die Gesteine weithin verfrachtet, in Gegenden, wo sie sonst gar nicht vorkommen. Das ganze Land ist mit bergfremden Gesteinen, den Findlingen oder erratischen Blöcken, übersät. Gesteine aus dem Engadin finden sich im Vinschgau ebenso wie im Inntal, Öhtaler Gneise sind verstreut in den Nördlichen Kalkalpen und in den Turer Voralpen, Blöcke von Granit liegen auf der Porphyrlatte der Bozner Gegend und in besonders großen Mengen im Talfessel von Brigen.

Die Findlinge sind manchmal sehr groß. Ein Granitblock bei Brigen a. E. wiegt etwa 100.000 Kilogramm, und ein Schieferblock in der Nähe von Thaur bei Innsbruck ist 8 Meter lang, 3 Meter breit und fast 5 Meter hoch. Fundort und Größe dieser bergfremden Gesteine schließen den Transport durch Wasser aus.

Eisgetragener Schutt findet sich auch hoch hinauf an den Hängen, so hoch wie der Gletscher einst stand. So fand man z. B. unter der Nördlinger Hütte bei Seefeld in 2120 Meter Höhe noch Gesteine aus den Zentralalpen.

Die Findlinge sagen dem Kundigen, woher der Gletscher kam und wohin er ging. Sie sind die Meilensteine auf seiner Straße.

Beobachtungen im Heimort und auf Wanderungen.

1. Sind Gletscher in der Nähe? Beachte besonders die schroffen Felsformen über dem Gletscher und die abgerundeten, welligen Formen des Gletscherbettes. Stelle fest, wo Längs- und Querspaltan auftreten! Beachte die starke Schuttbedeckung des Gletschers und wie der Gletscherschutt sich vor dem Gletscherende in Schutthügeln, Moränenwällen sammelt!

2. Suche nach Gletscherspuren aus der Eiszeit! Beachte die U-Form des Tales, die Talfufen am Eingang in die Seitentäler und in die von diesen abzweigenden Nebentäler, die gerundeten, welligen Formen in den Bergwiesen, die abgeschliffenen Felsplatten an den unteren Talhängen.

In den Wiesen und Wäldern des Hanges liegen öfters mächtige Gesteinsblöcke, manche stammen vom höheren Berggehänge, andere sind bergfremd, kantengerundet und glattgeschliffen. Sie hat der eiszeitliche Gletscher zurückgelassen.

In den Schottergruben und Lehmrüchen, den tiefen Einrissen der Bäche und den Weganlagen suche festzustellen, ob der Schutt von Gletschern oder von Flüssen abgelagert worden ist! Der Gletscherschutt, die Moräne, ist ungeschichtet, enthält kantengerundete, oft bergfremde Gesteine, große und kleine, regellos durcheinander. Der Schutt der Flüsse ist geschichtet und enthält scheibenförmiges Geröll.

## Die Arbeit des Wassers.

Bilder: Tafeln 31, 32.

### Die gestaltende Kraft der Verwitterung.

Die Verwitterung setzt ein, wo das Gestein am wenigsten Widerstand leistet, bei den Erstarrungs- und Kalkgesteinen an den Klüften und Spalten, bei den Schiefnern an den Schieferflächen und bei den meisten Absatzgesteinen an den Schichtfugen. Die Lage der Schichten spielt eine wesentliche Rolle. Waagrecht liegende Schichten verwittern langsamer als geneigte und steil stehende. In diesem Falle treten Unterschiede in der Härte des Gesteins besonders deutlich hervor.

## Gipfelflur.

Die Gipfel einer Gruppe, selbst wenn sie aus verschiedenartigem Gestein aufgebaut sind, haben annähernd gleiche Höhe und Gestalt. Man nennt diese Höhe „Gipfelflur“. Sie schwankt in den Ötztaler Gneisen zwischen 3500 bis 3700 Meter, im Karwendelgebirge zwischen 2600 bis 2700 Meter, und in den Dolomiten ragen die Hauptgipfel 3100 Meter hoch auf. Denkt man sich die Täler zwischen den Gipfeln einer Gruppe ausgefüllt, so hat man eine alte Landoberfläche. Vielleicht ist die Gipfelflur die älteste noch in Resten erhaltene Landfläche.

## Gipfel- und Gratformen.

Die Nördlichen Kalkalpen und die Lienzer Dolomiten bestehen aus steil gestellten Schichten verschieden harter Gesteine. Die mürberen, tonigen und mergeligen, verwittern rascher und werden abgetragen, die härteren, der Wettersteinkalk und Dolomit, langsamer. Letztere sind die Gipfelbildner. Scharfe Einschnitte der Grate und schroffe Felszacken der Gipfel kennzeichnen die beiden Gebirgsgruppen. Viele Gipfel führen nach ihrer Form den Namen „Spitze“: Parfeier Spitze, Zugspitze, Sandspitze u. v. a.

Die Dolomiten sind aus ähnlichen Gesteinen aufgebaut wie die Nördlichen Kalkalpen. Die Gesteinschichten liegen aber mehr oder weniger waagrecht, und harte Gesteine sind in weichere eingelagert. Die Verwitterung hat die weichen Tuff- und Mergelschichten entfernt, die harten Dolomite aber sind stehen geblieben, und weil ihre Schichten mehr waagrecht liegen, bilden sie nicht Grate, sondern breite Stöcke, die öfters den Namen „Kofel“ führen (Lang- und Plattkofel, Seekofel u. a.). Die Stöcke sind am schönsten dort erhalten, wo sie von Mergeldecken geschützt sind, wie am Schlern. Die Mergel halten das Wasser zurück, so daß es in die Spalten und Risse des Dolomits nicht eindringen kann. Wo aber die schützende Mergelschicht fehlt, sickert das Wasser an den Gesteinsklüften in die Tiefe, erweitert und vertieft sie und schafft jenes Zackenwerk, das wir im Rosengarten, in der Langkofelgruppe und den Drei Zinnen bewundern. (Tafeln 22, 25.)

Liegt eine Mergelschicht zwischen Dolomitsfelsen, so entstehen Bänder, Terrassen. Der Dolomit unter der Mergelschicht ist geschützt, weil das Wasser vom Mergel zurückgehalten wird. Über der Mergelschicht aber setzt die Verwitterung ein. Der Fels bröckelt ab, und im Laufe

langer Jahrtausende wittert er so stark zurück, daß eine Terrasse entsteht. Grüne Grasbänder unterbrechen dann die steil aufragenden Felswände (Sella, Rosengarten). (Tafel 24.)

Die Schieferberge bilden steil gestellte Falten. Die Grate sind gezackt, die Gipfelformen aber weniger schroff als in den Kalkbergen. Die kühnsten und gewaltigsten Felsgipfel bauen die festen granitischen Gesteine und die zähen Hornblendeschiefer auf. Die Verwitterung hat diese wetterbeständigen Gesteine nach und nach aus den sie umgebenden Schiefen herausgeschält. Die Gipfel der Schieferberge heißen oft „Spitze“ (Wildspitze), die Granitberge „Kogl“ (Schrankogl). (Tafeln 13, 18.)

Die Quarz- und Kalkphyllitberge verwittern leicht. Es fehlen in diesen Gebieten die schroffen Gipfelformen. Die Kämme sind meist mit einer Grasnarbe überzogen (Ritzbühler Alpen, Tuxer Vor-alpen). (Tafeln 9, 10.)

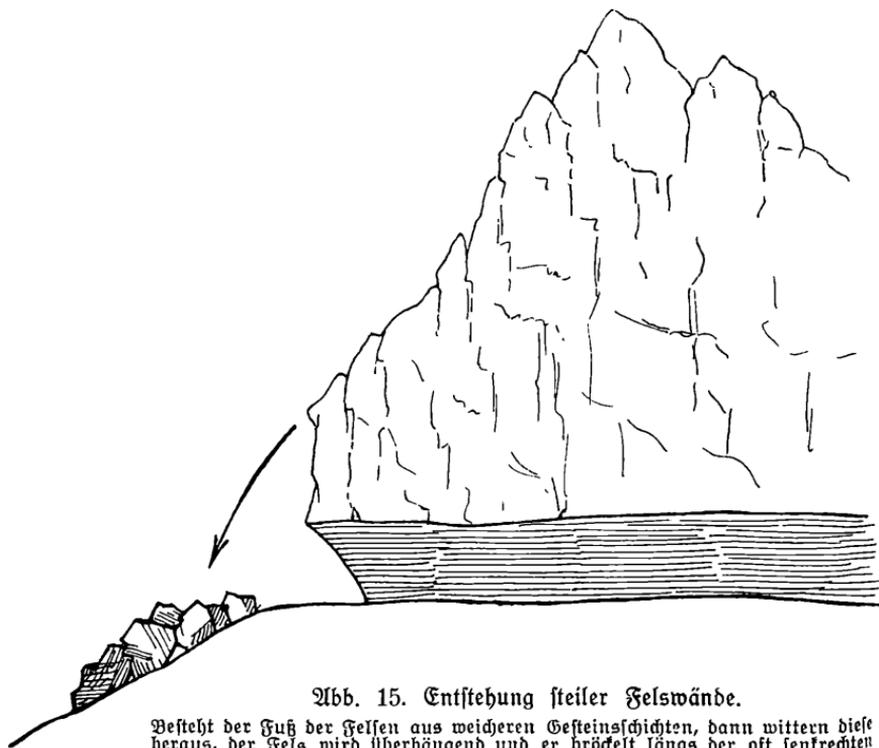


Abb. 15. Entstehung steiler Felswände.

Besteht der Fuß der Felsen aus weicheren Gesteinsschichten, dann wittern diese heraus, der Fels wird überhängend und er bröckelt längs der oft senkrechten Spalten nach. Je weiter der Fels zurückwittert, desto höher wird die Wand.

## Felswände.

Senkrechte Wände und überhängende Felsen bilden sich oft an wasserdurchlässigen Gesteinen, am Kalkstein und Porphyr, wenn diese über wasserzurückhaltenden, weicheren Gesteinschichten liegen, z. B. Kalkstein über Mergel. Die weichen Mergel wittern rascher heraus, und der harte Fels darüber springt dann etwas vor. Wie an einer Mauer der Mörtel von unten nach oben nachbricht, so bricht auch der harte Fels allmählich bis zum Gipfel hinauf nach. Dieses Nachbrechen erfolgt zumeist längs der senkrechten Gesteinsklüfte, weil hier das Gefüge gelockert ist. Die Dolomiten und die Nördlichen Kalkalpen liefern viele prächtige Beispiele, wie die bekannte Caliberer Wand im Karwendel. (Tafel 6.)

Auch Brüche (Abb. 5, S. 29) oder steil aufgerichtete Schichten, wie z. B. an der Martinswand, können Ursache der Wandbildung sein.

## Schluchten und Klammern. (Tafel 31.)

Reines Wasser vertieft die felsige Talsohle nur wenig. Viel mehr Arbeit leistet der vom Wasser mitgerissene Schutt. Jeder Stein und jedes Sandkorn wirkt wie eine Feile und schneidet in die Unterlage ein. Wo härteres Gestein die Arbeit erschwert, bilden sich Stufen und Riegel, und der Bach stürzt als Wasserfall in die Tiefe. Aber nur vorübergehend, denn nach und nach nagt sich der Bach in den Felsriegel ein und sägt ihn schließlich durch. Das Gefälle ist wieder ausgeglichen, eine Klamm oder Schlucht hat sich gebildet. Strudellöcher und Nischen in den Wänden der Klamm geben Zeugnis vom Anprall der vom Wasser mitgeführten Steine.

Große Schluchten sind die Schlucht der Brandenberger Ache, die Wolfsklamm bei Stans, dasammerloch bei Landed, die Silfenklamm bei Sterzing und die Eggentalsschlucht bei Bozen. (Tafel 31.) Man staunt über die Wirkung der Kräfte, die solche prachtvolle Schaustücke der Natur schafft.

Die Klammern und Schluchten gleichen das Gefälle aus. Die Bäche und Flüsse haben das gleichmäßige Gefälle aber noch lange nicht erreicht. Der Inn bildet bei Landed an harten Felsriegeln eine Stufe. Die Etsch stürzt in Wasserfällen über die Malser Heide und über die Töll bei Meran herab. Der Eisack tobt und zischt in einer unfertigen Schlucht bei Gossensaß. Die Zahl der kleinen Wasserfälle und der nur halb ausgebildeten Schluchten und Klammern aber zählt im Lande nach Hunderten.

## **Höhlen.**

Das unterirdisch weiterfließende Wasser löst im Kalkgebirge Kalkstein auf und erzeugt Höhlen. Größere Höhlen sind bei uns selten. Die bekannteste findet sich im äußeren Kaisertal bei Ruffstein, die sogenannte Tischoferhöhle. Sie ist 20 Meter breit, 8<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Meter hoch und bis 60 Meter lang und berühmt durch viele Funde aus der vorgeschichtlichen Zeit, die im Heimatmuseum der Stadt Ruffstein zur Schau gestellt sind. (S. 130.)

Maria Stein bei Wörgl und Eppan bei Bozen haben sogenannte Eishöhlen. Sie sind nach unten abgeschlossen. Die kalte, schwere Winterluft bleibt in den tieferen Lagen der Höhle liegen, das Tropfwasser gefriert zu Eiszapfen, die selbst im Sommer nur wenig abschmelzen.

## **Erdpyramiden. (Tafel 32.)**

Sie bestehen aus festem Moränenlehm, der mit Steinblöcken durchsetzt ist (Blocklehm). Das Regenwasser schneidet immer tiefere Rinnen in den Lehm ein und schwemmt ihn weg. Nur da, wo Steinblöcke den Lehm wie ein Dach schützen, bleibt er als Pfeiler stehen. Schöne Erdpyramiden sind am Ritten bei Bozen und in der Nähe des Stammeschlosses Tirol bei Meran.

## **Auffschüttungen.**

Das fließende Wasser zerstört nicht nur, es baut auch auf. Was es an einer Stelle seines Laufes mitgenommen hat, das setzt es an einer andern ab. So entstehen Sand- und Schotterbänke, Schuttkegel und Terrassen.

## **Flußschotter.**

Wenn die Flüsse nicht durch Ufermauern in ein Bett gezwängt sind, breiten sie auf der flachen Talsohle Sand und Geröll aus. Der Flußschotter ist an dem scheibenförmigen Geröll leicht zu erkennen. Er gibt keinen guten Boden, da er zu grob ist, denn die feinen Schlammteilchen hat das Wasser weggespült.

## **Muren.**

Konischiefer und Mergel verwittern leicht. Sie bilden mehr Verwitterungsschutt als das Wasser fortführt. Auch von der Eiszeit her lagern auf manchen Hängen und Terrassen noch mächtige Schutt-

massen, Grundmoränen und Terrassenschotter. Bei heftigen Regengüssen, bei Wolkenbrüchen oder Hagelschlag schwemmt dann das Wasser den aufgehäuften, lockeren Schutt weg. Winzige Bächlein schwellen zu breiten Strömen an, die im Bachbett nicht mehr Platz haben und über die Ufer treten. Steinblöcke, oft mehrere hundert Zentner schwer, und Baumstämme werden mitgerissen und die Felder und Dörfer im Tal verwüstet. Die Schuttmassen können vorübergehend auch den Talbach zu einem See stauen.

Am 9. August 1921 ging in Klausen aus dem Thinnebachtal eine Mure nieder, die das Städtchen verwüstete und den Eisack zu einem See staute. Das Wasser stand in der Unterstadt drei bis vier Meter hoch, die Kirchen waren bis in Altarhöhe mit Schlamm, Baumstämmen und Felsblöcken angefüllt.

Die Mure des Ganderbaches bei Kollmann unterhalb Waibbruck im Eisacktal, die am 17. und 18. August 1891 nieberging, setzte etwa eine halbe Million Kubikmeter Schutt und Fels in Bewegung. Felsblöcke bis zu 400 Kubikmeter wurden befördert und ein Block mit 250 Kubikmeter sogar 300 Meter weit talabwärts bewegt.

Unter Muren haben besonders jene Täler zu leiden, deren Hänge steil und aus weichen, leicht verwitterbaren Schiefen aufgebaut sind. Dazu gehören das Paznauntal, das oberste Inntal (Fendler Mure bei Ried), das äußere Zillertal, die Täler der Schieferhülle (berücksichtigt ist z. B. die Mure des Bretterwandbaches bei Matrei im Iseltal) und der Winschgau.

### Schuttkegel.

Die Bäche lagern am Ausgange der Schluchten oder an den Mündungen der Nebentäler, wo das Gelände mehr eben ist, Sand und Geröll ab, eine Schuttlage über die andere. So entstehen die Schuttkegel. Sie breiten sich fächerförmig im Tal aus und drängen Flüsse und Bäche bald auf die rechte, bald auf die linke Talseite, so daß sie in großen Windungen durch die Täler fließen müssen. Schuttkegel scheiden auch die Wasser am Brenner und am Toblacher Feld.

Heute ist das Leben der meisten Schuttkegel erloschen. Sie tragen blühende Ansiedlungen, Städte und Dörfer und wogende Getreidefelder auf ihrem Rücken, während die flache Talsohle meist von Auen oder feuchten Wiesen bedeckt ist.

Schuttkegel sind an der Mündung der Nebentäler und Seitengraben allenthalben zu finden. Viele sind flach, steigen kaum merklich an und ändern daher das Bild der Talsohle nur wenig; andere erreichen

eine Höhe von mehreren hundert Metern und geben dem Talboden eine eigenartige Form.

Die Schuttkegel des Inntales sind im allgemeinen niedrig (Sill-Schuttkegel etwa 30 Meter), einzelne erreichen aber auch eine Höhe von 50 bis 100 Meter, wie die Schuttkegel, die die großen Dörfer Sötting, Mühlau, Arzl, Rum, Thaur, die Stadt Hall und das Dorf Rieß bei Telfs tragen.

Der Schuttkegel, auf dem die Stadt Hall und das Dorf Absam stehen, überquerte einst wie ein absperrender Kiegel das hier fast vier Kilometer breite Inntal und staute den Inn zu einem mehrere Meter tiefen See, der über die Gegend von Innsbruck hinausreichte. Der See hatte jedoch keinen langen Bestand. Der Inn schnitt immer tiefer in den Staubbamm ein und der See floß allmählich ab. Seine Spuren sind noch überall zu erkennen. Unter dem Rasen liegt eine ein bis drei Meter dicke Lage von gelblichem, feinsandigem Schlamm, der sich einst im See abgesetzt hat. Bei Grundaushebungen für Neubauten tritt diese Schlammlage immer wieder zutage. Im südlichen Teil des Stadtgebietes von Innsbruck liegt über dem feinen Schlamm noch grober Flußschotter, der flache Schuttkegel der Sill.

Häufiger wirkten die Schuttkegel in manchen Tälern des Etschlandes gestaltend auf die Talsohle. Der Talboden im Vinschgau erscheint hügelig. Die Straße, die auf der besonnten Talseite hinzieht, geht auf und ab über die bald großen, bald kleinen dörfersgeschmückten Schuttkegel, die die Etsch immer wieder aufstauen und die Talebene versumpfen. Die Schuttkegel von Tarsch, Tabland und Schlanders sind mehrere hundert Meter hoch. Von Meran abwärts sind die Schuttkegel zwar flacher, aber doch hoch genug, um die Etsch zu stauen. Die Anschwemmungen der Talser und des Eisack bei Bozen genügten, um die Talsohle bis Terlan hinauf in sumpfiges Wiesenland zu verwandeln, und auch unterhalb Bozen hat der Schuttkegel des Nonsbaches aufstauend gewirkt. Um das weite Gebiet zu entsumpfen, legte man das Etschbett tiefer und gewann dadurch über 100.000 Hektar fruchtbares Acker- und Wiesenland.

Ein schönes Beispiel, wie Schuttkegel die Gestalt der Talsohle verändern, bietet das Antholzer Tal. Es steigt stufenförmig an. Gewaltige Schuttkegel bilden die Talstufen, hinter denen sich nasse Auen, einst Stauseen, kilometerweit hinziehen.

Der Schuttkegel am Toblacher Feld änderte die Laufrichtung des Sextener Baches. Dieser floß früher zur Rienz. Der Schuttkegel drängte ihn nach Osten, zur Drau, ab. Das Toblacher Feld wurde dadurch zur Wasserscheide, die vorher weiter östlich lag.

## Erdrutsche.

Die tonreichen Böden können viel Wasser aufnehmen und zurückhalten. Ist der Hang steil, der Boden mit Wasser stark durchtränkt, dann kommt er leicht ins Gleiten, und er rutscht samt allem, was er trägt, samt Wald und Rasen, abwärts. Jeder neue Regenguß schafft neue Risse im Boden. Erdrutsche sind häufig in den Mergelschichten der Dolomiten und den Kalkphylliten des Brenners.

## Bergstürze.

Manchmal kommt es vor, daß große zusammenhängende Felsmassen ganz plötzlich von den Hängen in die Tiefe stürzen (Bergstürze), anscheinend ohne Ursache. Solche Bergstürze erfolgten häufig nach der eiszeitlichen Vergletscherung. Die Eisströme hobelten die Täler U-förmig aus, die Hänge wurden zu steil. Nach dem Rückzug des Eises verloren die Wände ihren Halt, die Flanken stürzten zusammen und füllten die Täler mit ihren Schuttmassen. Verursacht wurden diese Bergstürze vielleicht durch Erschütterungen des Bodens, die den Ausbruch der feuerflüssigen Massen in Rößels im Sztal begleiteten.

Der Bergsturz vom Plehachkopf bei Briglegg staute den Inn bis über die Zillermündung. Ein mächtiger Bergsturz vom Tschirgant bei Imst schleuderte seine Trümmer ein Stück ins Sztal hinein, und da Kalkschutt kein fruchtbares Erdreich bildet, fehlt am Eingang ins Sztal das große Dorf. Die Talstufen von Umhausen und Längenfeld sind durch Bergstürze verursacht. Ein gewaltiger Felssturz am Fernpaß führte zur Entstehung dieses Passes. Das Ehrwalder Becken entwässerte nämlich früher zum Gurgltal nach Imst. Der Schutt des Bergsturzes versperrte dem Bach den Weg. Im Ehrwalder Becken entstand ein See, der sich allmählich nach Norden entleerte. Der Bergsturz von Stilfes im Eisachtal hatte den Eisack zu einem See gestaut. Das abfließende Wasser durchbrach nach und nach den Wall, ein Moor blieb zurück, das „Sterzinger Moos“. In den Siebzigerjahren des vorigen Jahrhunderts wurde das Moor ensumpft und in fruchtbaren Wiesengrund umgewandelt. Ein viel, viel älterer Bergsturz führte zur Bildung der Höttinger Breccie. Vom Hange der Nordkette stürzten in der mittleren Zwischeneiszeit riesige Schuttmassen hernieder, die dann fest miteinander verkitteten. Zweimal schritten noch Gletscher darüber hin, sie vermochten aber nicht, den Schutt zu entfernen.

Alle diese Bergstürze erfolgten in vorgeschichtlicher Zeit. Aber auch Geschichtsschreiber wissen von gewaltigen Bergstürzen zu erzählen. Bei Rabenstein im hintersten Passeier ging 1404 ein Bergsturz nieder, der die Passer zu einem über einen Kilometer langen See staute (Passeierer Wildsee, „Kummersee“). Der See brach wiederholt aus, das letztemal im Jahre 1774, und richtete große Verwüstungen an, bedrohte sogar die Stadt Meran. Heute ist der Seeboden eine fruchtbare Wiese.

## Flußlaufverlegung.

Die Bäche und Flüsse nehmen ihren Lauf stets in den tiefsten Senken. Die Oberfläche einer Landschaft ändert sich aber beständig. Die Berge werden abgetragen, die Talsohle wird verschüttet und die Bäche lagern Schuttkegel ab. Dadurch wird manchen Bächen und Flüssen der Weg verlegt, und um den kostbaren Acker- und Wiesengrund zu schützen, werden Flußläufe reguliert und Wildbäche verbaut. Viel größere Veränderungen entstehen durch die gebirgsbildenden Kräfte, wenn die Erdrinde sich senkt oder hebt. Die letzte Hebung der Alpen gegen Ende der Tertiärzeit und die Talverschüttung in der letzten Zwischeneiszeit haben viele Flüsse gezwungen, die alten Talwege zu verlassen und neue einzuschlagen.

Wechselvoll ist die Geschichte vom Lauf des Inn und der Sill. Zweimal haben sie ein großes Stück ihres Laufes ändern müssen.

Der Inn zog vor der letzten Hebung des Alpengebirges über den Piller Sattel, Roppen und Silz, während die Rosanna ihren Weg über Landeck, Imst, Nassereith und Telfs nahm und sich hier mit dem Inn vereinigte. Nach der Hebung lag der Piller Sattel höher als der Schieferzug, der bisher das oberste Inntal vom Landecker Talkessel getrennt hatte. Der Inn mußte seine Richtung ändern, er durchbrach in der Schlucht bei Pontlazz den Schieferzug und vereinigte sich bei Landeck mit der Rosanna, deren Weg er nun nahm. In der letzten Zwischeneiszeit wurde die Talmulde Imst—Nassereith hoch hinauf

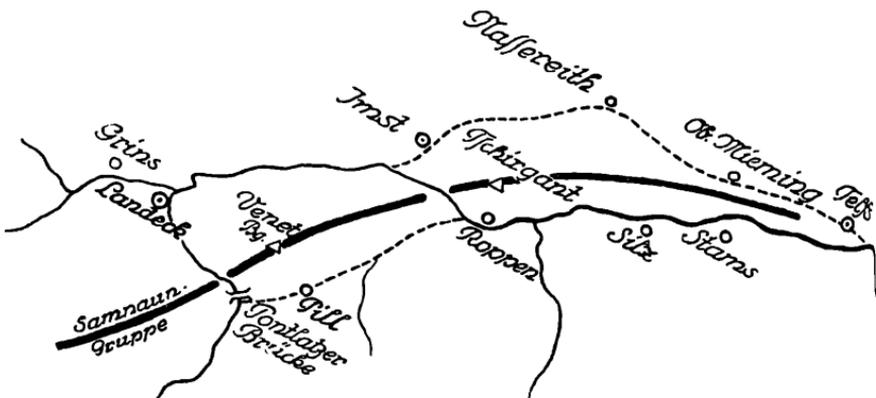


Abb. 16. Flußlaufverlegung des Inn.

Vor der Hebung am Ende der Tertiärzeit: Piller—Roppen—Silz—Telfs. Nach der Hebung: Landeck—Imst—Nassereith—Telfs. Nach der großen Talverschüttung in der letzten Zwischeneiszeit: Landeck—Roppen—Silz—Telfs — wie heute.

mit Schottern aufgefüllt, die dem Inn den Weg verlegten. Er floß nun über den niedrigen Felsriegel bei Karres, in den er im Laufe der Jahrtausende die Schlucht nagte, die unterhalb des Bahnhofes Imst auch der Zug durchfährt. (Abb. 16, S. 80.)

Die Sill floß ursprünglich über den Padauner Sattel, am Padauner Rogel rechts vorbei. Nach der Hebung nahm sie den Weg über Gries, also an der linken Seite dieses Berges. Die große Talverschüttung in der letzten Zwischeneiszeit brachte der Sill eine Verlegung des Laufes an der Mündung ins Inntal. Das breite Silltal war hoch hinauf mit Schotter angefüllt worden. Die Sill fand ihr altes Bett nicht mehr. Sie umfloß in einem weiten östlichen Bogen den Sonnenburger Hügel und den Berg Isel und bahnte sich einen neuen Weg durch das felsige Gehänge. Der Bach stürzte anfangs an den Felsen

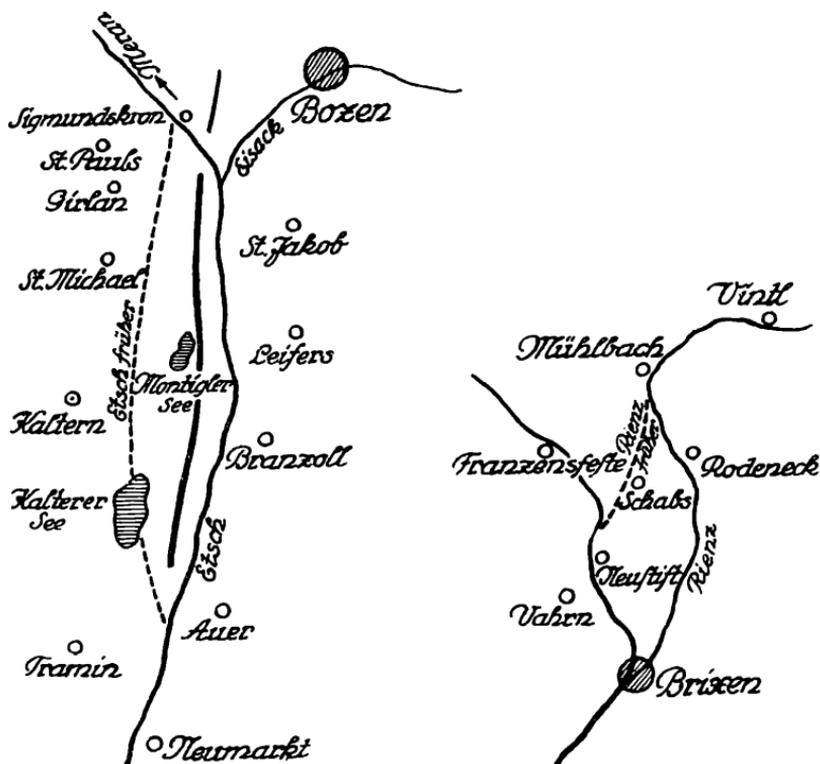


Abb. 17 a u. 17 b. Flußlaufverlegung der Eisach und der Rienz.

Vor der großen Talverschüttung in der letzten Zwischeneiszeit: Eisach: Meran—Sigmundskron—Kaltern—Auer. Rienz: Vintl—Mühlbach—Neustift—Bräsen. *R a h e r* — wie heute.

der heutigen Sillschlucht in die Tiefe, und erst im Laufe der Zeit sägte er den Fels durch, bis die Sillschlucht gebildet war.

Eiszeitliche Schotter (Terrassenschotter und Moränen) verbauten auch der Etsch, der Rienz und dem Ratschingesbach den Weg.

Die Etsch floß vor der Eiszeit durch das Gebiet des heutigen Überetsch und nahm erst unterhalb des heutigen Kalterer Sees den Eisack auf. Nach der Eiszeit war ihr dieser Weg verlegt. Sie durchsägte einen niedrigen Felsrücken, der das Etschtal bei Sigmundskron querte und nahm den heutigen Weg. (Abb. 17a, S. 81.)

Eine Verlegung in großem Ausmaße erfuhr die Rienz vor ihrer Mündung in den Eisack. Der alte Ausgang über Schabs wurde verschüttet. In einer etwa 300 Meter tief eingeschnittenen Schlucht zwischen Rodeneck und Brigen fand die Rienz ein neues Bett. (Abb. 17b, S. 81.)

In ähnlicher Weise war der Ratschingesbach gezwungen, sein Bett zu verlegen. Er nagte eine drei Kilometer lange, bis 200 Meter tiefe Schlucht in Felsen aus weißem Marmor, die Silfenklamm, die für jeden Besucher von Sterzing eine Sehenswürdigkeit ersten Ranges bildet.

In unserem Lande gibt es auch Flüsse, die heute gerade in entgegengesetzter Richtung wie früher fließen.

Das Achenental entwässerte vor der letzten Eiszeit nach Süden, ins Inntal. In der letzten Zwischeneiszeit wurde das Tal bis 900 Meter Höhe mit Schotter angefüllt. Die Mündung des Achentales lag nun höher als der Paß Achen (877 Meter), und der Abfluß erfolgte nun über diesen Paß, nach Norden.

Die gleiche Richtungsänderung erfuhr der Bach, der das Ehrwalder Becken entwässert. Es schickte zuerst seine Wasser ins Gurgltal, nach Süden. Der Bergsturz vom Loreatopf versperrte dem Bach den Weg. Seither erfolgt der Abfluß durch den Paß Ehrwald nach Norden, weil die Senke hier niedriger ist.

## Seen.

Mannigfaltig wie die Form und Größe der Seen ist auch die Art ihrer Entstehung.

Beckenseen. Viele Seenbecken sind durch die Gletscher der Eiszeit ausgeschürft oder durch ihre Schmelzwässer ausgekollt worden, die einen aus felsiger Unterlage, andere aus lockerem Bodenschutt.

Ringsum von Felsufern umgeben (Felsbecken-Seen) sind der Hintersteiner See bei Ruffstein, der kleine Montiggler See bei Kaltern und viele kleine Hochgebirgs-

seen, wie z. B. der Maiensee am Arlberg, die kleinen Seen am Pfitscher Joch, die Berglerseen am Tachelsjöchl bei Schlanders u. a. Der Hungerburgsee bei Innsbruck ist aus Felsen ausgepresngt.

In Mulden des Terrassenschotters liegen die Seen auf dem Innsbrucker Mittelgebirge (Lanzer See, Mühl-, Herzsee), der Reither See bei Briglegg, die Reintalerseen bei Rattenberg, der größere Montiggler See u. a. Auch der Achensee, der schönste und größte See Nordtirols, ist eine solche Schottermulde. Der letzte eiszeitliche Gletscher, von dem ein Arm durch die Senke des Achentales nach Norden abfloß, hat das 133 Meter tiefe Becken ausgeräumt.

**Staueen.** Viele Seen entstanden dadurch, daß Moränen, Bergstürze oder Schuttkegel das Tal versperrten und den Bach stauten.

Hinter Moränenwällen liegen der Walchsee bei Kössen, der Schwarzsee bei Ritzbühl, der Karersee in den Dolomiten und viele kleine Seen des Hochgebirges, die von den Endmoränen der Kargletscher abgedämmt worden sind. Diesen Seen fehlen stellenweise die felsigen Ufer.

Bergstürze erzeugten die kleinen Seen am Fernpaß, den Brenner- und Oberberger See, den Prager See und den See bei Durnholz im Sarntal.

Seitliche Schuttkegel stauten den Bilsalp- und Galdensee im Tannheimer Tal, den Möserer See bei Seefeld, den Berglsteinersee bei Rattenberg, den Tristacher See bei Lienz, den Toblachsee und Dürrensee u. a.

Den Kälterer See haben Ablagerungen der Eisz gestaut.

Auch Gletscher und Lawinen können vorübergehend den Talbach stauen. Wie alle Gletscher stieß um die Mitte des vorigen Jahrhunderts auch der Vernagtferner hinter Vent im Ötztal weit vor und sperrte das obere Rosental ab. Die Ache wurde zu einem See gestaut, der einundeinhalb Kilometer lang, 300 Meter breit und etwa 100 Meter tief war. Nach und nach bahnte sich das Wasser durch den Eisdamm einen Weg. Der See leerte sich. Die braunen Fluten ergossen sich verheerend durch das Ötztal. Felder und Äcker wurden verschüttet, Brücken, Häuser, ja selbst Kirchen fortgerissen und noch im Inntal verspürte man die Folgen dieses „Gletscherausbruches“

**Verlandung der Seen.** Alle Seen sind veränderlich und vergänglich. Die Bäche führen unablässig Geröll, Sand und Schlamm in den See und die dreieckigen Schuttkegel schieben sich immer tiefer in den See hinein. Es läßt sich berechnen, wie viele Jahre beiläufig nötig sind, um ein Seebecken zuzufüllen.

Viele Seen, besonders in den tiefer gelegenen Tälern, sind schon vollständig verschwunden. Nur dort, wo die Zufuhr von Schutt gering ist, blieben sie erhalten. Beispiele hiefür sind der Achensee, der Plan- und der Bilsalpsee, der Walch- und der Piller See u. a. Andere blieben vor Verschüttung bewahrt, weil sie abseits des Flußlaufes und der Talsohle liegen, wie der Urisee bei Reutte, der Piburger See im Ötztal, die Reintalerseen, der Hechtsee, Thiersee und Hintersteinersee bei Ruffstein und der Montiggler See bei Eppan u. a. Schuttkegel haben auch den früher einheitlichen See am Reschenscheibedl in drei Seen zerlegt und den Plansee vom Heiterwanger See abgetrennt.

Auch die Lebewesen helfen mit, die Seen zu verlanden. Schilf und Moos, Schachtelhalme und Sumpfsgräser wachsen vom Ufer

in den See hinein. Dieser wächst nach und nach zu, verlandet, wird zu einer sumpfigen Wiesenfläche. Schon das häufige Vorkommen der Flur- und Ortsnamen wie Moor (Viller Moor), Moos (Sterzinger Moos), Möser (Schnanner Möser im Stanzertal) und See (Ortschaft im Paznauntal) weist auf den Bestand vieler Seen in früherer Zeit hin.

Größere Seen, heute verlandet, gab es unterhalb Neutte, im Lermooser Becken, im Gurgltal zwischen Imst und Nassereith, bei Neustift im Stubai, bei Krambach, im äußeren Zillertal, im Vinschgau (Laas, Kastelbell, Naturns), bei Sterzing, im Aidsnaun und Pfiffsch, im Antholz, im Gfies und andernorts.

Beobachtungen im Heimatorte und auf Wanderungen.

1. Beachte die V-Form der Seitengraben und der kleinen Seitentäler!
2. Beachte, wie tief der Wasserfall bereits in die Felsen eingeschnitten hat!
3. Beachte in Schluchten und Klammen die Strudelkessel!
4. Woher stammen etwa die Gesteine, die du im Flußschotter findest?
5. Wo brechen die Muren los? Was für ein Gestein herrscht dort?
6. Beachte die Schuttkegel an der Mündung der Seitentäler und der seitlichen Gräben! Wie hoch sind sie? Wie viele Kubikmeter Schutt enthalten sie beiläufig? Stoßen an einem Orte Schuttkegel von gegenüberliegenden Talseiten in der Talsohle aufeinander?
7. Manche Schuttkegel enden mit einer Steilstufe. Ist sie künstlich entstanden (Bahn- oder Straßenbau) oder hat sie der Talbach gebildet? Schließe daraus auf die Laufrichtung des Baches!
8. Rutscht irgendwo der Hang? Wie ist dort der Boden?
9. Lösen sich an einzelnen Orten große Felsblöcke los und stürzen ins Tal?
10. Gibt es kleinere Seen oder Tümpel? Liegen sie in ausgeschürften Mulden oder sind sie abgedämmt worden und wodurch (Schuttkegel, Bergstürze, Moränen)? Sind kleine Seen in den Mulden der Rare? Sind sie von Felsriegeln oder von Schuttwällen gegen das Tal hin abgeschlossen?
11. Sind verlandete Seen, heute Sumpfwiesen oder Auen, vorhanden? Beachte, wo der Fluß den Schotter- oder Felswall durchschnitten hat oder wie der See zugewachsen, vermoort ist! Überlege, wie hoch der See einmal war!
12. Beachte den Mangel an Sieblungen in der breiten Talsohle! Wo steht das Dorf, der Weiler?

## Die Böden.

Klima und Boden entscheiden, ob ein Gebiet fruchtbar ist oder Ödland bleibt. Das Klima wird bestimmt durch den Wärmegrad (Temperatur), die Lage, die Winde und die Menge der Niederschläge, der Boden aber hängt von dem Gestein ab, aus dem er entstanden ist.

In einem Berglande spielt auch die Neigung des Hanges eine große Rolle, die bei uns vielfach so groß ist, daß die Verwitterungserde immer wieder vom Regenwasser fortgeschwemmt wird.

## Bildung der Ackererde.

Hitze und Frost erzeugen im Fels Risse und Sprünge und das Gestein zerfällt in Schutt. Der Sauerstoff der Luft und die Feuchtigkeit verändern die Gesteine in anderer Weise. Der Kalkstein wird aufgelöst. Die Schiefer und die Erstarrungsgesteine werden zersetzt. Die Eisenverbindungen des Glimmers und der Hornblende verwandeln sich dabei in Brauneisen (rostbraune Flecke), die löslichen Teilchen werden vom Wasser fortgeführt, die unlöslichen bleiben zurück. Der Rückstand besteht in der Hauptsache aus Ton, zu dem sich noch die ungelöst gebliebenen Quarzkörner, die ausgebleichten Glimmerblättchen, halbzerstörte Feldspatstücke und als färbender Stoff das Brauneisen gefellen. Dies alles bildet die Verwitterungserde.

Flechten und Moose, die sich an den oberflächlich verwitterten Gesteinen ansiedeln, zerstören weiter. Die faulenden Pflanzenstoffe vermischen sich mit der Verwitterungserde und bilden die dunkle Ackererde, den sogenannten Humus.

An einem Steinbruch kann man sehen, wie der Fels nach oben allmählich in Ackererde übergeht. Über dem festen Fels liegen noch große Brocken und Trümmer, über diesen dann immer kleinere Gesteinsstücke und schließlich die Ackererde. Die unterste Schichte ist lichter gefärbt, da ihr die Humusstoffe fehlen.

Die Böden können entstanden sein entweder durch Verwitterung ihres felsigen Untergrundes oder durch Ablagerung von Schutt, den die Gletscher oder das Wasser hergeführt haben. Erstere nennt man gewachsene Böden, letztere aufgeschüttete oder Schuttböden.

## Gewachsene Böden.

Diese Böden enthalten die meisten Bestandteile der felsigen Unterlage. Ihre Fruchtbarkeit hängt also von den Eigenschaften des Gesteins ab, aus dem sie entstanden sind. Gute Böden müssen alle Nährstoffe enthalten, die die Pflanzen brauchen, und sie müssen auch das Wasser zurückhalten.

Gute gewachsene Böden geben die Fleckenmergel, die Kalkglimmerschiefer und die Tuffe der Erstarrungsgesteine.

Die Fleckenmergel enthalten Kalk und Ton. Kalk ist ein wesentlicher Nährstoff der Pflanzen und Ton macht den Boden für Wasser undurchlässig. Die Fleckenmergel sind in den Lechtaler und Allgäuer Alpen weit verbreitet. Die Grasnarbe ist dicht geschlossen, das Gras

hochwertig. Diese Mergel sind der landwirtschaftliche Segen der genannten Gebiete. Sie ermöglichen eine ausgedehnte Almwirtschaft in einer Gegend, wo der Boden der Talsohle sonst arm und unfruchtbar ist. (Tafel 3.)

Die Kalkglimmerschiefer (Kalkphyllite) im obersten Inntal und in den Tälern Schmirn, Vals, Benna, Pfitsch, Pfunders, Lappach, Virgen und Kals bilden ähnlichen fruchtbaren Boden wie die Fleckenmergel der Lechtaler Alpen. Man trifft hier gute Bergäcker an den steilen Hängen, fruchtbare Bergwiesen und schöne Almen bis hinauf auf die Kämme und hinein in den hintersten Talgrund. Der Boden liefert den Bewohnern, was sie zum Leben brauchen. (Tafel 12.)

Die Tuffe des Augitporphyrs und Melaphyrs in den Dolomiten verwittern ebenfalls leicht und sind reich an Nährstoffen. Die prächtigen Almwiesen der Seiser Alm und am Grödner Joch, ein schroffer Gegensatz zu den starren Felsstürmen der Dolomiten, liegen in solchen Tuffen.

Unfruchtbare gewachsene Böden geben die Kalksteine und der Porphyr, wenig fruchtbare die meisten Schiefer.

Der Dolomit und der Wettersteinkalk, die Felsbildner unserer Kalkberge, ragen in steilen Felswänden auf und verwittern schwer. Fast nichts bleibt zurück, was fruchtbares Erdreich liefert, denn der reine Kalk wird aufgelöst und fortgeführt. Das Wasser sickert durch die Klüfte und Spalten in die Tiefe und wird so der Oberfläche entzogen. Der Boden ist daher trocken und hart und trotz beträchtlicher Niederschläge fast wasserleer. Das Karwendelgebiet, aus Wettersteinkalk aufgebaut, ist das größte unbefiedelte Gebiet der Ostalpen. Nur ein paar Schutzhütten und Jagdhäuser sind vorhanden; Bauernhöfe fehlen, obwohl die Täler nicht so hoch liegen, daß nicht Acker und Wiesen bestehen könnten. Nur etwas Wald kommt weiter.

Der Bozner Porphyr verhält sich ähnlich wie der Kalkstein. Er enthält zu viel Kieselsäure (Quarz), das Gestein ist daher hart und widerstandsfähig, bildet steile Hänge und schroffe Formen. Das Wasser sickert durch Klüfte in die Tiefe. Nur dort, wo zwischen den Porphyr-schichten weichere Tuffe lagern, ist der Boden besser. Denn diese Tuffe, einst vulkanische Asche, verwittern leicht zu feinem Schlamm, der das Wasser zurückhält. Solche Tufflagen tragen Siedlungen, meist einzelne Bauernhöfe an den Hängen des Eisacktales und des Bozner Talkessels. Über und unter diesen fruchtbaren Streifen, im Porphyr, sind die Hänge steil, durch die Runsen der Wildbäche zer-

rissen und zerfurcht. Der wasserarme Boden ist unfruchtbar und duldet nur niederen, schütterten Buschwald. Der weit verbreitete Schiefer liefert auch nicht sehr fruchtbare Böden. Ihm fehlt ein wichtiger Nährstoff, der Kalk, außerdem enthält er zu viel Kieselsäure (Quarz). Günstig ist, daß er das Wasser zurückhält und daher reichlich Quellen bildet.

### **Schuttböden.**

Wir wären arm daran, wenn wir nur gewachsene Böden hätten. Weite Gebiete wären dann wenig fruchtbar, statt Acker und Wiesen trügen sie nur anspruchslosen Wald. Zum Glück ist es anders. Die Talsohlen und die unteren Hänge verkleidet Schutt, den die Flüsse und das Eis hingetragen und wie eine Decke über den unfruchtbaren Untergrund ausgebreitet haben. Solche Schuttböden bilden die Moränen, der Gehängeschutt und die Flußschotter.

### **Moränen.**

Schon vor der Eiszeit war das Felsgerüst der Erde von zwei Decken verhüllt, dem Schutt- und dem Pflanzenkleid. Die gewaltigen Eisströme segten aber das Erdreich von seiner Unterlage ab und trugen es hinaus ins Alpenvorland. Unermeßlich war der angerichtete Schaden. Das wandernde Gletschereis machte den Schaden aber auch wieder gut. Es zerrieb, zerkleinerte und zermalmte den felsigen Untergrund, mischte die Gesteinsteilchen durcheinander und breitete sie überall aus, wo der Gletscher ging. Künstlich hätte man dies alles nicht besser besorgen können. Als die Gletscher dann zurückgingen, blieben die zerriebenen Gesteine überall als Grundmoränen zurück.

Die Moränen finden sich ganz allgemein an den Hängen und auf den Mittelgebirgen. In der Talsohle schwemmte sie das Wasser meist weg. Der Moränenschutt bildet guten Boden. Er enthält alle Nährstoffe, die die Pflanzen brauchen, gut gemischt. Der feine Schlamm, den die Moränen enthalten, hält das Wasser zurück und die groben Gesteinstrümmer, die darin stecken, lockern den Boden.

### **Schutthalden und Schuttkegel.**

Der Verwitterungsschutt häuft sich im Laufe der Jahrtausende an den Hängen zu Halden. Sie umhüllen wie ein Mantel die Gebirge. Diese trockenen Schuttkegel, in denen sich die von den Steilhängen

und Felswänden abbröckelnden Gesteinstrümmer sammeln, haben zu- meist steiles Gefälle. Ihre Fruchtbarkeit hängt vom Gestein ab, das sie enthalten, aber auch davon, wie weit dessen Verwitterung vorge- schritten ist. In den Nördlichen Kalkalpen und in den Dolomiten sind solche trockene Schuttkegel sehr häufig. Sie tragen in der Regel nur magere Wälder, oder sind, weil immer noch Steine nachbrechen, ganz kahl.

Häufig führen das Wasser und die Lawinen den Schutt zu Tal. Er bildet am Fuße der Hänge die Schuttfüße und am Ausgang der Täler und Schluchten die Schuttkegel. (S. 77.) Das sind die sogenannten gewaschenen Schuttkegel. Sie sind flacher als die trockenen des Hanges und liefern meist fruchtbaren Boden. Der Schutt ist nicht so ausgewaschen wie der Flußschotter und enthält noch feine Schlamm- teilchen genug, die das Wasser zurückhalten. Ihm mangeln auch nicht die nötigen Nährstoffe. Die gewaschenen Schuttkegel, sonnig und ge- schützt gelegen, sind fruchtbarer als die flache Talsohle. Sie tragen in den Haupttälern fruchtbare Weizen- und Maisäcker, während die flache Talsohle sich meist nur als Wiesengrund eignet.

### **Flußschotter.**

Die Flußschotter sind wichtige Bodenbildner. Sie bedecken teils als grobe Kiese und Schotter, teils als Sand von verschiedener Korn- gröÙe die flache Talsohle. Wichtig ist ihr Anteil am Aufbau der Mit- telgebirge, der Schotterterrassen. (S. 58 und 123.)

Im Flußschotter sind die Gesteinsteilchen innig vermischt, der Boden ist locker und leicht zu bearbeiten. Weil der Flußschotter zu wenig feines Material enthält, versickert das Wasser mitunter zu rasch. Die Terrassen zeigen diesen Mangel nicht, denn sie sind meist mit Moränen überdeckt, deren feiner Schlamm das Wasser zurückhält. Die Mittelgebirge des Inn- und Eisacktales zählen zu den fruchtbar- sten Gebieten des Landes, sie sind reich besiedelt.

### **Quellen.**

Etwa ein Drittel der Niederschläge versickert im Boden, und das Wasser fließt in den Klüften unterirdisch weiter. Kommt es auf was- serzurückhaltende Schichten, so rinnt es auf diesen weiter, bis es schließlich als Quelle zutage tritt. Manchmal entspringt die Quelle aus Spalten, die nahe der Oberfläche liegen, manchmal kommt sie aus tie-

feren Schichten. Davon hängt ihre Temperatur und meist auch der Grad ihrer Klarheit ab. Quellen aus oberflächlich liegenden Spalten sind bald wärmer, bald kälter, je nach der Jahreszeit, und sie trüben sich nach jedem starken Regen; die Quellen aus großer Tiefe haben jahraus, jahrein gleichen Wärmegrad, und ihr Wasser ist stets klar, es wird beim Durchsickern durchs Gestein gereinigt.

Die häufigsten Quellen sind die Schicht- und die Schuttquellen.

### Schichtquellen.

Nur selten baut sich ein Berg vom Sockel bis zum Gipfel aus demselben Gestein auf. Gewöhnlich wechseln wasserdurchlässige und wasserzurückhaltende Felsarten. Kalksteine ruhen auf Schiefen oder zwischen die Kalkbänke schieben sich Lagen von Mergeln. Die kluftreichen Kalksteine lassen das Wasser durchsickern, die tonhältigen Mergel nicht. Über diesen rinnt das Wasser wie auf einem Dache abwärts, bis es,

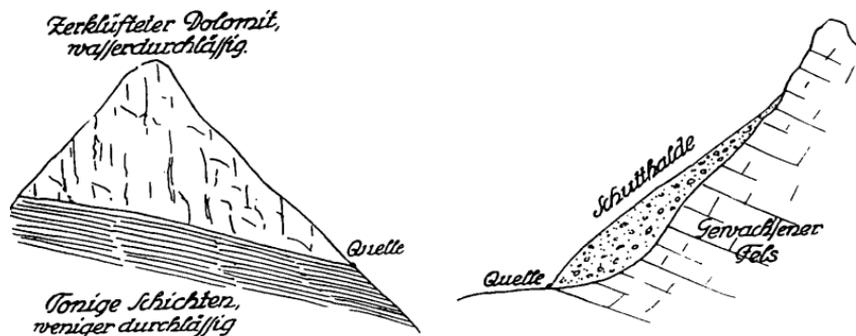


Abb. 18. Entstehung von Quellen.

**Schichtquelle.** Das Wasser sickert durch die Klüfte der Felsen bis zu weniger durchlässigen Schichten, über denen es weiterfließt und schließlich als Quelle austritt.

**Schuttquelle.** Das Wasser sickert durch den Schutt des Hanges bis auf den Fels und tritt am unteren Rande des Schuttkegels als Quelle aus.

munter sprudelnd, aus Bergesnacht ans Licht tritt. Wenn man also den Aufbau eines Berges kennt, läßt sich mit einiger Sicherheit angeben, wo man graben muß, um Wasser zu finden.

Um ein Beispiel zu erwähnen: Im mittleren Inntal, an der Nordkette, beobachtet man in der Nähe der Quellen öfters grellrot gefärbten Boden. Er stammt von dem tonigen, roten Sandstein, der sich auch ins Innere des Berges hineinzieht. Der rote Letten hält das Wasser auf, es sickert längs der geneigten Sandsteinschichten weiter, bis es eine Austrittsöffnung findet und als Quelle hervorbricht. Wasserreiche Quellen treten in der Mühlauer Klamm zutage, sie liefern für Innsbruck das Trintwasser.

## Schuttquellen.

Sie sind sehr häufig. Das Wasser tropft durch den Schutt am Hang, fließt am Boden der Schotterdecke abwärts und tritt am unteren Rande der Schutthalde als Quelle hervor.

Beobachtungen im Heimortort und auf Wanderungen.

1. Wo ist Sand-, Lehm-, Schotterboden?
2. Wie dick ist die Ackerkrume?
3. Beobachte den Pflanzenwuchs in der flachen, mehr oder weniger feuchten Talsohle, auf den Schutttegeln, an den Hängen! Wo sind Wiesen; wo Acker; wo wachsen Fichten, Föhren, Laubbäume?
4. Wo liegt der höchstgelegene Getreideacker?
5. Wo ist die Grenze des Pflanzenwuchses? Am Südhang? Am Nordhang? Im Kalkgebirge? In den Schieferbergen?
6. Wie unterscheidet sich der Pflanzenwuchs zwischen kalkreichem und kalkarmem Boden? Kalkboden verlangen die behaarte Alpenrose, das Steinrösl, die Silberwurz, die Polstersegge mit den Steinbrechen, Primeln und Enzianen; auf Schieferboden wachsen die rostrote Alpenrose, das rote Schrosenrösl, die Gensfenheide, das Eisglöckl und mehrere Arten von Speif.
7. Die Fichten wurden an flacheren Stellen des Hanges öfters herausgeschlagen, um Wiesen- und Weideland zu gewinnen. Es entstanden Lärchenwiesen. Wo ist dies der Fall?
8. Wo sind Quellen? Welche liegen annähernd in gleicher Höhe des Hanges? über welchem Gestein treten sie aus (Quellhorizont)? Welche Quellen haben Sommer und Winter fast die gleiche Temperatur? Welche sind im Sommer lauwarm? Erstere kommen aus größerer Tiefe, letztere sammeln das Wasser mehr an der Oberfläche.
9. Wo ist die Quelle für die Wasserleitung des Ortes?
10. Wie tief liegt der Grundwasserspiegel unter der Talsohle (Ziehbrunnen)?

## Nutzbare Bodenschätze.

Unsere Heimat ist zwar nicht reich an kostbaren Schätzen des Bodens, aber arm an solchen ist sie auch nicht. Der Boden enthält Erze, Kohle, Sliefiefer, dann alle notwendigen Bau-, Werk- und Schottersteine, seltene Mineralien und es entspringen ihm wertvolle Mineralquellen.

### Erze.

#### Geschichte des Bergbaues.

Am Röhrrerbübel und auf der Kelchalpe bei Ritzbübel, wahrscheinlich auch im Innale, wurde schon in der Bronzezeit (2000 bis 1000 v. u. Z.) das Kupfer bergmännisch gewonnen. Zu Beginn der Eisenzeit kamen die Kupferbergbaue zum Stillstand. Die Gruben verfielen und manche gerieten in Vergessenheit.

Einen neuen Aufschwung nahm der Bergbau um die Wende zur Neuzeit, im 15. Jahrhundert. Man entdeckte reiche Erzlager in der Umgebung von Schwarz, Rattenberg, Ritzbübel, Imst, Sterzing, Gossensaß und Klausen. Die Tätigkeit des Bergmannes erstreckte sich über das ganze Land.

Der Bergseggen floß reichlich und überschüttete das Land mit Reichtum. Städte wurden gegründet, andere blühten auf (Hall, Schwarz, Rattenberg, Ritzbübel, Sterzing). Berühmt waren die Erzgruben von Schwarz, die jährlich 12.000 Kilogramm Silber und 22.000 Zentner Kupfer lieferten.

Die Erzgruben gehörten den Landesfürsten. Sie betrieben den Abbau der Erze entweder selbst oder überließen ihn Gewerken, die dafür dem Landesfürsten Abgaben zu leisten hatten. Der Landesfürst bezog mehr als die Hälfte seiner Einnahmen aus dem Bergbau. Von Tirol sagte man, es sei so reich, daß es einem Königreich gleich zu achten sei. Es galt als das reichste der österreichischen Länder.

Die Blütezeit des Bergbaues währte kaum 200 Jahre. Gegen Ende des 16. Jahrhunderts versiegten allmählich die reichen Erzlager. Der Bergbau lohnte sich nicht mehr. Man versuchte zwar noch öfters, die alten Bergwerke wieder in Betrieb zu setzen, aber alle Bemühungen scheiterten. Der Ertrag deckte kaum die Kosten.

Heute erinnern nur noch die vielen Sagen in allen Teilen des Landes an die einstigen Schätze der Berge.

Seit dem Anschluß der Ostmark an das Deutsche Reich wird der Nutzung der Bodenschätze wieder besonderes Augenmerk zugewendet, und es ist zu erwarten, daß neues Leben in manche verlassene Stollen einziehen wird.

### Entstehung der Erzlager.

Die meisten Erze sind mit Schwefel verbunden, wie Zinkblende, Bleiglanz, Kupferkies, Fahlerz u. a. Dies allein schon weist auf vulkanische Dämpfe hin. Sie sind in die Spalten und Klüfte der Gesteine eingedrungen und haben dort die Erze abgesetzt.

Manchmal haben die vulkanischen Gesteine unmittelbar erzbringend gewirkt. Schwefel- und Metalldämpfe sind mit ihnen emporgestiegen und haben dann die Klüfte im eigenen oder Nachbargestein ausgefüllt. So hat z. B. der Diorit von Klausen den Kupferkies, den Bleiglanz und die Zinkblende des Pfunderer Berges bei Klausen mit heraufgebracht und die porphyrähnlichen Gesteine bei Rabenstein im Sarnthal den Bleiglanz und die Zinkblende.

Wie schon die genannten Beispiele zeigen, kommen fast immer mehrere Erze gemeinsam vor. Bleiglanz und Zinkblende sind immer beisammen, ebenso Kupferkies, Fahlerz und Eisenkies. Ein und derselbe Erzgang enthält manchmal fünf oder sechs verschiedene Erze. Der Bergbau wird dann nach dem vorherrschenden Metall benannt: Bleibergwerk, Kupferbergwerk u. ä.

Nach dem Eindringen der vulkanischen Gesteine äußerte sich die vulkanische Kraft noch geraume Zeit. Wasserdämpfe, beladen mit allerhand Gasen, und heiße Wässer drangen aus der Tiefe herauf in die Spalten und setzten auch metallfreie Mineralien ab, die Begleitminerale der Erze: Quarz, Kalkspat, Schwerspat und Flußspat. So erscheint z. B. in dem einst berühmten Bergbau am Falkenstein bei Schwarz in Gängen des Schwazer Dolomits das Fahlerz in Begleitung von Quarz, Kalkspat und Flußspat.

## Gold.

Die Quarzgänge in den Quarzphylliten der Tuxer Boralpen bergen Spuren von gebiegenem Gold, an einzelnen Stellen 13 bis 150 Gramm in 1000 Kilogramm Gestein. Am Heizenberg bei Zell am Ziller befinden sich alte Goldgruben. In der Sill und im Ziller hat man in früherer Zeit nach Waschgold gesucht.

## Kupfer.

Unsere wichtigsten Kupfererze sind Fahlerz und Kupferkies. In beiden ist das Kupfer mit Schwefel chemisch verbunden. Das Fahlerz enthält meist auch Antimon, etwas Silber oder Quecksilber.

Reich an Fahlerz ist der Schwazer Dolomit, am rechten Innufer zwischen Schwarz und Brigglegg. Kahle Halden an den Hängen erinnern an vielen Orten, z. B. bei Schwarz, an den einstigen Bergleuten. Heute stehen die meisten Gruben verlassen und verödet. Nur zwei Bergwerke sind noch im Betrieb, am Falkenstein bei Schwarz und am Großkogel bei Brigglegg.

Die Ausbeute am Falkenstein während des etwa 400jährigen Bergwerksbetriebes war gewaltig: 1,7 Millionen Kilogramm Silber und  $2\frac{1}{4}$  Millionen Zentner Kupfer. Heute werden dort neben Kupfer etwa 50 Zentner Quecksilber jährlich gewonnen.

Das Fahlerz am Großkogel enthält als Begleitmineral den Schwergpat, der als Anstrichfarbe verwendet wird. Das Kupfer wird in der Kupferhütte (Schmelze) zu Brigglegg aus den Erzen geschmolzen und hauptsächlich zu Kupfervitriol, etwa 9000 Zentner im Jahre, verarbeitet. Auch am Röhrenbühel bei Ritzbühel wurde einst silberhaltiges Fahlerz abgebaut. Ein Schacht reichte 886 Meter tief hinab; er war bis zum Jahre 1872 der tiefste der Erde.

Das häufigste aller Kupfererze ist der Kupferkies. Er bildet mit anderen Erzen und mit Eisenkies Lager in den alten Tonschiefern (Wildschönauer Schiefer) und den kristallinen Schiefen. Die Zahl dieser Erzvorkommen ist außerordentlich groß. Viele der einst einträglichen Gruben sind erschöpft und daher aufgelassen worden, andere wurden mit wechselndem Glücke bis in die jüngste Zeit betrieben.

Nach eingehenden Untersuchungen im Sommer 1938 erscheinen unsere Kupferlager unbedingt aussichtsreich, und zwar sowohl die Vorkommen von Brigglegg-Schwarz als auch die von Ritzbühel.

Bekannt, einst ergiebige Gruben befinden sich zwischen Ritzbühel

und St. Johann, auf der Kelchalpe und am Jochberg im Großachental. Der Kupferkies liegt in den Wildschönauer Schieferen. Der Kupferbergbau im hintersten Uhrntal, bei Prettau, ist seit dem 14. Jahrhundert bekannt. Die Erze erscheinen in Gesteinen der oberen Schieferhülle, in Chloritschiefern. Gewerkschaftshäuser in Steinhaus erinnern noch an die gute alte Zeit, die viel Leben und Verdienst ins Tal gebracht hat. Alter noch ist der Pfunderer Bergbau bei Klausen, der mit wechselndem Glücke bis zum Jahre 1920 betrieben worden ist. Die Kupferkiese liegen im alten Brigner Quarzphyllit, Bleiglanz und Zinkblende im Diorit, der alle diese Erze aus dem Erdinnern mit heraufgebracht hat.

### **Blei und Zink.**

Unser wichtigstes Bleierz ist der meist etwas silberhältige Bleiglanz, Zinkerze sind die Zinkblende und der Galmei. Bleiglanz und Zinkblende sind Schwefelverbindungen, Galmei ist teils kohlen-saures, teils kieselsaures Zink. Diese Erze treten fast immer gemeinsam auf. Sie sind weit verbreitet. Man findet Lagerstätten besonders im Kalkstein und Dolomit, dann in kristallinen Schieferen und auch in einst feuerflüssigen Gesteinen.

Die Blei- und Zinkerze füllen in den Nördlichen Kalkalpen Klüfte und Spalten des Wettersteinkalkes aus. Die Zahl der Erzvorkommen ist hier groß, die Erzmenge reicht aber nur an wenigen Stellen zum Abbau aus. Die meisten alten Bergwerke sind im Wettersteintal der Mieminger Kette, des Wetterstein- und Karwendelgebirges, auf dem Hohen Gleirsch sogar in 2480 Meter Höhe. Im Betrieb steht nur noch der Bergbau „Silberleiten“ zwischen Nassereith und Biberwier. Das Erzlager wurde bereits im 16. Jahrhundert entdeckt.

Einer der ältesten Bergbaue im Lande ist am Schneeberg im hintersten Passeier. Seine Blütezeit fällt ins 15. Jahrhundert. Die Erze, vorherrschend Zinkblende und Bleiglanz, dann auch Eisen- und Kupferkies und Fahlerz, erscheinen im Glimmerschiefer des Schneeberger Zuges und sind Ausfüllungen von Spalten, die erst später im Schiefer entstanden sind. Der Abbau ist erst vor wenigen Jahren eingestellt worden.

Der Pfunderer Bergbau bei Klausen wurde bereits genannt (s. Kupfer). Sein Ursprung reicht ins 12. Jahrhundert zurück. Das erzführende

Gestein ist in einer Länge von 1400 Meter und in einer Tiefe von etwa 500 Meter aufgeschlossen, ein Beweis, wie stark der Abbau einst war.

Alte Bergbaue auf Bleiglanz und Zinkblende gibt es auch in der Umgebung von Bozen, bei Nals und Terlan. Letzterer wurde in jüngster Zeit wieder in Betrieb gesetzt. Ob der Bergsegen so reichlich fließen wird wie einst zur Zeit der Landesfürstin Margareta Maultasch, ist wohl sehr fraglich. Damals, so erzählt die Sage, habe man auf ihrem nahen Schlosse mit Silberfugeln gefegelt, deren Metall aus dem Erze stammte. Die Bergbaue bei Nals und Terlan liegen im Porphyr.

Ein jüngerer Bergbau auf Bleiglanz und Zinkblende befindet sich bei Rabenstein im Sarntal (Pens). Er wurde vor etwa 50 Jahren eröffnet und ist heute noch im Betrieb. Das silberhältige Erz erscheint im Tonschiefer (Brigner Quarzphyllit), in den der erzbringende Porphyr eingedrungen ist. Als Begleitmineral tritt der Flußspat auf.

Durch den Anschluß der Ostmark an das Reich wird auch besonders auf das Vorkommen der Bleierze im Lande Bedacht genommen werden. Die Zinkblende wird aufgesucht, um dabei auch auf Radiumblende zu stoßen, da sich Radium für die Veredlung des Stahls als wichtig erwiesen hat.

## Eisen.

Von unseren Eisenerzen kommt nur der Spateisenstein für die Eisengewinnung in Betracht. Er ist kohlensaures Eisen. Das Erz kommt ziemlich häufig vor, jedoch nur selten in solcher Menge, daß der Abbau sich lohnen würde. Bekannte, heute allerdings ruhende Bergbaue sind bei Pillersee mit der Schmelzhütte in Fieberbrunn und bei Schwarz. Der Spateisenstein tritt in den Wildschönauer Schiefen (Tonschiefer) auf. Die Gruben sind sehr alt und wurden erst vor einigen Jahrzehnten vollständig aufgelassen.

Eisen enthält auch der speisgelbe Eisenties. Er ist darin mit Schwefel verbunden (Schwefelties). Der Eisenties ist ein steter Begleiter der Erze und findet sich in fast allen Erzgruben. Die Bergleute nennen ihn deswegen auch „Hans in allen Gassen“ Trotz seines hohen Eisengehaltes kann er nicht als Eisenerz gelten, denn er gibt ein schwefelhaltiges Eisen, das brüchig und daher unbrauchbar ist. In neuerer Zeit wurden die zwei bis drei Meter mächtigen Schwefeltieslager bei Sillian abgebaut und verwertet. Man erzeugt aus dem Schwefelties Eisenvitriol und Schwefelsäure.

## Salz.

Der Anteil Tirols an Steinsalz (Kochsalz) beschränkt sich auf den Haller Salzberg. Wie der Abschnitt Seite 112 zeigt, ist das Salzlager in zeitweise abgeschnürten Meeresbuchten, Lagunen, bei warmem, trockenem Klima gebildet worden. Das Bergwerk ist seit etwa 700 Jahren ununterbrochen im Betrieb. Das salzhaltige Wasser, die Sole, wird durch Auslaugen im Salzberg gewonnen, in Holzröhren nach Hall geleitet und dort in großen Pfannen versotten. Jährlich werden durchschnittlich 70.000 Zentner Koch-, Vieh- und Fabriksalz gewonnen.

Neben dem Steinsalz treten Anhydrit, Gips, Glaubersalz, Flußspat und andere Minerale auf, die aber keine praktische Bedeutung haben.

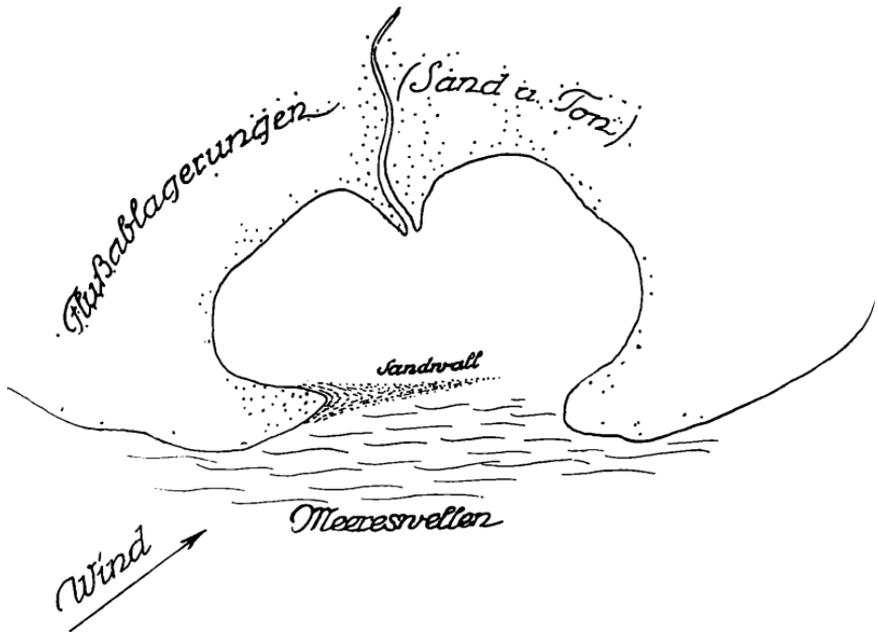


Abb. 19. Entstehung eines Salzlagers.  
Sandwälle schließen eine Bucht vom offenen Meere ab.

## Braunkohle.

Die Braunkohlen sind in kleinen Lagern und Schichten im Heimatsboden nicht gar so selten. Zum Abbau gelangen sie aber nur in Haring bei Kirchbichl. Das Haringer Kohlenflöz ist im Tertiär (Braunkohlen-

zeit) entstanden. (S. 119.) Es ist 1 bis 10 Meter mächtig, führt muschelartig brechende Pech- und glänzend schwarze Schieferkohle und wird in mehreren Stollen abgebaut. Ein Schacht von 350 Meter Tiefe und ein 2600 Meter langer Stollen führen zum Flöz hin. Öfters treten auch Braunkohlen von brauner Farbe auf, an denen noch deutlich Rinde, Wurzel und Jahresringe der einst im Schlamm begrabenen Bäume zu erkennen sind.

Die vorhandene Kohlenmenge wird auf eine Million Tonnen geschätzt. Die jährliche Ausbeute beträgt etwa 30.000 Tonnen.

Der Heizwert von 100 Kilogramm Häringer Braunkohle entspricht annähernd dem von einem Viertel Raummeter Weichholz.

Bemerkenswert ist, daß ein Teil des Flözes seit dem Jahre 1558 brennt.

### Ölschiefer.

Die Nördlichen Kalkalpen enthalten in Häring, Seefeld und Reutte Mergel, die mit schwerem Erdöl durchtränkt sind. (S. 117.)

Aus dem Ölschiefer von Häring gewinnt man im Werke Schafstenu bei Ruffstein Salizylsäure, und die Seefeldler Ölschiefer dienen zur Erzeugung von Ichthjol. 100 Kilogramm des Gesteins liefern etwa 10 Kilogramm Teer, 2 Kilogramm Naphtha und 2 Kilogramm rohes Steinöl, aus dem das heilkräftige Ichthjol (Fischöl) hergestellt wird. Die Jahresförderung an Ölschiefern in Seefeld beträgt über 4000 Meterzentner im Werte von etwa 25.000 RM.

Auch in den Tiroler Stwerken zu Reutte wird der Ölschiefer zur Gewinnung von Heilmitteln verwendet.

### Bau- und Werksteine.

Ein Land, das aus so verschiedenen Gesteinen aufgebaut ist, bildet eine unererschöpfliche Fundgrube für Bau- und Werksteine aller Art. Ihre Reihe ist fast unbegrenzt. Jede Gesteinsart, die genug hart und wetterfest ist, kann als Bau- oder Werkstein benützt werden. Besonders eignen sich dazu die widerstandsfähigen Erstarrungsgesteine, der Granit und der Porphyr, die schön gefärbt sind und sich zu Quadrern behauen lassen, aber auch Schiefergesteine (die Gneise) und Absatzgesteine, Kalksteine, Sandsteine und Breccien werden verwendet.

## **Granit.**

Er wird als Grund- oder Eckstein bei Hochbauten, für Ufermauern, dann als Pflasterstein und schließlich in der Werkstätte des Steinmehrs gebraucht. Steinbrüche gibt es bei Grasstein in der Sachsenklemme und bei Meran. Im Talkessel von Brigen werden die zahlreichen Granitfindlinge zum Bauen benützt und im Pustertal die Granite, die in den „Alten Gneisen“ stecken (Pfalzen bei Bruned).

## **Granitgneis.**

Er ist nicht weniger hart wie der Granit, aus dem er durch Gebirgsdruck entstanden ist. Die Gebirgsstöcke im vorderen Ötztal liefern Bausteine.

## **Porphyr.**

Er ist ebenso dauerhaft wie der Granit und findet daher ähnliche Verwendung. Große Steinbrüche sind in Leifers und Branzoll bei Bozen.

## **Schiefer.**

Sie sind weniger widerstandsfähig, zerbrechen leichter, außerdem ist ihre Farbe eintönig. Am besten eignen sich noch die Gneise.

## **Quarzsandstein (Buntsandstein).**

Er ist ein festes graues Gestein, arm an Ton und wird im Stanzertal (Pettneu, Flirsch) gebrochen. Lockerer Quarzsandstein dient als Reibsand (Ellmau).

## **Höttinger Breccie.**

Sie besteht aus verkitteten Gesteinsbrocken der Innsbrucker Nordkette, ist fest, leicht zu bearbeiten und ihre dicken Schichtlagen liefern sehr große Quadern.

Der Höttinger Steinbruch gab durch Jahrhunderte Innsbruck den Baustein. Die meisten Häuser der Altstadt, der Stadtturm, die Adelspaläste, das Landhaus, die Kirchen und Stadttore, die Triumphpforte, die Diabuktbögen sind aus seinen prächtigen Quadern erbaut worden. (S. 121.)

## **Kalktuff (Rauhwaßen).**

Er ist ein gelbbrauner, poröser Kalkstein, der als Absatz kalkreicher Gewässer entstanden ist. Tritt kalkhaltiges Wasser aus dem Berge

aus, dann setzt es den Kalk ab. Man findet daher Kalktufflager immer in der Nähe von Quellen. Oft enthalten die Tuffe auch Abdrücke von Blättern und Stengeln. Größere Lager gibt es bei Thiersee, bei Obladis und in Eppan bei Bozen.

Dem Kalktuff ähnlich sind die viel älteren gelben, löcherigen Rauhwaden (Zellendolomit). Man bricht dieses Gestein bei Scharnitz und Gießenbach, im Kochental bei Telfs, dann bei Grins, Glirsch und Pettneu im Stanzertal.

Die Kalktuffe und Rauhwaden werden mit Vorliebe beim Bau von Kapellen (Courbestapellen) verwendet; die Rauhwaden dienen öfters als Bausteine bei Bahnhofen der Arlbergbahn (Imst, Pettneu u. a.).

### **Dachschiefer.**

Hiezu eignen sich nur solche Gesteine, die dünnplattig und zugleich sehr fest sind. Bei Glirsch kommen solche Schiefer vor, es sind Gesteine aus der Kreidezeit.

### **Lehm und Ton.**

Ihre Verbreitung ist allgemein. Sie nehmen Anteil am Aufbau der Schotterterrassen. Die Ziegeleien in Inzing, Böls, Arzl bei Mühlau, Fritzens, in der Figgie und in Kundl verwenden den Lehm der Schotterterrassen, die Ziegeleien von Siebeneich bei Bozen, Dlang und Niederndorf im Pustertal, von Höfen und Bils bei Reutte benutzen vom Wasser einst fortgeschwemmten und dann wieder abgesetzten Moränenlehm. Dadurch wurden die gröberen Geschiebe von den feineren Schlammteilchen getrennt.

### **Schotter.**

Ries und Sand, die unentbehrlichen Hilfsstoffe zur Herstellung von Beton und Mörtel, sind überall in reicher Menge vorhanden, besonders in den Schotterterrassen der Haupttäler. Der Betonbau hat die Verwendung der Natursteine (Granit, Porphyr usw.) leider stark zurückgedrängt.

Im Bauwesen bezeichnet man als Schotter zerschlagene Steinbrocken von etwa 4 bis 7 Zentimeter Größe. Er dient beim Straßenbau als Decke über die untere Steinlage und im Eisenbahnbau zur Bettung der Schwellen und Schienen. Diese Schotter müssen aus harten und frostbeständigen Steinen bestehen. Vorzüglich eignen sich die Erstarrungsgesteine: Granit, Porphyr, die Diabase der Silvrettagneise (Prutz) und

die Diorite von Klausen. Geschätzt sind auch die Kalksteine, z. B. der Muschelfalk, der Wettersteinkalk und besonders der Dolomit (Schwager Dolomit), denn er ist schwerer löslich als Kalk und doch bindend. Auch die alten Kalke (Devonkalk) des Brunecker Schloßberges liefern guten Schotter.

### Zementmergel.

Wie alle Mergel sind auch die Zementmergel eine Mischung von Kalk und Ton; diese beiden Gemengteile müssen aber in einem ganz bestimmten Verhältnis vorhanden sein. Zementmergel finden sich besonders in den Haringer Schichten, deren untere Lagen die Braunkohle und die Slschiefer enthalten. Die Zementmergel geben gebrannt und gemahlen den Zement.

Ingenieur Franz Rint hat im Jahre 1843 in Schwoich bei Haring die erste Zementfabrik erbaut. Ruffstein und seine Umgebung sind heute noch der Sitz der tirolischen Zementerzeugung. Fabriken stehen in Kirchbühl und Ruffstein. Auch in Bils bei Neutte wird ein dort gebrochener Mergel zu Zement verarbeitet.

### Kalkstein.

Das Gebiet der Kalkalpen enthält selbstverständlich eine große Menge verschiedenartiger Kalksteine. Man verwendet sie als Bausteine und Schottermaterial, besonders aber zum Kalkbrennen. Der gebrannte Kalk wird mit Wasser „gelöscht“ und dann mit Sand vermengt. Das Gemenge heißt Mörtel. Es wird an der Luft wieder fest wie Kalkstein. Kalksteinbrüche finden sich fast an allen Orten, wo der Kalkstein vorkommt. Für Bauten, Flußregulierungen und Wehrsteine wird gern der wohlgeschichtete Muschelfalk benützt.

Kalkschiefer von der Lizumalpe im Wattener Tal dienen als Wehrsteine.

### Quarzit (Quarzfels).

Er wird bei Steinach gebrochen und dient zur Herstellung von Ferrosilizium (Fabrik in Matrei a. Br.), das durch Zusammenschmelzen von Eisen und Quarz im elektrischen Ofen erzeugt wird.

### Magnesit.

Er sieht dem Kalkstein ähnlich und wird wie dieser in Ofen gebrannt. Ein größeres Magnesitlager ist bei Turj im Zillertal, in 1670 Meter Höhe. Magnesit dient, gebrannt und gemahlen, hauptsächlich zur Herstellung feuerfester Ziegel für Hochofen.

## Marmor.

Er ist körniger Kalkstein. An der Bruchfläche kann man deutlich, wie beim Hutzucker, kleine glitzernde Flächen unterscheiden, fehlen diese, so nennt man den Kalkstein dicht. Unsere Kalkberge bestehen aus dichtem Kalkstein.

Der körnige Kalk, der Marmor, ist in den kristallinen Schiefen der Zentralalpen eingelagert, in Quarzphyllit, Gneis, Glimmerschiefer und Hornblendeschiefer. Er ist umgewandelter dichter Kalkstein. Die Umwandlung erfolgte durch den Gebirgsdruck, ähnlich wie beim Granitgneis, oder durch Hitze, nämlich durch feuerflüssige Gesteine, die aus dem Erdinnern in die angrenzenden Schiefer eingedrungen sind.

Die körnigen Kalke sind weit verbreitet. Vom Ortler bis zu den Krimler Tauern streichen Marmor führende Kalkzüge. Ausgebeutet werden sie allerdings nur an wenigen Orten, weil der Marmor nicht überall gleichmäßig rein und einfarbig ist oder weil die Lager zu abseits liegen.

Schöner weißer Marmor kommt im Vinschgau (Laas, Schlanders und Göfflan) und in der Umgebung von Sterzing (Ratschinges, Ridnauntal) vor. Er ist wetterbeständig und wird deshalb gern für Denkmäler, die im Freien stehen, verwendet.

Die Laaser Brüche lieferten die Riesenblöcke für das Denkmal Walthers von der Vogelweide in Bozen, für die Statuen Mozarts, Haydns und Grillparzers in Wien und für die Giebelfiguren der Walthalla in Regensburg. Sterzinger Marmor wurde für die Hofkirche in Innsbruck und für das Tegetthoff-Denkmal in Wien verwendet.

Die Baumeister bezeichnen auch die dichten Kalksteine als Marmor, wenn sie schön gefärbt sind und sich schleifen und polieren lassen.

Rote dichte Kalke mit weißen Adern (Liasalk) werden in der Umgebung von Reutte (bei Bils) gebrochen. Sie sind als Füssener Marmor bekannt.

Weißgeäderte dunkle Kalke (Muschelkalk) findet man an verschiedenen Orten, auch in der Umgebung von Innsbruck. Der Wand- und Säulenschmuck und der Bodenbelag mancher Kirchen in Innsbruck besteht aus Muschelkalk.

Liasalk ist auch der Hagauer (Kramsacher) Marmor, bei dem hellere und dunklere Flecke sich von einem ziegelroten Grund abheben. Er ist ein alter Breccien-Marmor, wahrscheinlich aus der Jura- bis Kreidezeit. Vor vielen Jahrtausenden ging vom Pleghachkopf bei Kramsach ein gewaltiger Bergsturz nieder. Die zehn prächtigen Säulen der Innsbrucker Hofkirche sind aus den Trümmern dieses Bergsturzes gehauen.

Bläulicher und weißer Marmor bricht im Venna-Tal am Brenner in Platten, die für Fußböden und Treppenstufen verwendet werden (Fenner Platten).

## **Dryg-Marmor.**

Dieser Marmor ist Kalksinter. Rinnt kalkhältiges Wasser an den Wänden natürlicher Höhlen und Grotten herab, so verdunstet es teilweise und der Kalk setzt sich an den Wänden ab. Er bildet zuerst dünne Häutchen und nach und nach immer dickere Krusten von weißer, gelblicher oder brauner Farbe, je nachdem das Wasser eisenhältig ist oder nicht. Was ein Wassertropfen an Kalk abgibt, ist verschwindend wenig, aber die Zeit schafft auch hier aus Kleinem Großes. Und man könnte, einen Spruch abändernd, sagen: Steter Tropfen baut den Stein.

Kalksinter von gelblicher, weißer oder kaffeebrauner Farbe kommt in den Marmorbrüchen von Laas im Vinschgau und in der Umgebung von Sterzing vor. Der Stein läßt sich gut schleifen und wird deshalb zu Vasen, Schalen und anderen Ziergegenständen verarbeitet.

## **Serpentin.**

Die tirolischen Serpentine sind meist grüne, zierlich gefleckte Gesteine. Ein aufgelassener Steinbruch befindet sich ober Pfons bei Matrei am Brenner. Man formt aus dem weichen Gestein Vasen und Schalen, Säulen und Wandverkleidungen. Der Steinbruch von Pfons lieferte viele Säulen für das Burgtheater und das Hofmuseum in Wien.

## **Gips.**

Er zählt zu den verbreitetsten Mineralien und fehlt fast nie, wo Kalksteine und Mergel vorkommen. Der Gips hat sich in gleicher Weise gebildet wie das Steinsalz. Er ist in zeitweilig vom Meere abgetrennten Buchten abgesetzt worden. Eine Eigenschaft macht ihn wertvoll: gebrannt und gemahlen, wird er nach dem Anrühren mit Wasser rasch wieder steinhart. Darum verwendet man ihn zu Abgüssen, Modellen und Stukkaturarbeiten. Größere Gipslager sind in der Umgebung von Reutte, wo schon seit dem 16. Jahrhundert Gipsmühlen bestehen, und in Luttach im Tauferer Tal bei Bruneck. Seit 1927 wird auch in Nassereith bei Imst Gips gebrochen.

## **Bimsstein.**

Der einzige Fundort ist Köfels im Ötztal. Das schwammig aufgeblafene Gestein wird schon seit langer Zeit von den Tischlern zum Glätten des Holzes verwendet, ersetzt ihnen also das Glaspapier. (S. 40.)

## Mineralien.

Man behauptet, daß in Tirol mehr Mineralien vorkommen als in allen andern Gauen Deutschlands zusammen. Manche sind häufig, wie Quarz, Feldspat, Glimmer, Kalkspat, Hornblende und Granat, andere dagegen sehr selten und deswegen bei Sammlern ganz besonders geschätzt. Nur von diesen soll hier noch die Rede sein.

### Fundorte und Arten.

Reich an seltenen und schönen Mineralien sind vor allem die Gesteine der Schieferhülle, die Glimmerschiefer des Schneeberger Zuges und die vulkanischen Gesteine in den Dolomiten.

In der Schieferhülle kommen vor: der farblose oder weiße Apatit, der faserige, oft schön seidenglänzende Asbest, der lauchgrüne Chlorit, der meist gelbgrüne Epidot, die schönen schwarzen Oktaederkristalle des Magneteisensteins, der hellgrüne Olivin, der milchweiße glänzende Albit, der rotbraune Rutil, der dunkelgrüne, faserige Strahlstein, der helle, sich fettig anfühlende Talk, der pechschwarze Turmalin und noch viele andere. Bekannte Fundstätten sind im hintersten Zillertal, im Pfiffischtal, in Prägraten und Birgen im Iseltal.

Die Glimmerschiefer und die Schiefer der unteren Schieferhülle sind besonders reich an Granaten. Von den vielen Abarten ist nur der durchscheinende, kirschrote Almandin, Tiroler Granat, geschätzt und als Karfunkelstein in Sagen und Märchen verherrlicht. Der Almandin wird gesammelt, in Granatmühlen vom weicheren Schiefer getrennt und dann an Schleifereien verkauft. Der erzielte Gewinn ist recht bescheiden. Öztal und Passeier und das Zillertal werden von den Sammlern besonders aufgesucht.

Auf Gängen der kristallinen Schiefer und der Granite und auf Erzlagerstätten findet man prächtige wasserhelle Bergkristalle. Es gibt im Zillertal und in den Hohen Tauern Höhlen und Spalten mit besonders großen und schön ausgebildeten Gruppen von Kristallen, wahre Schatzkammern für die Sammler. Kristalle von 30 Kilogramm Gewicht werden auch jetzt noch gefunden.

Der Bergkristall war früher angesehenener als heute. Die Römer und Griechen hielten ihn für Eis, das auf ewig erstarrt sei. Sie verfertigten aus ihm kostbare Trinktbecher, Vasen und andere Gefäße. Heute stellt man aus Bergkristall hauptsächlich Linsen her.

In den vulkanischen Gesteinen befinden sich öfters faust- bis kopf-

große Hohlräume, die einst von Dämpfen erfüllt waren. Dorthin dringt durch haarfeine Spalten das Sickerwasser, überzieht die Wände der Höhlen und setzt die in ihm gelösten Stoffe, hauptsächlich Quarz, ab. Erfolgt der Absatz sehr langsam, so wachsen Kristalle in den Hohlraum hinein, es bilden sich Kristallbrufen. Verdunstet das Wasser rascher, dann legt sich Schicht auf Schicht an die Wände. Diese Ausfüllung nennt man Mandeln. In solchen Hohlräumen findet man den veilchenblauen Amethyst, den fleischroten Karneol, den gebänderten Achat und andere Quarze, ferner den weißen oder fleischroten Analcim, den rosenroten Apophyllit, den wasserhellen Chabasit, den farblosen bis milchweißen Datolith und andere weniger bekannte Mineralien. „Mandeln“ enthalten vor allem die Melaphyre und Augitporphyre der Geißer Alpe.

Anderer Mineralien sind die pfirsichblütenrote Kobaltblüte, die azurblaue Kupperlasur, der spangrüne Kupferschaum (Tirolit) und der ebenfalls grüne Malachit. Sie finden sich in alten Kupfergruben und sind durch Zersetzung der Kupfererze entstanden. Der Sammler schätzt auch die fleischroten Andaluskristalle von Lüsens im Selltraintal.

### Entstehung.

Wir wissen nicht genau, in welcher Werkstätte die Natur die Mineralien herstellt. Wahrscheinlich sind die verschiedenen Kristalle durch Abkühlung heißer Dämpfe oder durch Absatz aus heißen oder kalten Lösungen entstanden. In ihren Schlupfwinkeln konnten sie im Laufe der Jahrtausende langsam zu Kristallen heranwachsen, indem sich nach ewigen Naturgesetzen Teilchen an Teilchen legte.

### Mineralquellen.

Zu den Bodenschätzen gehören auch die Mineral- oder Heilquellen.

Das einsickernde Regenwasser löst geringe Mengen von Mineralien und Gesteinen, über die es hinwegrieselt, auf. Gips, Soda, Bittersalz und Steinsalz sind leicht löslich, Kalk schwerer. Jede Quelle enthält Spuren von festen Stoffen und Gasen, besonders Kohlensäure, gelöst. Ist die Lösung stärker, so spricht man von einer Mineral- oder Heilquelle. Nach dem Vorwiegen der aufgelösten Stoffe unterscheidet man verschiedene Quellen.

## **Salzquellen (Solquellen).**

Sie kommen aus salzhältigem Gestein und sind reich an Kochsalz. Die Stadt Hall verabreicht in ihrem Kurmittelhaus neben anderen Bädern besonders Solbäder.

## **Schwefelquellen.**

Sie enthalten Schwefelverbindungen, öfters auch etwas Eisen (Schwefeleisenquellen).

Bekannt sind: Bad Berg bei Fieberbrunn, Heiligkreuz bei Hall, Rotenbrunn im Sellrain, Oberperfuß, Bärenbad im Oberbergtal, Längensfeld im Öhtal, Kredelmoos bei Neutte, Ladis und Obladis bei Landed, Bad Iselsberg bei Lienz; weiters: Wildbad Innichen, Moos im Sektental, Razes bei Seis am Schlern, Weißlahnbad im Tierfer Tal, Morizng bei Bozen, Wilpian, Mitterbad im Ulten, Bad Egart auf der Söll bei Meran und Schgums im Vinschgau.

## **Stahlquellen (Eisenquellen).**

Sie führen Eisensalze und entspringen meist alten Eisengruben oder eisenhaltigen Gesteinen, die das kohlen säurehaltige Wasser auflöst. Stahlwässer.

Viel benützt werden: Badl bei Ritzbühel, Bad Eisstein bei Wörgl, Baumkirchen und Volderwildbad bei Hall; in Osttirol: Weitlanbrunn bei Sillian; dann das Gsieserbad bei St. Magdalena im Gsieser Tal, Neuhaus und Mühlbach im Tauferer Tal, Ramwald bei St. Lorenzen, Scharfl bei Slang, Bahrn, Schalders bei Bad Burgstall bei Brigen, Bad Froy bei Klausen (radioaktiv), Böls am Schlern, Seis am Ritten, Verdins bei Meran, Salt im Martelltal.

## **Alkalische Quellen.**

Sie enthalten Soda, Gips und andere Mineralien und meist auch Kohlen säure aufgelöst. Die Art und Menge der gelösten Stoffe wechseln. Manche Quellen stehen dem gewöhnlichen Trinkwasser nahe, doch wird auch ihnen seit jeher Heilkraft zugeschrieben.

Solche sind: Häring bei Ruffstein, Bad Mehrn bei Brizlegg, Bad Egerdach, Venus- oder Maximiliansbad in Innsbruck-Hötting; dann: Möders bei Sterzing, Waldbrunn bei Welsberg, Dreikirchen bei Waldbrunn im Eisacktal und Völlaner Badl bei Meran.

## **Bitterquellen.**

Sie enthalten hauptsächlich Glauber- oder Bittersalz aufgelöst. Es wird auch ihnen seit jeher Heilkraft zugeschrieben.

Bekannte Quellen sind in Grins bei Landed, in Mieders im Stubai, Gfrill ober Völlan bei Meran und in Alt- und Neuprags im Pustertal.

## **Kohlensäure Quellen.**

Reich an freier Kohlensäure sind folgende Quellen:

Obladis, Medraß im Stubai, Abfaltersbach bei Sieng und Maisstatt bei Niederdorf.

## **Warme Quellen (Thermen).**

Sie kommen aus tiefen, dem heißen Erdinnern näher gelegenen Stellen. Man hat sie früher manchmal auch Wildbäder genannt, weil in solchen Wässern im Freien gebadet werden konnte, während man die kalten Quellen in die Badstuben leitete. Warme Quellen sind in Tur im Zillertal und am Brenner (Brennerbad). Ihre Temperatur beträgt über 22 Grad Celsius. Die Bäder werden gegen Gicht, Rheuma und Ischias genommen.

Die Spalten, aus denen sie entspringen, müssen also tief in den Berg hinein- oder hinabreichen. Die mittlere Jahrestemperatur dieser Orte beträgt ungefähr 4 Grad Celsius. Und da bei je 33 Meter Tiefe die Erdwärme um etwa 1 Grad Celsius zunimmt, so muß das Wasser dieser beiden Quellen aus fast 600 Meter Tiefe stammen. Dabei braucht man nicht an senkrechte Spalten zu denken, sondern das Wasser kann auch aus Spalten kommen, die waagrecht in den warmen Kern des Bergstockes hineinziehen.

## **Radioaktive Quellen.**

Sie enthalten Spuren radioaktiver Salze, und die Bäder werden gegen die gleichen Erkrankungen genommen wie die Bäder der warmen Quellen.

Stärkere radioaktive Quellen konnten bisher festgestellt werden; vor allem: die Felperquelle bei Steinach und die Quelle des alten Dorfbrunnens bei der Brandbergkapelle in Mayrhofen; dann in der Umgebung von Meran (Tscherm's), im Willhöftal bei Klausen (Bad Froß) und im Antholzer Tal (Salomonsbrunn).

## **Wasser.**

Der wichtigste Schatz des Bodens ist das Wasser. Nur seine Verwendung als Kraft-(Energie-)quelle sei noch kurz erwähnt.

Das Gefälle der Bäche und Flüsse wird seit den ältesten Zeiten ausgenützt. Alte Urkunden erzählen von Stampfen, Mühlen und Sägen, von der Verwendung der Wasserkraft bei Schmelzwerken, Schmieden und Eishämmern.

Größte Bedeutung gewannen die Wasserkräfte des Landes erst durch die Erfindung der Turbinen, die die Kraft des Wassers ungleich besser ausnützen als die alten Wasserräder, und der Dynamomaschinen, die die Wasserkraft in elektrischen Strom verwandeln.

Fast jede Dorfgemeinde hat heute ihr eigenes elektrisches Werk.

Großkraftwerke sind das Achenseewerk bei Jenbach mit über 124.000 Pferdekraften (PS), das Marlinger Werk bei Meran mit 40.000 PS und das Karadaunwerk bei Bozen mit 400.000 PS.

Die Kraftwerke geben den Kraft- und Lichtstrom für die Dörfer und Städte, sie betreiben die Lokomotiven der Bahnen, und dicke Leitungsdrähte führen die überschüssige Energie den Industriebezirken Deutschlands und Italiens zu.

Beobachtungen im Heimateorte und auf Wanderungen.

1. Erzählt man von alten Bergwerken? Erinnern Sagen an einstigen Bergbau? Sind Schutthalben von alten Gruben vorhanden?

2. Was für Bausteine werden bei Bauten verwendet (Schulhaus, Kirche, Bahnhof, Kapellen u. a.)? Gibt es Steinbrüche? Woher holt man den Straßenschotter? Den Schotter für Beton? Den Sand? Den Lehm? Aus was für Gesteinen bestehen die Grabdenkmäler und die Randsteine der Straße? Woher stammen diese Steine? Welche Mineralien findet man im Heimateorte? Beachte die Bildung der Tropfsteine in Grotten, in Höhlen, auch in Bahndurchlässen, wenn darüber Kalkschotter liegt! Gibt es auch Mineralquellen? Wo entspringen sie?

3. Wo stehen die Mühlen, Schmieden, Sägewerke und das Elektrizitätswerk?

## Bilder aus der Geschichte des Heimatbodens.

### Urzeit der Erde.

Die Urzeit der Erde liegt im Dunkel. Man nimmt an, daß unser Planet anfangs als glühender Gasball um die Sonne kreifte. Die feurige Kugel kühlte sich im eisigkalten Weltenraum allmählich ab, wurde feuerflüssig und bekam endlich eine Rinde aus festem Gestein, das vielleicht dem Granit ähnlich sah.

Dieser Zustand währte ungezählte Jahrmillionen. Dann kam die große Wandlung. Infolge der fortschreitenden Abkühlung konnte die Lufthülle das Wasser nicht mehr tragen. Der Wasserdampf verdichtete sich teilweise und fiel als Regen zur Erde. Es bildeten sich zunächst flache Meere, da es auf der festen Erdrinde wahrscheinlich noch keine großen Erhebungen und Tiefen gab; der Orgelton der Brandung ertönte zum erstenmal gegen den Himmel.

Mit der Brandung des Meeres begann auch schon die Zerstörung der Erdrinde. Sand und Schlamm setzten sich auf dem Boden des Urmeeres ab und verfestigten zu hartem Gestein.

Die Abkühlung der Erde ging stetig weiter. Der Erdkern zog sich zusammen. Die Erdrinde war nun zu weit. Einzelne Teile derselben sanken ein, andere wurden zusammengepreßt und emporgestaut. Es entstanden die ersten Gebirge.

Wie die brodelnden Regen die Erdrinde zerstörten, wie und wo die ersten Gebirge sich aufstürmten, wann das Wort des Schöpfers die ersten Lebewesen erweckte und wie diese aussahen, dies alles wird wohl immer verschleiert bleiben, denn die Schichten des Urmeeres wurden nachträglich so verändert, daß ihr früherer Zustand nirgends mehr zu erkennen ist.

# Altertum der Erde.

## Die Kohlenschiefer am Steinacher Joch.

Dunkle Schiefer am Steinacher Joch bergen die ältesten Pflanzenreste im Heimatboden, und zwar kleine Lager von Steinkohlen und Stengel- und Blattabdrücke einer längst vergangenen Pflanzenwelt. Die verwitterten Schiefer bilden eine schwarze, leicht zerreibliche Masse, die „Nöflacher Erde“, die in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts abgebaut und zum Färben des Tabaks verwendet wurde.

Die Geschichte der Kohlenschiefer führt uns zurück ins Altertum der Erde, in die Steinkohlenzeit.

Zu Beginn dieses Zeitalters waren noch weite Teile Europas vom Meere bedeckt. Dann tauchten große Landmassen auf. Auch unsere Heimat wurde damals Bergland, und die Flüsse schleppten, so wie heute, Stein, Sand und Schlamm von den Bergen herab in die Niederungen.

Eine üppige Pflanzenwelt bekleidete den Boden. Wärme und Feuchtigkeit förderten deren Wachstum. Zwar fehlten noch die Blütenpflanzen, aber die blütenlosen erreichten ihre größte Entwicklung. An den Sümpfen streckten baumartige Farne ihre zwei bis drei Meter langen Wedel in die Luft. Schachtelhalme mit hohlem, geripptem Stamm und quirlförmig gestellten Blättern umsäumten als schattenlose Halmwälder die Waldmoore und Ufer. Verwandte unserer Bärlappgewächse, die Schuppen- und Siegelbäume, bildeten weite einförmige Wälder. Sie waren die fremdartigsten und auffallendsten Pflanzen jener Landschaft. Die Schuppenbäume hatten keinen eigentlichen Gipfel. Der Stamm gabelte sich in der Mitte in zwei dicke Äste, diese teilten sich wieder und so ging es noch einige Male weiter. Um ihren Stamm und ihre Äste standen lange, schmale, borstenförmige Blätter. Die Siegelbäume hatten ähnliches Aussehen, nur waren sie weniger verzweigt. Ihre scharf ausgeprägten Blattnarben glichen Siegelabdrücken. Kleinere blütenlose Pflanzen schwammen auf der Wasserfläche der Tümpel und Seen.

In den einsamen, blumenlosen Wäldern lebte eine ärmliche Tierwelt. Im Schlamm der Sümpfe krochen molchartige Tiere umher, die in mancher Hinsicht den Eidechsen und Krokodilen ähnlich sahen. Eine größere Rolle spielten die Fische. Sie besaßen noch ein knorpeliges Rückgrat und ihr Körper war mit nebeneinanderliegenden, glän-

zenden Schmelzschuppen oder größeren Panzerplatten bedeckt. In den Schlupfwinkeln des Bodens hielten sich die lichtscheuen Schaben und Spinnen, Skorpione und Asseln verborgen. Die Fliegen und Bienen, die Käfer und Schmetterlinge fehlten noch gänzlich. Kein Vogel sang in den Baumkronen sein fröhliches Lied und kein Säugetier streifte in den Wäldern umher.

Die Kohlenschiefer am Steinacher Joch sind in Flußgeröll eingebettet, nicht eine einzige Versteinerung von Meerestieren ist bisher in ihnen gefunden worden. Man kann sich vorstellen, daß die Flüsse aus dem Berglande Geröll, Sand und Schlamm nach den Niederungen führten und die zusammengeschwemmten Pflanzen darin begruben. Die Pflanzen, von der Luft abgeschlossen, verkohlten im Laufe der Jahrtausende ähnlich wie das Holz im Kohlenmeiler. Die Schlammdecke verfestigte sich zu hartem Schiefer, in dem die Abdrücke der Blätter, Zweige und Baumstämme bis auf die feinsten Fasern erhalten blieben.

Eine spätere Zeit preßte die Kohlenschiefer empor und schob sie über die jüngeren Kalksteine hinweg (Steinacher Decke). (S. 31.)

## **Die Bozner Porphyrlatte und der Grödner Sandstein.**

Der Vesuv galt einst als ein Berg wie viele andere. Gras wuchs auf seinem Gipfel und ausgezeichneter Wein an den Hängen. Da erbebte im August des Jahres 79 u. Z. auf einmal die Erde, eine weißleuchtende Wolke stieg aus dem Berg empor, dunkle, mit vulkanischer Asche beladene, folgten. Es wurde mitten am Tage finster wie in der Nacht. Aus den Wolken strömte der Regen und fielen Asche und Steine. Über den Hang floß ein glühender Lavastrom. Das fürchterliche Schauspiel dauerte anderthalb Tage. Dann wurde der Himmel wieder klar, aber drei Städte am Fuße des Berges, Pompeji, Herculaneum und Stabiä waren verschwunden. Sie lagen sechs bis zwanzig Meter tief unter der vulkanischen Asche begraben.

Mächtige feuerspeiende Berge, sicherlich viel schrecklichere noch als der Vesuv, dampften einmal auch in der Gegend des heutigen Bozen. Spalten taten sich auf und aus ihnen flossen mächtige Ströme feuriger Lava, die die Nacht taghell erleuchteten. Die Zeit liegt allerdings sehr weit zurück, viele, viele Millionen Jahre. Keine Dörfer und Städte gab es damals und keine Menschen bevölkerten noch den weiten Erdkreis.

Als diese unruhige Zeit einsetzte, war das alte Alpengebirge der Steinkohlenzeit bis auf niedrige Hügelfetten abgetragen. Feuerflüssige Massen durchbrachen die Schiefer. Eine Lavadecke legte sich über die andere. Dazwischen breiteten sich dicke Schichten von vulkanischer Asche, die das Wasser in steinharten Schlamm, zu Tuffen, verwandelte. Öfters wiederholten sich die Ausbrüche, bald hier, bald dort, nicht immer an der gleichen Stelle.

Die Tätigkeit des Vesuv war gegenüber diesen Vulkanen nur ein Kinderspiel. Denn gewaltig sind die Porphyr- und Tuffmassen, die damals dem Erdbinnern entquollen; die Porphyrplatte reicht heute noch vom Kollepaß in den Dolomiten bis Meran und von Waiblinger bis Trient, und die dunklen Tuffe, oft wie Sandsteine aussehend, liegen als breite Bänder zwischen den Porphyrfelsen, Höfe und Gluren tragend.

Dann begann wieder eine ruhigere Zeit. Die Verwitterung setzte ein. Die Oberfläche des Porphyrs zerfiel in Schutt und Geröll und weiter zu Sand und Ton. Der Verwitterungsschutt wurde vom Wasser verfrachtet und dadurch die feineren Teilchen von den gröberen gesondert. Die Sande erhärteten nach und nach zu festem Gestein, dem roten Gröbner Sandstein. Der tonige Sand war anfangs nicht rot, sondern gelbbraun, ähnlich wie unser Lehm meist ist. Aber als sich der Sandstein bildete, war eine sehr trockene Zeit, wie heute in den Wüsten. Und da der Sand durch Jahrtausende der trockenen Luft ausgesetzt war, gab das Brauneisen, das im Sand enthalten war, das Wasser an die Luft ab und wurde rot, wie der graue Ziegeltehm im Ofen.

In der großen Trockenheit konnte sich wohl keine reiche Tier- und Pflanzenwelt entfalten. Man fand bisher nur Reste eines Nadelbaumes im Sandstein bei Neumarkt. Diese Bäume, man nennt sie *Walchia*, sahen unseren Schirm- oder Zimmertannen, den *Araukarien*, ähnlich, deren Heimat die südliche Halbkugel der Erde ist.

# Mittelalter der Erde.

## Der Salzberg von Hall.

Alte Handschriften berichten, daß der Hohenstaufe Friedrich II. im Jahre 1217 seinem „Getreuen und Fürsten Bertold, dem erwählten Bischof zu Brixen“, die Solquellen von Thaur bei Hall schenkte, die schon seit den ältesten Zeiten zur Gewinnung von Salz benützt worden waren. Sechzig Jahre später (1280) entdeckte Niklas Ritter von Rohrbach, dessen Denkmal im Salinenpark zu Hall steht, den festen Kern des Salzberges. In das 13. Jahrhundert reicht also die bergmännische Gewinnung des Salzes zurück.

Die „Gottesgab des Salzbergs“ schlummert aber schon viele Jahrmillionen im Schoße der Erde. Ihre Geschichte führt uns zurück an den Beginn des Mittelalters der Erde.

Es herrschte damals ein warmes Klima. Die schlammigen Ufer umsäumten noch immer hohe Palmwälder, an den Sümpfen wucherten die Farne und an die Stelle der Schuppen- und Siegelbäume waren die Araukarien getreten, die der Trockenheit besser widerstehen konnten.

Unsere heutigen Kalkberge standen noch nicht, an ihrer Stelle flutete das Meer. Die Flüsse verfrachteten von niedrigen Hügelketten im Norden den Verwitterungsschutt an die Küste und lagerten ihn dort ab. Schuttkegel von Sand und Ton schoben sich immer tiefer ins Meer hinein. An feichten Buchten verebhten die Wellen des Meeres Sandwälle, vom Meere abgelagert, engten die Buchten immer mehr ein und schnürten sie stellenweise ganz vom offenen Meere ab. (S. 96.)

Wie in den Salzgärten des Adriatischen Meeres verdunstete das Wasser in der abgeschlossenen Bucht. Die Fluten des Meeres überstiegen wohl noch öfters die trennenden Sandwälle und füllten die großen „Salzgärten“ wieder auf. Das Austrocknen vermochten sie aber nicht zu hindern. Das Wasser der Bucht wurde immer salziger und dichte endlich zu einer scharfen Lauge ein, in der kein Leben mehr möglich war. Die Bucht wurde zum „Toten Meer“

Die im Wasser gelösten Salze schieden nach und nach als Kristalle aus. Wie feiner Staubregen rieselten sie auf den Boden, Schichte um Schichte, erst der schwer lösliche Gips, dann das Steinsalz. Unterbrachen heftige Regengüsse die lange Trockenheit, so schwellen die halbversiegten Bäche wieder an und lagerten zwischen und über die Salzschichten tonigen Schlamm ab.

Endlich, nach langen Jahrtausenden, war die Bucht ausgetrocknet. Salzführende und salzfreie Schichten bedeckten in regelloser Folge den Boden. Die wasserzurückhaltenden Tonschichten hinderten den Zutritt des Wassers und schützten den kostbaren Bodenschatz vor dem Auslaugen.

Der Aufstau der Alpen hob auch das Salzlager viele hundert Meter in die Höhe. Den waagrecht liegenden Schichten von Gips, Steinsalz und Ton erging es dabei wie den Kalksteinen. Sie zerbrachen, wurden ineinander und übereinander verschoben. Das Wasser drang durch entstandene Klüfte und Spalten ein, löste das Salz zum Teil auf, führte es fort oder setzte es in den Tonschichten wieder ab. Trümmer von Kalk und Sandstein stürzten in die entstandenen Hohlräume. So bildete sich eine formlose Masse von salzigem Ton und Gips, das Haselgebirge, in dem Nester von reinem oder gefärbtem Steinsalz liegen.

Ein Besuch im Salzberge zeigt uns, wie mächtig das Lager ist. Wie in einer unterirdischen Stadt laufen Haupt- und Nebenstraßen, die Stollen, kreuz und quer nach allen Richtungen. Hohe Stiegen mit Hunderten von Stufen verbinden die Stockwerke (Horizonte) miteinander. Die schmalen Gassen münden in breite Plätze aus, wo sich in Gruben kleine Salzseen sammeln.

Die Sole wird durch Auslaugen des Salztones gewonnen. Wo größere Nester von reinem oder buntem Steinsalz vorkommen, wird dieses mit Pickeln gebrochen, in den Salzseen aufgelöst und dann in Holzröhren nach Hall geleitet.

Die Bergknappen haben den Salzberg bereits in einer Länge von zwei Kilometer, einer Breite von 800 Meter und einer Tiefe von 350 Meter durchbohrt, die Grenzen der salzführenden Schichten wurden noch nicht erreicht.

Die sandige Unterlage des Salzberges bildet der rote Sandstein. Sein dunkles Rot leuchtet im Glanz der Abendsonne von der Vinkl-alpe ober Thaur, und rot gefärbte Wege bezeichnen sein Vorkommen auch im Höttinger Graben und an anderen Stellen der Innsbrucker Nordfette.

## Die Erbauer der Kalkberge.

Bilder: Tafeln 1 u. 2.

Der aufmerksame Wanderer findet in den Gesteinen der Kalkberge nicht selten Schalen und Gehäuse von Meerestieren, manchmal auch die sternförmigen Fußplatten der Korallen oder die Röhrcchen von

winzigen Meerespflänzchen, den Kalkalgen. Wie sind diese kalkigen Gerüste in den harten Fels hineingekommen?

Wo heute die Alpen sich aufstürmen, lag im Erdmittelalter ein Meer, bevölkert von zahllosen Muscheln, Schnecken, Armsüßern und Ammonshörnern. Korallen bauten schroffe Risse und kalkabscheidende Algen halfen dabei.

Die Muscheln und Schnecken waren den Formen von heute ähnlich. Die Armsüßer oder Lochmuscheln bewohnten in Massen die Tiefen des Meeres. Ihren Körper bedeckte eine zweiflappige Schale. Mittels eines Stieles, der durch ein Loch heraustrat, konnten sich die Tiere an anderen Gegenständen festsetzen. Die Ammonshörner glichen mit ihren Fangarmen am Kopfe den Tintenfischen, namentlich dem Nautilus oder Perlboot. Sie besaßen ein meist spiralförmig gewundenes Gehäuse, das aus mehreren Kammern bestand. In der größten, vorderen, befand sich der weiche Körper. Der Schlamm, der die leere Schale der abgestorbenen Tiere ausfüllte und dann erhärtete, bewahrte uns ihre Form getreulich auf. (Tafel 1.)

Die eigentlichen Felsbildner, die Erbauer des Wettersteinkalkes und des Dolomites, aber waren die Korallen und Kalkalgen.

Die Korallen sind kleine Tierchen, die an seichten Stellen der warmen Meere leben, wo die Temperatur nie unter 20 Grad Celsius herabsinkt. Ihr Körperchen ist schlauchartig und sitzt mit einem Ende, dem Fuße, an der Unterlage fest. Die Mundöffnung am freien Ende ist von winzigen Fangarmen umstellt. Der Fuß scheidet eine sternförmige Kalkplatte ab, die dem Tierchen festen Halt gibt. (Tafel 2.) Die jungen Tierchen sprossen am Körper des Muttertieres wie Knospen an den Zweigen hervor und bleiben mit ihm in Verbindung. So entstehen Tierstöcke (Kolonien), die Krusten oder zierliche Bäumchen und Sträucher bilden, an denen die einzelnen Tierchen wie weiße, gelbe, rote oder blaue Blütensterne leuchten. Die Bauten der Korallen wachsen immer weiter in die Höhe, bis sie den Wasserspiegel erreichen. In Tiefen unter vierzig Meter sterben sie ab.

Die Kalkalgen sind kleine Pflänzchen. Sie treiben zu Milliarden in den obersten Schichten des Meeres frei umher und bilden dort ganze Rasenflächen. Die einzelnen Pflänzchen sind oft nur ein Tausendstel Millimeter groß. Jede Alge steckt in einem winzigen Kalkröhrchen. (Tafel 2.) Die Gerüste dieser Kalkbildner rieseln ohne Unterlaß wie feiner Staubregen in die Tiefe.

Jahrtausende lang wogten die Fluten des Meeres. Die Kalkgerüste

der abgestorbenen Tiere und Pflänzchen fielen zu Milliarden zwischen die Bauten der Korallen auf den Meeresgrund, Schichte auf Schichte. Die Brandung des Meeres schüttelte die kleinen Gehäuse durcheinander und zerrieb sie zu Kalkschlamm. Die oberen Schichten drückten auf die unteren, und im Laufe der Zeiten erhärtete der weiche Kalkschlamm zu einer einheitlichen Gesteinsmasse, die kaum mehr Spuren von Lebewesen erkennen läßt. Das Bittersalz, das im Meere stets aufgelöst enthalten ist, wirkte auf den kohlen sauren Kalk ein und verwandelte ihn an manchen Orten in Dolomit. Diese stoffliche Veränderung verwischte die ohnehin spärlichen Spuren fast vollständig.

Wie konnten aber die Bauten dieser Kalkbildner viele hundert Meter hoch werden, wenn sie nur in seichten Meeren leben können? Sie bauten auf sinkendem Meeresgrund. Der Boden senkte sich unmerklich langsam in die Tiefe, und in gleichem Maße, wie der Boden sank, stiegen die Korallengärten in die Höhe. Erreichten die Bauten der Korallen den Meeresspiegel, so wurde das Wachsen der Riffe unterbrochen, bis eine weitere Senkung erfolgte. So entstanden im Laufe der Jahrtausende Schichten von vielen hundert Meter Höhe.

Die Bedingungen für das Wachstum der kleinen Kalkbildner waren nicht überall gleich, selbst in ganz benachbarten Orten verschieden. An den Küsten und den seichten Meeresstraßen, wo sich der Kalkschlamm mit dem Ton des schlammigen Wassers mischte, lebten keine Korallen, dort entstanden mergelige und tonige Gesteine, im landfernen Meere der reine Kalkfels.

Eine spätere Zeit hob die Schichten des Meeres zu Gebirgen empor.

Unsere Kalkberge sind ein leuchtendes Beispiel, wie die Natur aus Kleinem Großes schafft. Winzig kleine Lebewesen haben zum Aufbau der gewaltigen Kalkberge das Material geliefert, sie ganz allein, nur die Zeit war ihr Helfer.

### Das Werden der Dolomiten.

Zu beiden Seiten des Äquators liegen im Stillen Ozean viele größere und kleinere Inseln, die den Küsten entlang hinziehen oder kreisförmig aus der Tiefsee aufragen. Ihre Außenseite fällt steil ab. Die meisten Inseln sind Riffe, Bauten der Korallen, Kalkalgen und anderer Kalkbildner.

Der Boden dieses Gebietes ist unruhig. Fortwährend erfolgen He-

bungen und Senkungen, allerdings so langsam, daß die dortigen Bewohner nicht Schaden leiden. Es kommt vor, daß bekannte Inseln unter der Oberfläche des Meeres verschwinden und neue daraus emporsteigen. Zahlreiche Vulkane schleudern von Zeit zu Zeit vulkanische Asche aus und Lavaströme ergießen sich über den Meeresgrund.

Ganz ähnlich mag es einmal im Gebiete der heutigen Dolomiten ausgesehen haben.

Am Ende des Altertums war bereits die Porphyrrplatte vorhanden und über ihr lag der rote Sandstein, ihr Verwitterungsschutt. Dann senkte sich das Land. Ein flaches Meer brach von Süden her in das Gebiet ein und herrschte hier durch viele Jahrtausende, fast das ganze Mittelalter hindurch. Die Korallen bauten an seinen vielgestaltigen Küsten Riffe. Es bildeten sich gewaltige Vulkane, besonders im westlichen Teile der heutigen Dolomiten, die ungeheure Mengen vulkanischer Asche und glühender Lava (Augitporphyre und Melaphyre) austießen. Darauf senkte sich allmählich das Meeresbecken und Hand in Hand damit ging das Wachsen der Korallengärten nach oben, der Wasseroberfläche entgegen. Die Tiefen des Meeres füllten sich immer mehr mit Kalkstein (Schlerndolomit) und vulkanischem Material. Die lockere Asche verwandelte sich in zähen, steinharten Schlamm, in Tuff.

Noch bevor alle Bausteine der Dolomiten gebildet waren, erlosch die vulkanische Tätigkeit. Auch die Bildung von Rifffalk setzte vorübergehend aus. Mergelige Gesteine, die Raibler Schichten, kamen zum Absatz. Dann senkte sich das Land neuerdings, besonders im östlichen Teile, und neue Kalkmassen türmten sich übereinander (Dachsteinfalk).

Nun stand das Baumaterial der Dolomiten bereit. Das Land hob sich, das Meer floß ab. Die Kalkschichten und vulkanischen Massen wurden hoch emporgehoben, teilweise zerbrochen, aber nur wenig gefaltet.

Raum waren die Berge an die Oberfläche des Meeres getreten, setzte schon ihre Zerstörung ein.

Die weichen Tuffe, im westlichen Teil des Gebietes, verwitterten rasch und lieferten fruchtbare Erde, die sich mit Wald und guter Weide überzog (Geiser Alm, Grödner Joch), während die harten, widerstandsfähigen Rifffalk, die zwischen den Tuffen eingebettet lagen, als kahle, schroffe Felsstöcke stehen blieben (Geislerspitzen, Sella, Langkofel, Schlern u. a.).

Im östlichen Teil der Dolomiten, zwischen dem Gadertal und Am-

pezzo, wo die Tuffe fehlen und der Dachsteindolomit mit dem Kalk des Unteren Jura die Gipfel aufbaut, schuf die Verwitterung ähnliche Formen wie in den Bergen der Nördlichen Kalkalpen: Klotzige Kalkmauern, scharf gezackte Grate, gewaltige Schutthalden, weithin ohne jeden Pflanzenwuchs. (S. 48.)

### Die Ölschiefer von Seefeld.

Die Sage erzählt, daß der Riese Haymon, der mit Dietrich von Bern nach Worms zog, bei Seefeld den Riesen Tyrfus aus dem Gefolge Kriemhilds erschlagen habe. Das Blut des getöteten Riesen sei in das Gestein gesickert und habe dieses ölhaltig gemacht.

Mit dem Blute ist das Erdöl gemeint, das aus dunklen Mergelschiefern bei Seefeld gewonnen wird. Diese Schiefer, die sich von der Reitherspitzengruppe über Seefeld und mit Unterbrechungen bis ins Lechtal hinziehen, sind in den Dolomit eingebettet. Man nannte sie auch Brandschiefer, weil sie, angezündet, wie mit Petroleum getränktes Holz brennen.

Was ist nun dieses Erdöl?

Die Ölschiefer von Seefeld enthalten zahlreiche Versteinerungen von altertümlichen Fischen, Schmelzschuppen, so benannt, weil ihre Schuppen mit einer dichten Knochenmasse, dem Schmelz, überzogen sind. Sie haben in großer Zahl das Meer bewohnt, in dem die Kalkalgen und Korallen den Baustoff der Kalkberge bereiteten. Es war nun naheliegend anzunehmen, daß das Öl vom Fett dieser ausgestorbenen Fische herrühre, und man nannte es Fischöl.

Es gibt aber noch eine andere, bessere Erklärung. In Tümpeln und Seen wimmelt es von kleinen Krebsen, Algen und anderen winzigen Lebewesen. Sie treiben frei im Wasser umher und sind so klein, daß man sie nur mit einem Vergrößerungsglase unterscheiden kann. Zu Milliarden sinken ihre Leichen mit dem Schlamm auf den Boden, wo ihre fettreichen Leiber unter Luftabschluß verwesen. Dabei bildet sich Öl, das den Schlamm durchtränkt.

In Amerika, wo die großen Erdölquellen sind, hat man in alten Kalken neben dem Erdöl Gehäuse von Weichtieren gefunden.

Wenn auch die Naturforscher über die Bildung des Erdöls noch verschiedener Ansicht sind, eines scheint festzustehen, daß es durch Verwesung fettreicher Tierleiber oder Pflanzenkörper (Pollenstaub) unter Luftabschluß entstanden sein muß.

Das Fischöl wird bereits im Tiroler Landreime vom Jahre 1560 genannt: „Auf Zirler Perg pricht das Türschenbluet, Bitumen auf latein, gar guet.“ Demnach war das Öl damals schon lange bekannt. Die Ölsteine wurden von den Leuten gebrannt, das Öl aufgefangen und als Heilmittel mehr für Tiere als für Menschen und als Wagenschmiere verwendet. Händler brachten das Erzeugnis in- und außerhalb des Landes. Erst 1839 wurde zur besseren Ausnützung des Ölschiefers die Maximilianhütte bei Seefeld errichtet, die heute noch im Betriebe steht. Die Schiefer werden in eisernen Kesseln erhitzt und die entweichenden schweren hellgelben Dämpfe durch Abkühlen verflüssigt und aufgefangen. Das so erhaltene Rohöl wird dann noch durch Destillieren in seine Bestandteile zerlegt und gereinigt.

Alle Teile finden nutzbringende Verwendung. Das schwefelhaltige Öl wandert als Fischöl oder Ichthylol in die Apotheke, wo aus ihm Heilmittel gegen Hautkrankheiten hergestellt werden. Die schweren Bestandteile dienen als Schmier- und Brennöl für Maschinen und Motoren. Früher verwendete man das Öl auch zur Beleuchtung und zur Erzeugung von Asphalt. Es konnte aber im Wettstreit mit Petroleum und ausländischem Asphalt nicht bestehen.

### Wirbeltiere im Erdmittelalter.

Im Erdmittelalter waren die Kriechtiere die Herren der Schöpfung. Sie machten sich nicht nur das Meer untertan, sondern lebten auch auf dem Lande und erhoben sich in die Luft.

Einige von ihnen besaßen fast völlige Fischgestalt, wie der berühmte Fischeisaurier (Ichthyosaurus). Er wurde zwei bis drei Meter lang und besaß eine lange Schnauze mit stark bezahnten Kiefern. Zum Schwimmen dienten die flossenförmigen Beine, die hohe Rückenflosse und die ungleich geteilte Schwanzflosse.

Eine andere Form mit flossenartigen Beinen waren die Schlangeneisaurier. An einen kurzen gedrunghenen Körper setzte ein langer Schwannenhals mit einem schmalen Eidechsenkopf an.

Dazu gesellten sich große Schildkröten und Krokodile. Die Krokodile glichen etwa dem Gavial, der im Ganges lebt. Sie konnten sich mit ihren kurzen Vorderbeinen nur unbeholfen auf dem Lande fortbewegen. Ein knöcherner Panzer bedeckte Rücken und Bauchseite.

Die Landeisaurier bewohnten die sumpfigen Ufer mit den baumhohen Salmwäldern und den riesigen Farnkräutern. Sie waren bei uns

meist kleinere Tiere, während in Amerika zum Beispiel riesige Formen von 15 bis 20 Meter auftraten.

Manche kleinen Saurier erhoben sich wie Fledermäuse in die Luft. Diese merkwürdigen Tiere hatten einen Schädel mit bezahntem Schnabel und eine dünne Flughaut, die sich zwischen dem Rumpfe und einem verlängerten Finger ausspannte. Ihre Knochen waren, wie bei den Vögeln, mit Luft erfüllt.

Es gab aber auch schon wirkliche Vögel mit Federn. Sie hatten die Größe einer Taube, Knochen ohne Luftraum, einen langen befiederten Eidechsen Schwanz, richtige Vogelflügel und einen zahnbewehrten Schnabel.

Trotzdem herrschte in jener Zeit noch Totenstille auf dem Lande und auf dem Wasser. Kein Vogel ließ noch seine Stimme hören und kein Säugetier stieß einen Schrei aus.

Gegen Ende des Mittelalters verschwanden die Saurier, sie starben aus. Säugetiere und Vögel traten nach und nach an ihre Stelle.

## Die Neuzeit der Erde.

### Die Braunkohle von Häring.

Vor etwa 200 Jahren entdeckte der Bergknappe Jakob Weindl aus Brizlegg das Kohlenflöz von Häring. Bald darauf setzte der Abbau ein. Es mag den Bergleuten gar seltsam vorgekommen sein, als sie in den Mergelschiefeln Abdrücke von Pflanzen fanden, die heute nur noch in südlichen Ländern vorkommen: Blattabdrücke von Feigen und Kastanien, von Zypressen und Araukarien, von immergrünen Myrten und Stechpalmen und insbesondere auch von prächtigen Fächern einer Palme. Solche Pflanzen konnten nur in einer Zeit gedeihen, in der die Sonne wärmer leuchtete und milde Winter mit warmen Sommern wechselten. Es war dies das Tertiär, die Braunkohlenzeit.

Die Berge waren emporgestiegen und hatten das Meer aus unseren Tälern vertrieben. Das Alpenland war schon in den jetzigen Umrissen vorhanden. Nördlich und südlich des Alpengebirges flutete noch das Meer, von dem eine Bucht auch ins Inntal hereinreichte. Sie gabelte sich unterhalb Ruffstein. Ein Arm erstreckte sich innaufwärts bis in die Gegend von Wörgl, der andere ging über Walchsee nach Kössen. Am Küstensaume bauten zwar keine Korallen mehr ihre Riffe, aber

es herrschte noch immer ein warmes Klima und eine südliche Pflanzenwelt wuchs an den Ufern.

Zypressen und Mammutbäume standen zwischen immergrünen Eichen, Edelkastanien, Feigenbäumen, Myrten und herrlichen Palmen mit breiten Fächerkronen. Neben ihnen hatten sich auch die Bäume unseres Laubwaldes ihren Platz gesichert, die Buchen und Ahorne, die Pappeln und Ulmen. Föhren, Tannen und Fichten bildeten an den Hängen, so wie heute, ausgedehnte Wälder. Farbenbunte Blumen schmückten den grünen Teppich der Alpenmatten.

Die Bäche schütteten Schlamm und Schutt in die Buchten und verwandelten sie in Sümpfe. Baumstämme, Zweige und Blätter, die hingeschwemmt wurden, fanden darin ihr Grab. Das Holz verkohlte im Laufe der Jahrtausende, und heute fördern die Bergknappen die verkohlten Überreste ans Tageslicht.

Die Bucht wurde auch zum Grab vieler Muscheln, Schnecken und anderer niederer Lebewesen und der erhärtete Schlamm ihr Steinsarg (Slischiefer).

Eine spätere Zeit hob die Schichten noch mehrere hundert Meter in die Höhe, preßte und faltete sie.

### Die Tierwelt der Braunkohlenzeit.

Die Mergel von Häring geben uns über die Tierwelt jener Zeit wenig Aufschluß. Sie enthalten nur Abdrücke und Versteinerungen von Muscheln und Schnecken und anderen niederen Tieren. Überreste von Wirbeltieren fehlen fast ganz, nur Haifischzähne wurden gefunden. Der Heimatboden birgt auch an anderen Orten davon keine Spuren. Die Gletscher der Eiszeit haben sie verwischt. Wohl aber fand man am Bodensee, in der Steiermark und bei Wien zahlreiche knöcherne Überreste von höheren Tieren, die uns einen Einblick in das Tierleben im Braunkohlenalter gewähren.

Die Saurier waren ausgestorben. Säugetiere und Vögel bevölkerten nun die Erde. Sie glichen schon ganz ihren noch jetzt lebenden Nachkommen, keine wichtige Familie fehlte.

Trotzdem gab es auch seltsame Formen, vor allem unter den Säugetieren.

In den Urwäldern hauste das Schredenstier, das Dinotherium, ein Verwandter des Elefanten. Zwei hauerartig nach abwärts gekrümmte Stoßzähne ragten aus seinem Unterkiefer.

In seiner Gesellschaft lebte der ihm ähnliche Mastodon-Elefant, bei dem beide Kiefer mit Stoßzähnen bewaffnet waren.

Die sumpfigen Ufer belebten Flußpferde, Nashörner und Tapire. An den Flüssen lauerten Krokodile auf Säugetiere, die zur Tränke kamen, und große Schildkröten sonnten sich im Uferschlamm.

Weit verbreitet waren die Huftiere. Herden von Büffeln, wilden Rindern, dreizehigen Pferden und geweihlosen Hirschen jagten in den Wäldern umher. Die südlichen Küstenwälder der Alpen bewohnten auch Scharen von großen Affen.

Ein Heer befiederter Säger huschte durch die dichten Laubkronen der Wälder. Hühner durchsuchten den Waldboden nach Samen und Kerfen. Scharen von Reiher, Störchen, Flamingos und Pelikane bevölkerten die Ufer der Flüsse und des Meeres.

Heute lebt noch eine ähnliche Tierwelt auf Sumatra und Borneo. Die Elefanten und Nashörner, die Tapire und Schweine, die Affen und Zibethkazen dieser Inseln sind gleichsam die Reste jener Tierwelt, die im Braunkohlenalter unser Alpenland bewohnten.

### Die Höttinger Breccie.

Unter der Hungerburg bei Innsbruck erheben sich die turmhohen Wände des Höttinger Steinbruches. Seine prächtigen Quadern bildeten durch Jahrhunderte den Baustein von Innsbruck.

Zur Zeit Kaiser Maximilians hieß dieser Baustein Nagelfluh oder Nagelstein. Der Name Breccie, Bruchwerk, stammt von italienischen Arbeitern, die das Gestein in ihrer Muttersprache so nannten, weil es aus festverfitteten, edigen Gesteinstrümmern besteht.

Die Bildung der Höttinger Breccie erfolgte in der mittleren Zwischenzeit.

Der Gletscher hatte sich wieder aus dem Inntal zurückgezogen, und seine lehmigen Überbleibsel, die Moränen, bedeckten bis hinauf zur Höttinger Alpe den Hang. Die Pflanzenwelt war damals nicht viel anders als heute. Es wuchsen Haselnußsträucher und Erlen, Weiden und Pappeln, Ahorne und Buchen, Bergulmen und Linden und die Nadelbäume unserer Wälder, die Föhren, Tannen und Fichten. Dazwischen gab es Johannisbeeren und Erdbeeren, Schneeballsträucher und Eiben, Weinreben und Efeu. Das Laubholz herrschte vor. Aber auch einzelne fremde Arten hatten sich angesiedelt, die heute in unserer Gegend wild nicht mehr gedeihen würden: die Pontische Alpen-

rose mit ihren schönen und großen violetten Blütensträußen, ein immergrüner Kreuzdorn und der Buchsbaum mit seinen lederartigen Blättern.

Schutthalben von Wettersteinkalk, Muschelnkalk und rotem Sandstein bedeckten den Hang der Nordkette. Feste Regengüsse durchweichten die Schuttmassen und brachten sie ins Rutschen. Muren und Bergstürze gingen nieder und häuften Schichte auf Schichte. Toniger und kalkiger Schlamm verkitteten die losen Trümmer zu festem Fels, zur Breccie. Sie bewahrte uns in zahlreichen Abdrücken auch die Formen der Pflanzen auf, die den Hang in jener Zeit bekleideten.

Die Breccie reicht vom Fuß des Hanges bis über 1500 Meter empor, und man hat berechnet, daß zu ihrer Bildung etwa ein Kubikmeter Schutt nötig war, Baumaterial genug, um mehrere Städte von der Größe Innsbrucks aufzubauen. Von der Breccie ist nur mehr etwa die Hälfte vorhanden. Die Bäche haben tiefe Furchen in den Hang gerissen und vom Wasser und Eis wurde viel Schutt fortgeschwemmt.

Die Farbe der Breccie wechselt. Am unteren Hang ist sie rötlich. Dort enthält sie hauptsächlich Gesteinstrümmer, roten Sandstein und dunklen Kalk, die durch rötlichen Schlamm verkittet sind, am oberen Hang ist die Farbe der Breccie weißlich, der rote Sandstein fehlt und als Kitt dient weißer Kalkschlamm.

Die Breccie ist wichtig für die Geschichte des Heimatbodens im Eiszeitalter. Unter ihr und über ihr liegen Moränen, ein untrüglicher Beweis, daß mehrere Eiszeiten gewesen sein müssen. Die Abdrücke der Pontischen Alpenrose und anderer wärmeliebender Pflanzen sagen uns auch, daß in der Zwischeneiszeit, da sich die Breccie bildete, ein Klima herrschte, das mindestens ebenso warm war wie heute, vielleicht sogar wärmer.

### Der Inntal-See.

Im Jahre 1931 fand man in der Tongrube am Arzler Kalvarienberg bei Innsbruck die knöchernen Überreste eines 1½ Meter langen Fisches. Nach den Amritzlinien in den feinsandigen Tonplatten kann man annehmen, daß es ein Lachs war.

Wie kam nun dieser große Fisch in die Tonschichten des Arzler Kalvarienberges, 100 Meter über der Sohle des Inntals?

Vor der Eiszeit war von den Mittelgebirgsterrassen nur das felsige Grundgebirge vorhanden. Es bildete bei Innsbruck im Süden eine flache Felsmulde, durch niedrige Felsrücken vom Inntal getrennt, im Norden eine felsige Hangleiste, die durch die Höttinger Breccie in der mittleren Zwischeneiszeit um etwa 80 Meter erhöht worden war.

Da stieß der Inngletscher neuerlich vor. Die ungeheure Last des Eises oder Spannungen in der Erdrinde bewirkten eine leichte Einwölbung des Gebirges, ein Einsinken gegenüber dem Vorland der Alpen. Auch das Inntal senkte sich. Der Talboden von Innsbruck kam tiefer zu liegen als der von Wörgl. Das mittlere Inntal bildete eine große Wanne.

Als die Eismassen schwanden, füllten die Schmelzwasser die Wanne aus. Sie verwandelte sich in einen See. Er erstreckte sich von Jenbach bis nach Imst und war etwa 200 Meter tief. Das Wasser des Sees übersflutete die Fels terrassen des Mittelgebirges und reichte bis in die Gegend von Steinach ins Silltal hinein. Die Lanser Köpfe überragten nur wenig den Wasserspiegel und der Schutt der Höttinger Breccie war in ihm ertrunken. In diesem See räuberte auch der Fisch, dessen Skelett gefunden wurde.

Der Inn und seine Nebenflüsse schwemmten ohne Unterlaß Schlamm, Sand und Schotter in den See und füllten ihn auf. Das grobe Geröll verschüttete die Felswannen des Mittelgebirges und die Seitentäler, Sand und Schlamm trübten den See und setzten sich Schichte um Schichte auf seinem Boden ab, erst der Schlamm (Ton), dann die feinen Sande. Die Bäche schoben ihre Schuttkegel immer weiter vor und deckten die feinen Mehlsande und Tone mit einer Lage von gröbereren Flußschottern zu. Bis zur Höhe des Mittelgebirges war das Inntal mit Schottern aufgefüllt.

Nun erfolgte wieder eine leichte Hebung des Alpengebirges. Das Inntal bekam sein früheres Gefälle wieder. Der Inn grub sich in die Schotter ein, und auch der Gletscher der vierten großen Vereisung schob Schutt fort, hinaus ins Alpenvorland. Nur an den Talflanken und über den felsigen Mittelgebirgen blieb viel Schutt liegen (Terrassenschotter). Über ihn breitete der letzte Gletscher noch eine Moränenbede. (S. 58.)

Die Terrassenschotter sind gerade in der Umgebung von Innsbruck weit verbreitet. Sie bedecken das südliche Mittelgebirge, bauen die Terrassen von Oberperfsuß, Weerberg, Rechenhof, Gnadenwald auf,

bilden die Höhen von Hötting und Mühlau, den Arzler Kalvarienberg und reichen weit hinein über Schönberg und Nieders nach Sulzmes und über Matrei nach Steinach.

## Die Pflanzenwelt im Eiszeitalter.

### Vor der Eiszeit.

Im Braunkohlenalter trug der Heimatboden eine südliche Pflanzenwelt. Zypressen und Araukarien, echte Kastanien und immergrüne Eichen, Akazien und Feigen, Palmen und Myrten wuchsen im Tal und an den Hängen.

Gegen Ende der Tertiärzeit nahm die mittlere Jahrestemperatur immer mehr ab, und die Niederschläge mehrten sich. Die Eiszeit bereitete sich vor.

### Während der Eiszeit.

Und als dann die Gletscher vorrückten, erstarb in den Tälern alles Leben. Die anspruchslosesten und widerstandsfähigsten Pflanzen konnten sich noch an den eisfreien Hängen und Kämmen und im Alpenvorland halten, wo sie mit dem Eis um den Boden kämpften. Dort stießen sie mit den Flüchtlingen aus dem hohen Norden zusammen, die das nordische Eis, das von Scandinavien über die Nord- und Ostsee bis in die Mitte Deutschlands vorrückte, vor sich hergetrieben hatte.

In den Zwischeneiszeiten, als die Täler Jahrtausende hindurch eisfrei waren, kehrten viele Pflanzen wieder in ihre alten Standorte zurück. So siedelten sich z. B. in der langen mittleren Zwischeneiszeit im Inntal noch Pflanzen an, die heute an der gleichen Stelle wild nicht mehr gedeihen könnten. (S. S. 121.)

### Nach der Eiszeit.

Nach der letzten großen Vereisung zogen die Pflanzen die breite Straße des schmelzenden Eises, sie folgten den weichenden Gletschern hinauf in den hohen Norden und hinein in unsere Alpentäler. Nach und nach erschienen die Gräser, die Sträucher und dann der Wald.

Wie uns Pflanzenreste in den Ablagerungen der Seen und Moore beweisen, kamen von den Waldbäumen zuerst die frostharten Föhren und Birken. Überall im Lande herrschte der Föhrenwald. Später folgten in höheren Lagen Fichten und Lärchen und im Tal und an den

unteren Hängen der Laubwald: Eichen und Linden, Ulmen und Eschen. Noch später erschienen Tannen und Buchen.

In der warmen Bronzezeit (2000 bis 1000 v. u. Z.), da die Gletscher aus unseren Bergen fast vollständig verschwunden waren, lag die Baum- und Waldgrenze sogar um 300 bis 500 Meter höher als heute, und manche südliche Pflanze überschritt den Brenner und den Reschen.

Seither hat sich unser Wald wieder verändert. Die Eichen sind bis auf kleine Bestände (Stams) den Nadelbäumen gewichen, und auch Buchen, Tannen und Eiben sind stark im Rückgang. An ihre Stelle treten Fichten und Lärchen.

### **Die Veränderungen.**

Der Aufstau des Alpengebirges und das folgende Eiszeitalter haben große Lücken in unsere Pflanzenwelt des Braunkohlenalters gerissen. Viele wärmeliebende Pflanzen fehlen im Innatal nun ganz, und im sonnigen Eschtale sind sie bis auf wenige Arten verschwunden. Fremde Ansiedler aus den Steppen Asiens und dem hohen Norden füllten aber die Lücken aus, weil sie in unseren Bergen die gleichen Lebensbedingungen fanden wie in ihrer alten Heimat. Aus den Steppen Asiens kamen die frostharte Zirbe und der prächtige Silberstern des Edelweiß, aus dem hohen Norden von den bekannteren Pflanzen die kalkliebende Silberwurz und die Bärentraube. Die Forscher wiesen nach, daß unsere Berge fast die Hälfte ihrer Pflanzenwelt mit dem hohen Norden gemeinsam haben.

Im Rofan- und Kaisergebirge und in den Lienzer Dolomiten ist die Pflanzenwelt besonders mannigfaltig und artenreich, weil auf den eisfreien Hängen und Rämmen dieser Gebirgsgruppen wenigstens ein Teil der voreiszeitlichen Pflanzen die rauhe Zeit überdauern konnte und nach der Eiszeit neue Arten aus dem Norden und den östlichen Steppen dazukamen.

### **Die Tierwelt im Eiszeitalter.**

In der Dischoserhöhle im Kaisergebirge bei Ruffstein fand man zahlreiche Knochen eiszeitlicher Tiere, von Höhlenbären, Höhlenlöwen und Höhlenhyänen und von deren Beutetieren, den Steinböcken, Renntieren, Gemsen, Hirschen und anderen. Brauner Lehm, der durch Verwitterung der Wände und Decke der Höhle entstand und die Knochen

bedeckte, schützte sie vor Verwesung. So wurde die Höhle zu einer wahren Fundgrube für unsere Kenntnis der eiszeitlichen Tierwelt.

Noch immer bevölkerte eine seltsame Tierwelt unsere Gegend. In Höhlen und Felsenklüften hauste der Höhlenbär, der zu den gewaltigsten Räubern jener Zeit gehörte und den braunen Bären an Größe weit übertraf. Er schleppte seine Beutetiere in die Höhle und verkroch sich dort, wenn er alt und krank war, um zu sterben. In der Tischoferhöhle fand man Knochenreste von über 200 erwachsenen und 180 jugendlichen Höhlenbären.

In den gleichen Schlupfwinkeln lebten auch die Höhlenhyänen und Höhlenlöwen. Sie glichen ihren Artgenossen im heutigen Afrika. Auch die kleineren Räuber fehlten nicht, der braune Bär, der Wolf, der Fuchs, der Luchs und die verschiedenen Marder. Zu allen diesen gesellten sich noch als fremdartige Gäste der nordische Vielfraß und der Eisfuchs.

Die Lichtungen der Wälder durchstreiften das Mammut und das Nashorn.

Das Mammut glich dem Elefanten, nur war es bedeutend größer. Ein langes rotbraunes Haarkleid bot Schutz gegen die grimmige Kälte. Zwei sichelförmig gebogene, bis 4 Meter lange Stoßzähne ragten aus seinem Maule. Die Zweige und Triebe der Fichten, Weiden und Birken dienten ihm als Nahrung. Die Mammute waren auch bis ins Innthal vorgebrungen, wie vereinzelt Funde von Stoßzähnen in den Terrassenschottern bei Innsbruck und Ruffstein bezeugen.

Das Nashorn, dessen dicke Haut ebenfalls ein wolliger Pelz bedeckte, trug zwei lange Hörner auf der Nase wie sein afrikanischer Verwandter. In den Flußschottern des Inn in Bayern fand man ein vollständiges Skelett.

Auf offener Weide grasten der Wisent und der Auerochs. Der Wisent, der heute in Ostpreußen gehegt wird, um ihn vor dem Aussterben zu schützen, erreichte die Schulterhöhe eines Pferdes und trug einen zottigen braunen Pelz mit langer Mähne. Der Auerochs war ein Vorfahre unseres Hausrindes.

Auch zahlreiche Hirsche gab es in der eiszeitlichen Tierwelt. Im Dickicht der Moore hauste der Elch. Er erreichte die Größe eines Pferdes und trug ein schaufelförmiges, bis 20 Kilogramm schweres Geweih auf dem Kopfe. Blätter und Sträucher, vor allem der Sumpfschilf, bildeten seine Nahrung. Größer noch als der Elch war der Riesen-

hirsch, dessen Geweih fast doppelt soviel wog und über drei Meter spannte.

Steinböcke und Gemsen, Murmeltiere und Alpenhasen, Lemminge und Schneehasen, und insbesondere auch Herden von Renttieren und Wildpferden bevölkerten die großen Weideflächen des Alpenvorlandes und kamen auch herein in die Täler, wie die Fünde in der Tischoferhöhle bezeugen.

Als nach der Eiszeit die Gletscher zurückwichen, zogen Renttiere und Eisfüchse und viele andere wieder nach Norden, woher sie gekommen waren. Steinbock und Gemse, Murmeltier und Alpenhase stiegen, dem schmelzenden Eise nach, hinauf ins Hochgebirge. Ihnen folgten auch die Schneehühner. Braune Bären und Luchs blieben in den dichten Urwäldern der Täler. Mammut, Nashorn und Höhlenbär aber verschwanden. Ihre Geschlechter starben aus.

Als die Menschen dann unsere Täler aufsuchten und sich niederließen, wurden sie mit Haustieren neu belebt. Die Zahl der wild lebenden Arten aber nahm ab. Es verschwanden aus unseren Tälern schon vor vielen, vielen Jahrhunderten die wild lebenden Rinder, im Mittelalter die Elche, zu Beginn des 18. Jahrhunderts die Steinböcke, im 19. Jahrhundert Wolf, Luchs und Lämmergeier, und braune Bären sind nur noch auf das kleine Gebiet des Nonsberges beschränkt.

### Die ersten Menschenspuren.

Die Geschichte der Menschen ist nur ein winziger Zeitabschnitt, verglichen mit der Geschichte der Erde. Wir begegnen den ersten Menschenspuren in den Alpen erst in der letzten Zwischeneiszeit, die etwa 100.000 Jahre zurückliegt. Die Menschen wohnten damals in Höhlen und nährten sich hauptsächlich vom Fleisch der erlegten Tiere. Während der letzten großen Vergletscherung war nur das mittlere Deutschland eisfrei und bewohnt. Doch auch hier folgten strenge Winter auf kurze Sommer. Aber gerade der Kampf gegen Kälte und Eis machte die Menschen hart und tapfer, und es entstand in diesen Gebieten in Zehntausenden von Jahren ein lebensstüchtiges Volk, körperlich kräftig und mit hellem Verstande, die nordische Rasse. Aus wandernden Jägern wurden sesshafte Bauern, die die Art und den Pflug erfanden, Gefäße und Gewebe herstellten, sich Wohnhütten bauten, Tiere züchteten und Getreide pflanzten. Sie lernten dies alles nicht von heute auf morgen. Weit war der Weg vom Grabholz zum Pflug, vom

rohen Stein zur feingeschliffenen Steinart, von der Höhle zur Wohnhütte. Es gehörte größte Tatkraft dazu, immer wieder neue Hilfsmittel zu erfinden und sich in dieser rauhen und harten Umgebung, im Kampfe gegen Eis und Schnee, zu behaupten und durchzusetzen.

Mancher Stamm dieser nordischen Rasse wuchs zu einem menschenreichen Volke heran, das in der Heimat zu wenig Land hatte. So wanderten denn viele aus, zum Teil in ferne Länder: nach Indien, Persien, Griechenland und Italien. An der Sprache der Bewohner dieser Länder erkannte man, daß es verwandte Völker sind. Die Forscher nannten sie Indogermanen.

Indogermanische Völker, die in vorgeschichtlicher Zeit das heutige Deutschland bewohnten, waren die Illyrer, die Kelten und die Germanen.

Die Germanen, das jüngste unter den genannten Völkern, hatten ursprünglich ihren Wohnsitz im Norden Deutschlands, zwischen Weser und Oder, in Dänemark und im südlichen Teil der Skandinavischen Halbinsel. Sie drangen von dort nach Osten, Westen und auch nach Süden, und aus ihrer Vermischung mit anderen indogermanischen Völkern entstanden die verschiedenen Stämme des deutschen Volkes.

### Zeitabschnitte.

Die ersten Einwanderer haben uns keine Bücher oder Schriften hinterlassen, die uns von ihrem Leben und Treiben erzählen könnten, wir besitzen von ihnen nur Waffen und Werkzeuge, die sich an ihren Wohnstätten und in ihren Gräbern erhalten haben. Der Forscher vergleicht diese Funde mit solchen an anderen Orten und bringt dadurch Licht in das Dunkel jener längst vergangenen Zeiten.

Die Entwicklung der Menschen und ihrer Kultur läßt sich am besten an ihrem Werkstoff verfolgen.

Den Ureinwohnern unseres Landes war der Gebrauch der Metalle noch unbekannt. Sie verfertigten ihre Geräte aus Stein, Knochen, Horn und Holz. Die Forscher nannten diese Zeit Steinzeit, sie dauerte etwa bis zum Jahre 2000 v. u. Z. Dann lernten die Menschen Kupfer und Zinn zusammenschmelzen. Das gab die stahlharte Bronze. Durch viele Jahrhunderte gossen sie nun Werkzeuge und Waffen, Gefäße und Schmuck aus diesem neuen Werkstoff. Das war die Bronzezeit, etwa von 2000 bis 1000 v. u. Z. Einen weiteren Fortschritt bildete später die Gewinnung von Eisen aus seinen Erzen. Die Eisenzeit begann. Jetzt leben wir in einer vollkommeneren Eisenzeit.

## Steinzeit.

In Steiermark und in der Schweiz fand man in Höhlen Spuren des eiszeitlichen Menschen: Überreste seiner Mahlzeiten, steinerne Werkzeuge und Waffen, wie Beile, Sägen, Messer, Lanzenspitzen. Diese Geräte waren roh zubehauene Gesteinsplitter und Felsbrocken ohne Schliff und ohne weitere Bearbeitung.

Die Eiszeitmenschen waren Jäger. Sie kamen in der letzten Zwischeneiszeit in die Täler der Alpen und stiegen hinauf ins Hochgebirge, wo ihr Jagdwild, der Höhlenbär, hauste. Die großen Kalthöhlen dienten ihnen als Wohnstätten. Das flackernde Herdfeuer, mit dem Holz der Legföhre genährt, beleuchtete und erwärmte Tag und Nacht den düsteren Raum. Ob die Bärenjäger einst auch in unseren Tälern dem Höhlenbären nachstellten, wissen wir nicht. Der Heimatboden bewahrte uns keine Spuren auf.

Sicher aber wissen wir, daß in der jüngeren Steinzeit, etwa um das Jahr 2000 v. u. Z. schon Menschen unser Land betreten hatten. Sie waren von Süden und von Norden her, durchs Etsch- und Innthal, in das unheimliche Reich der Berge eingedrungen. Der Bergseggen der Alpen lockte sie an. Da gab es reichlich harte Gesteine, wie man sie zur Herstellung der Werkzeuge brauchte, glänzende Kristalle, die als Schmuck gesucht waren, und viel Kupfer, das sie aber noch nicht zu gewinnen und zu verarbeiten verstanden.

Das Land bildete noch eine Wildnis. Auwald bedeckte die Talebenen, Urwald die Hänge. Bären und Wölfe, Füchse und Luchse, Wildkazen und Marder stellten den Hirschen und Rehen und den Hasen und Gemsen nach. Steinadler und Lämmergeier kreisten hoch in der Luft, Wisent und Auerochs ästen auf den Waldblößen.

In der jüngeren Steinzeit war das Land noch sehr spärlich besiedelt. Im Innthal stieß man bisher nur auf wenige Spuren, auf keine Wohnstätte, sondern nur auf Einzelfunde: die Steinbeile von Ried, Landeck, Grins, Hötting, Matriei und Unterangerberg.

In den benachbarten Gebieten, besonders auch im gesegneten Etschlande, fanden sich viele Überreste von Wohnstätten, die es uns möglich machen, die Lebensweise der ältesten Vorfahren kennen zu lernen.

Da die Talböden versumpft waren, hausten sie in den Mittelgebirgen, vor allem auf steilen Felsvorsprüngen oder einzeln stehenden Hügeln, weil sie leichter gegen Überfälle zu verteidigen und meistens auch sonnig gelegen waren (St. Hippolyt bei Meran, Eppan, Schloß Sigmundstron, Stufels bei Brixen, St. Georgen bei Bruneck u. a.).

Die Wohnstätten selbst müssen wir uns sehr, sehr einfach vorstellen. Rings herum um eine runde oder viereckige Grube von einigen Metern im Geviert und etwa einhalb Meter Tiefe stellte man Wände aus Pfählen und Flechtwerk, die dick mit Lehm verstrichen wurden. Der Fußboden bestand aus gestampfter Erde, das Lager aus Laub und Fellen, und als Herd diente eine Grube in der Mitte des Raumes. Einrichtungsgegenstände wie Tische, Stühle und Betten waren unbekannte Dinge.

Die ersten Ansiedler waren aber keine wandernden Jäger mehr wie die Menschen der Eiszeit. Sie bauten schon Körnerfrüchte (Weizen, Hirse und Gerste) und Hülsenfrüchte (Linse und Erbse) an und hielten oder kannten wenigstens alle unsere großen Haustiere wie Rind, Pferd, Schaf, Ziege, Schwein und Hund. Sie waren also bereits Bauern.

Unsere steinzeitlichen Vorfahren waren auch sonst recht geschickte Leute. Sie fertigten sich die Geräte und Werkzeuge, die sie brauchten, selbst an, und das Feuer schlugen sie mit Hilfe von Schwefelkies und Zunder aus dem Feuerstein. Wir wären wohl arm daran, wenn wir alle Gegenstände des täglichen Gebrauches selbst erzeugen müßten!



Abb. 20. Funde aus der Tischoferhöhle im Heimatmuseum in Ruffstein

1 u. 2 Geschlagene Steinwerkzeuge, Rand zu einer Säge behauen. 3 Keulenknauf, geschliffen und poliert. 4 Steinbeil. 5 Pfriemen aus Bärenknochen. 6 Gußform für ein Beil. 7 Gußtrichter. 8 u. 9 Knochennadeln. 10 u. 11 Durchlöchte Zähne von Bären als Schmuck. 12 Knochenmesser.

Das wichtigste Werkzeug des Mannes war das Beil, die Hacke, aus Stein verfertigt. Es diente zum Schlagen, Roden, Spalten und als Waffe. Der Moränenschutt und die Terrassenschotter lieferten das Material: Feuerstein, Hornstein, Jaspis, alles harte Quarze, und die dunkelgrüne Hornblende. Die Steine wurden in wochenlanger mühsamer Arbeit von geschickter Hand mit Sand und Wasser glatt poliert und messerscharf geschliffen. Kleine Quarzsplinter gaben Messer, Sägen, Bohrer und Schaber. Dreieckige Formen dienten als Pfeile. Die Rollsteine des Flußbettes eigneten sich zum Zerquetschen der Getreidekörner, als Mahlsteine.

Knochensplinter verwendete man als Ahlen, Nadeln, Dolche, Lanzenspitzen und Webegabeln, die Hirschgeweihe als Ackerhauen und Stiele für Beile und Sägen.

Hämmer und Schlegel, Schüsseln und Schaufeln, Teller und Löffel schnitzte man aus Holz.

Die ersten Ansiedler flochten Körbe, gerbten Leder, webten Tuch — den Flachs dürften sie damals schon gekannt und verwendet haben — und formten mit freier Hand aus Ton Gefäße, die sie dann im Feuer hart brannten.

Obwohl der Wagen damals schon bekannt war, benützten sie ihn in unseren Bergen wahrscheinlich noch nicht. Es waren ja nur Saumpfade und Fußsteige zwischen den einzelnen Siedlungen vorhanden. Geeignete Wege fehlten noch. Richtige Straßen bauten bei uns erst die Römer.

Auch die Speisekarte war keineswegs so mager, wie man vielleicht glaubt. Die Hauptnahrung bildete das Fleisch der Haustiere und des erlegten Wildes. Getrockneter Gerstenbrei gab eine Art Brot. Daneben sammelte man Eicheln und Beeren, sättigte sich an Hagebutten und Schlehen, Holzäpfeln und Holzbirnen. Man kannte bereits den veredelten Apfel, sonst aber wußte man vom Obstbau noch recht wenig. Die meisten Sorten des Edelobstes, und auch die Weinrebe, sind ein Geschenk des Morgenlandes. Die Römer haben sie zu uns gebracht.

Die Kleidung bestand aus einem grob gewebten Kittel und aus Tierfellen. Männer und Frauen trugen Halsketten aus geschliffenen Horn- und Steinperlen oder durchbohrten Tierzähnen.

Die ersten Ansiedler waren also keine halbwildten Menschen mehr. Sie kannten den Ackerbau, die Grundlage jeder Kultur, betrieben manches Handwerk, waren geistig regsam und von zäher Ausdauer und

Willenskraft. Ihre Kultur zeigt unverkennbar nordische Herkunft. Unsere steinzeitlichen Vorfahren gehören der nordischen Rasse und dem indogermanischen (arischen) Sprachstamme an.

### Bronzezeit.

Der Mensch der jüngeren Steinzeit kannte zwar das Kupfer, aber er verstand noch nicht, es zu bearbeiten. Später lernte man aus Kupfer und Zinn die harte Bronze herstellen. Sie konnte den harten Stein voll und ganz ersetzen. Bronze ist ein Gemisch von Kupfer mit 10 Prozent Zinn, sie ist hart wie Stahl und glänzt wie Gold. Das mühsame Schleifen der Steine hörte auf. Man formte Model aus Ton oder meißelte solche aus Stein und goß in sie das geschmolzene Metall. Der große Vorteil war jetzt, daß mit einem Model der Guß beliebig oft wiederholt werden konnte.

Man stellte nun Stech- und Schneidewerkzeuge aller Art, Waffen, Schmutz und Gefäße aus Bronze her. Die Feile fegte die fertigen Güsse spiegelblank, daß sie wie pures Gold glänzten. Kostbare Geräte erhielten auch Verzierungen.

Der Übergang vom Stein zur Bronze vollzog sich nur langsam. Der Arme mußte sich noch lange mit steinernen Äxten und Messern bescheiden, denn Kupfer und Zinn waren selten und bronzene Geräte teuer.

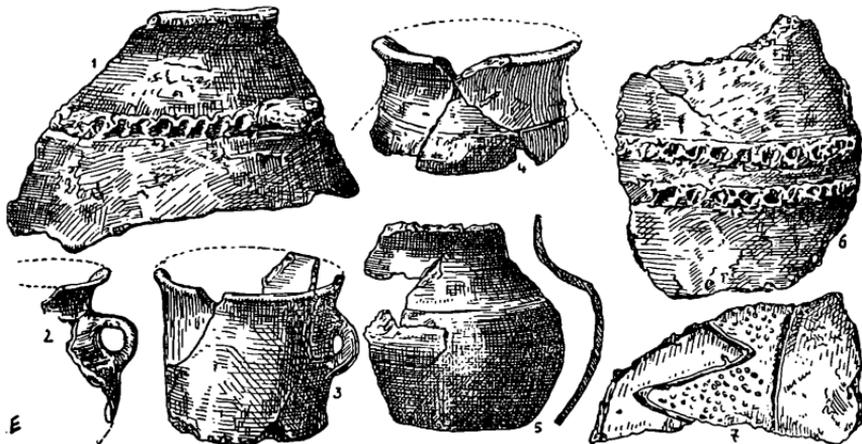


Abb. 21. Funde aus der Tischoferhöhle im Heimatmuseum in Ruffstein

1 Geschirr mit Verzierungen, Reihen von Fingertupfen, schlecht gebrannt, zum Aufbewahren von Getreide. 2 Ringlein mit Ritzlinien. 3 Tonbecher, Trinkgefäß. 4 u. 5 Tripfe, neben 5 Verzierungsleiste. 6 und 7 Verzierungen von Geschirren.

Von Norden und von Süden, durchs Inn- und Etschtal, kamen immer mehr Menschen ins Land, die in den Bergen nach Kupfer suchten und sich hier ansiedelten.

Die Kupferschürfer begnügten sich in der ersten Zeit mit dem Abbau der Erze an der Oberfläche, später ging man dem Kupfer auch im Schoße der Erde nach und baute es bergmännisch ab. Das Graben der Stollen war keine leichte Sache, denn es gab damals noch keine Bohrmaschinen und keine Sprengmittel. Wie sah so ein altes Kupferbergwerk aus?

Die Stollen führten schräg in die Tiefe. Eingekerbte Baumstämme dienten als Stufen und als Leitern. Der Rienspan erleuchtete die finsternen Gänge. Der Abbau der Erze und die Gewinnung des Kupfers war recht mühsam. Um den harten Fels brüchiger und mürber zu machen, erhitzte man ihn zuerst und kühlte ihn dann mit Wasser rasch ab. Die Erzbrocken zerkleinerte man mit Reibsteinen und schmolz das Kupfer in kleinen steinernen Öfen aus. Das Ritzbühler Heimatmuseum birgt zahlreiche Überreste des ältesten Bergbaues in Tirol.

In Tirol bestanden solche alte Bergbaue am Röhrenbühel bei Ritzbühel und auf der Kelchalpe. An beiden Orten konnten die Spuren des „Alten Mannes“, wie man diese Bergbaue nennt, nachgewiesen werden; wahrscheinlich erfolgte der Abbau auch an anderen Orten, wie in Hötting, Schwarz, Brizlegg und am Schattberg bei Ritzbühel.

Gegen Ende der Bronzezeit ging der Bergbau auf Kupfer anscheinend zurück. Die Gruben verfielen und gerieten in Vergessenheit.

Die gewonnenen Kupfererze deckten nicht nur den heimischen Bedarf an diesem Metall, auch die umliegenden Gebiete konnten damit versorgt werden. Die Gußkuchen bildeten einen wichtigen Handelsartikel. Händler brachten sie in fremde Länder und tauschten dafür Zinn, Schmuck, Waffen und Werkzeuge ein. Ein reger Handelsverkehr ging über den Brenner und nach der Donau.

Aus der Bronzezeit stammen die Funde aus der Tischoferhöhle im Kaisertal bei Ruffstein und vom Hochkapellehügel zu Brizlegg, außerdem viele Einzelfunde.

In der Tischoferhöhle fand man zahlreiche steinerne und knöcherne Werkzeuge und Waffen, daneben Kupfererze aus der Schwazer Gegend, Schlacken und Gußtropfen und viele bronzene Gegenstände, wie Ringe, Ahlen, Röhren und Draht. Die Höhle enthielt auch einen tönernen

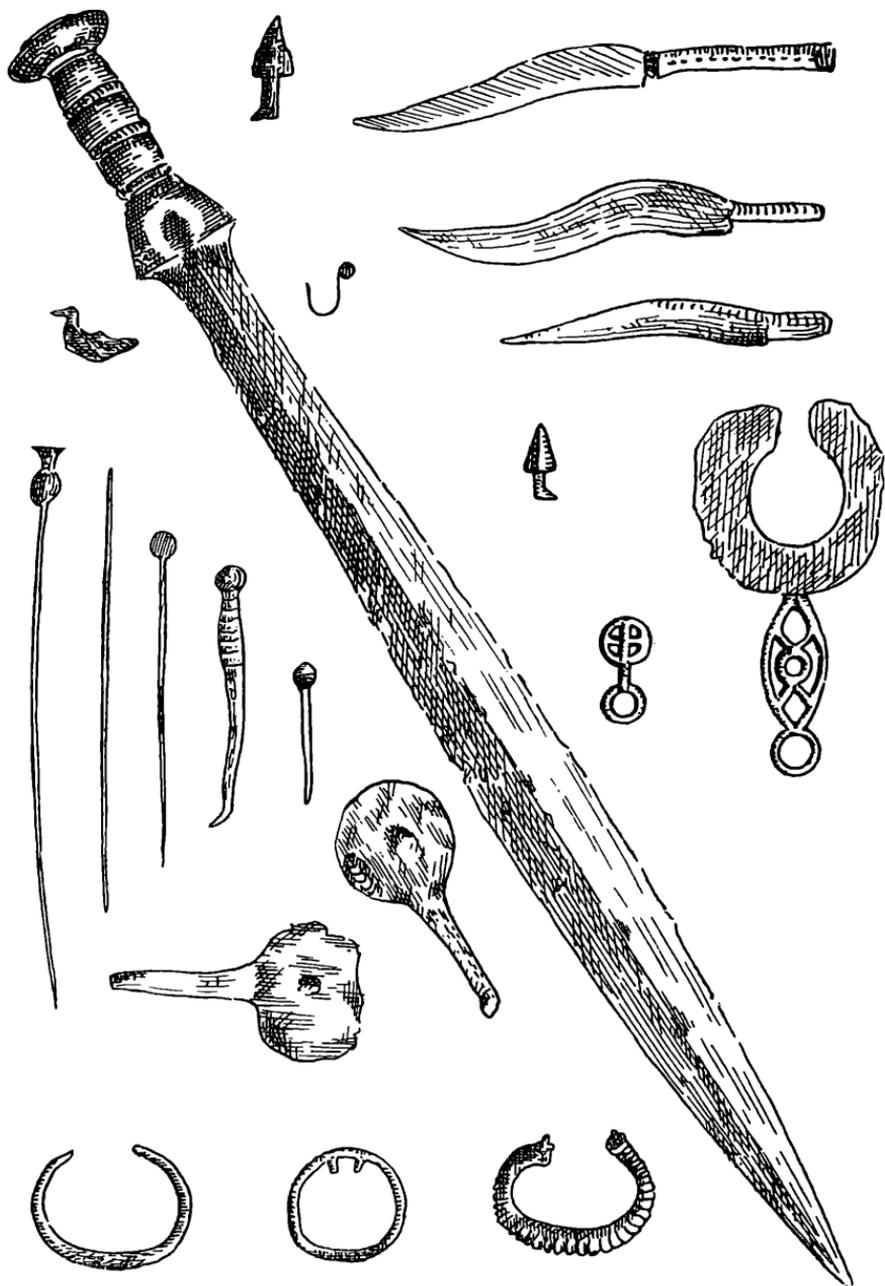


Abb. 22. Funde aus Tiroler Urnengräbern.

Mitte: ein Schwert. Rechts: Messer, Pfeilspitzen, unten Rasiermesser. Links: Gewandnadeln, Gürtelhasen, unten Armbreifen.

Gußtrichter zum Schmelzen und Gießen der Bronze und eine Gußform für Beile.

In der Lebensweise der Bewohner hatte sich gegenüber früher wohl nicht viel geändert, obwohl immer neue Ansiedler ins Land kamen. Merkwürdig ist, daß sich während der Bronzezeit die Sitte verbreitete, die Toten nicht zu begraben, sondern zu verbrennen und die Asche in tönernen Gefäßen, den Urnen, beizusetzen.

Die Verbrennung der Leichen geschah in folgender Weise: Man legte die bekleideten Toten auf den Holzstoß, angetan mit allen Dingen, die ihnen im Leben lieb und teuer waren. Die Frau trug ihre Kleinodien an Schmuck, die Halskette und den Armreifen, der Mann das Zeichen streitbarer Wehr, das Messer, den Dolch oder das lange Schwert. Der Brand zerstörte die Gewebe und das Leder. Die Gegenstände aus



Abb. 23. Urne aus dem Grabfeld Wilten mit „Beigefäßen“: Speiseschüsseln, Trinkbasen und Tassen.

Bronze, Glas und Stein blieben erhalten. Nach der Verbrennung sammelte man sorgfältig die Asche und die weiß gebrannten Knochen, den Aschenbrand, legte sie samt den halbgeschmolzenen Waffen und dem Schmuck in ein großes bauchiges Gefäß, die Urne. (Abb. 23, 24.) Und da die Leute wohl glaubten, daß der Verstorbene im Jenseits ähnliche Bedürfnisse habe wie auf der Erde, gab man in die Urne auch noch eine Schale mit Speise und ein Krüglein mit Trank. Die Urne wurde dann etwa einen Meter tief in die Erde versenkt und mit einer Steinplatte zugedeckt.

Die Sitte der Leichenverbrennung hielt sich in Tirol durch viele Jahrhunderte; erst in der Römerzeit kam sie langsam wieder ab.

## Die Eisenzeit.

Neues Aussehen machte um das Jahr 1000 v. u. Z. die Erfindung des Eisens. Der neue Werkstoff war anfangs zwar noch recht selten wie zu Beginn des Bronzezeitalters die Bronze, und eiserne Waffen und Schmuckgegenstände zählten als kostbare Schätze. Erst um 500 v. u. Z. wurde die Verwendung des Eisens allgemeiner. An die Stelle der bronzenen Schwerter und Messer traten nun eiserne. Die Bronze behauptete ihren Platz nur noch als Rohstoff für Zierat.



Abb. 24. Urnengrab aus Wilten. Der Deckstein über der Urne ist entfernt.

Um die gleiche Zeit wanderte ein neuer Volksstamm in Tirol ein. Diesmal kennen wir auch seinen Namen. Es waren Illyrer. Sie saßen während der Bronzezeit als Nachbarn der Germanen im östlichen Deutschland und verbreiteten sich um die Wende zur Eisenzeit über das ganze Gebiet der Ostalpen.

An die eingewanderten Illyrer erinnern im Inntale vor allem die zahlreichen Urnenfriedhöfe. Solche wurden ausgegraben in Zams, Imst, Telfs, Zirl, Völs, Wilten, Mühlau, Hötting, am Sonnenburgerhof bei Innsbruck, in Alldrans, Sistrans, St. Peter in Ellbögen, Matrei, Mauern bei Steinach, Schwarz, Wörgl und Ruffstein. Diese Urnenfriedhöfe wurden in der Zeit um 1000 bis 800 v. u. Z. angelegt, also zu Beginn

der älteren Eisenzeit, auch Hallstattzeit genannt. Nur das Urnenfeld von Wörgl ist etwas jünger (600 v. u. Z.).

Die Illyrier blieben auch in der jüngeren Eisenzeit (ab 500 v. u. Z.) der wichtigste Volksstamm Tirols, obwohl sie in den nächsten Jahrhunderten von einem anderen Volke bedrängt wurden. Es waren dies die kriegerischen Kelten.

Die Kelten waren das eigentliche Eisenvolk. Sie zogen um 400 v. u. Z. von Frankreich nördlich und südlich der Alpen ostwärts und bemächtigten sich des Alpenvorlandes. Das tapfere Volk verstand es vortrefflich, das schwer schmelzbare Eisen zu gewinnen. Sie schmolzen das Erz mit Hilfe von Blasebälgen in kleinen Öfen, reinigten es im Schmiedefeuer von den Schlackenteilen und machten es durch rasches Abkühlen stahlhart.

Die Kelten schmiedeten Schwerter und Lanzenspitzen, Messer und Scheren, Ätze und Pickel, Sensenklingen und Zangen, Meißel und Feilen, Hämmer und Sägen, Hauen und Pflugshare, Kessel und Kesselhafen und noch vieles andere. In ihrer Form glichen die Geräte schon ganz denen von heute.

An dem gewaltigen Fortschritte, den die Eisenzeit brachte, hatten auch unsere Täler Anteil. Händler brachten die eisernen Waffen und Werkzeuge und die rohen Eisenbarren ins Land und vertauschten sie gegen Haustiere und kostbare Pelze.

Die Kelten haben in Tirol nur wenig greifbare Spuren hinterlassen, weder Funde noch Ortsnamen erinnern an sie. Man vermutet, daß die Grenze zwischen Illyrern und Kelten der Ziller gewesen sei. Dafür sprechen die Funde, die man bei Frixens gemacht hat. Sie sind illyrischen und nicht keltischen Ursprunges; denn die Kelten kannten bereits die Drehscheibe und formten damit ihre Gefäße. Die bei Frixens aufgefundenen Gefäße sind handgemachte Ware und auch anders verziert. Aus der Form und der Verzierung der Gefäße kann der kundige Forscher fast immer bestimmen, von welchem Volke und aus welcher Zeit die Funde stammen.

Seltam mag uns erscheinen, daß sich gerade aus den letzten Jahrhunderten v. u. Z. Befestigungsanlagen, sogenannte Wallburgen, an verschiedenen Orten vorfinden, und zwar im Inntal: auf dem Birgl bei Oberperfuß, auf der „Hohen Birga“ unweit von Birgitz, auf dem Berg Hjel, in Patsch und in Volders; im Etschlande: am Sinichtopf bei Meran, am Fassinbühel bei Bruneck und an vielen anderen Orten.

Die Wallburgen bestanden aus einer oder mehreren Ringmauern, den Wällen, die ohne Mörtel errichtet worden waren. In der Mitte der ringförmigen Wälle erhob sich öfters ein turmähnlicher Bau. Unwillkürlich denken wir bei diesen Befestigungsanlagen an die Ringmauern und den Bergfrit unserer mittelalterlichen Burgen. Manche Wallburgen waren bewohnt, wie die zahlreichen Funde an Tonsherben, an Bruchstücken von gläsernen Armringen und anderen Dingen bezeugen. Auf der „Hohen Birga“ fand man sogar einen Mühlstein. In anderen Wallburgen fehlen die Spuren einer Behausung. Sie dienten nur als Fluchtburgen in Zeiten der Gefahr. Es kann uns nicht wundernehmen, daß die fortschreitende Besiedlung der Haupttäler und das gewaltsame Vordringen neuer Einwanderer Unruhe ins Land brachte und die bereits ansässigen Bewohner sich zu schützen suchten. Ein römischer Schriftsteller berichtet uns zum Beispiel, daß die Alpenbewohner auf Hügeln in Burgen wohnten und den eindringenden Römern heftigen Widerstand leisteten.

Zu dieser Zeit war die Besiedlung immer noch sehr spärlich. Große Seitentäler, wie das Öztal, Stubai, Piztal, Sellrain, dann Sarntal, Ulten, Passeier, bildeten eine Wildnis. Der breite Talboden der Haupttäler war versumpft, von Flußgeröll verschüttet oder mit Erlenaunen bedeckt. Die Talhänge überkleidete dichter Urwald.

Einige Jahre vor Beginn der neuen Zeitrechnung wurde das Land von den Römern unterworfen. Sie nannten es Rätien und seine Bewohner Räter. Die Herrschaft der Römer währte über 400 Jahre. Während dieser langen Zeit breitete sich die römische (lateinische) Sprache im Lande aus, auch die Bau- und Siedlungsweise, sowie manche Sitten und Lebensgewohnheiten der Römer fanden Eingang. Die Rätio-Illyrier wurden Rätoromanen. Viele Funde im Heimatboden erinnern an diese Zeit: Römische Meilensteine, die den Verlauf der von den römischen Kaisern erbauten Reichsstraßen andeuten, Grab- und Altarsteine, Bildsäulchen (Statuetten) römischer Gottheiten, viele Hunderte von römischen Münzen u. a.

Seit dem sechsten Jahrhundert u. Z. wanderten deutsche Stämme, Bajuwaren und Alemannen, ein. Vor allem waren es Bayern (Bajuwaren), die sich friedlich neben den Rätoromanen niederließen. Die ältesten deutschen Dörfer entstanden in der Talsohle und auf den Mittelgebirgen. Als dort das Acker- und Wiesenland nicht mehr ausreichte, rodete man an den Berghängen, in den Seitentälern und auch in der versumpften Talsohle. Jahrhundertlang widerhallte der Wald von

den Schlägen der Holzfäller, und der Rauch des brennenden Geästes erfüllte die Täler. So entstanden in der Zeit vom elften bis zum vierzehnten Jahrhundert die kleinen Dörfer in den Nebentälern und die vielen Einzelhöfe, die an den Berghängen überall verstreut sind. Ihre deutschen Namen beweisen, daß sie das Werk deutscher Bauern sind. Zu Beginn des vierzehnten Jahrhunderts war die Besiedlung unserer Täler abgeschlossen. Sie hatte im großen und ganzen ihre heutige Ausdehnung erreicht.

Damit sind wir schon tief in die ältere Geschichte des Landes eingedrungen und immer zahlreicher werden die schriftlichen Aufzeichnungen, die von jener Zeit erzählen.

\*

Die Funde aus vorgeschichtlicher und frühgeschichtlicher Zeit bilden eine reichhaltige, sehenswerte Sammlung im Museum Ferdinandeum in Innsbruck. Steinärzte, Bronzeschwerter, Schmucksachen, Tausende von Tonscherben, zum Teil zusammengesetzt zu Gefäßen und Urnen, die Geräte und Waffen aus Eisen, als Glanzstück das Grab eines langobardischen Fürsten mit einem nachgebildeten Holzarg und den ausgegrabenen Eisenbeschlagen, und noch viele andere Dinge sind dort, übersichtlich geordnet, zur Schau gestellt. Sie geben nicht nur Kunde von der ersten Besiedlung unserer Täler, sondern auch Zeugnis vom schöpferischen Geiste unserer ältesten Vorfahren.

## Rückschau.

Die Kräfte der Natur wirken seit Jahrmillionen immer in gleicher Weise.

Land und Meer wechselten wiederholt in früheren Zeiten. Auch heute versinken weite Küstengebiete (z. B. in Holland und Nordfrankreich) im Meer und die Dörfer und Fluren müssen dort durch Dämme vor Überflutung geschützt werden, andere Gebiete steigen empor, wie an der norwegischen Küste, und Hafengebiete werden unbrauchbar.

Die Verwitterung zerstörte vor ungezählten Jahrmillionen das Alpengebirge der Steinkohlenzeit, und heute nagt das Wasser in gleicher Weise am jungen Alpengebirge, um es dem Erdboden gleich zu machen.

Die Gletscher der Eiszeit glätteten den Untergrund und verbreiteten die Wannen der Täler genau so, wie das Eis heute im Hochgebirge die Mulden bearbeitet.

Den Salzsee, in dem sich das Salz des Haller Salzberges bildete, umgab eine ähnliche Landschaft, wie sie uns heute in den Sandmeeren der Wüste begegnet.

Die Korallen im Triasmeere bauten ihre Korallengärten nicht anders als heute ihre Nachkommen die Riffe in den Meeren der Tropen.

Die Wälder der Steinkohlenzeit schmückte das Grün unserer Farne, Schachtelhalme und Bärlappe, nur die Formen wechselten.

Ursprüngliche Tier- und Pflanzenformen verschwanden und machten neuen Platz. Auch dieser Wechsel ist heute noch nicht abgeschlossen.

\*

Die Veränderungen in der Natur gehen unendlich langsam vor sich. In der Geschichte der Erde sind Jahrtausende wie ein Tag, wie ein flüchtiger Augenblick, der am Weltgebäude vorüberstreift.

Und doch hat man versucht, die Dauer auch dieser großen Zeiträume zu bestimmen. Ein eigenartiger Zeitmesser kam zu Hilfe, das seltene Metall Uran. Es ist mit den feuerflüssigen Gesteinen aus dem Innern der Erde gekommen und erstarrt. Das Uran ist nicht beständig. Es zerfällt, bildet Radium und schließlich das Uranblei, das sich vom

gewöhnlichen Blei etwas unterscheidet. Der Zerfall des Urans geht ganz gleichmäßig vor sich. Je mehr Blei das Uran enthält, desto älter ist es, desto älter auch das Gestein, in dem das Uran vorkommt. Man hat berechnet, wieviel Blei 1 Kilogramm Uran in 1 Million Jahren bildet und damit war ein Maß für das Alter der Gesteine gegeben. Auf Tausende von Jahren kommt es bei dieser Berechnung nicht an.

\*

Seit tausend Jahren haben sich unsere Berge und Täler nur ganz wenig verändert. Was sich im Landschaftsbilde gewandelt hat, ist Menschenwerk. Die Ansiedler haben den Urwald gerodet, die Talsohle entsumpft und Bauwerke aller Art erstellt.

Die Zeit vor 10.000 Jahren gehört auch noch zum „Gestern“ in der Geschichte der Erde. Das Land war damals noch eine Wildnis. Urwald bedeckte die Hänge und Auwald die Talsohle. Mammut und Höhlenbär durchstreiften die düsteren Urwälder, Wisent und Auerochsen äßen auf den Waldblößen. Von den Grateten blinkten noch überall die sterbenden Gletscher ins Tal.

Rund 100.000 Jahre zurück. Das war die Zeit vor der letzten großen Vergletscherung. Ein gewaltiger See erfüllte das Innental von Jenbach bis nach Imst. Darin räuberte der Riesenfisch, dessen Überreste in den Schottern des Arzler Kalvarienberges gefunden wurden.

Vor 1 Million Jahren, am Ende der Braunkohlenzeit, stand schon das Alpengebirge. Die Eiszeit bereitete sich vor. Die Temperatur nahm allmählich ab und langsam vollzog sich der Wechsel der heimischen Tier- und Pflanzenwelt.

10 Millionen Jahre früher. Es war in der zweiten Hälfte des Braunkohlenzeitalters. Das Alpengebirge stieg empor, unsere Heimat wurde endgültig Festland, Gebirgsland. Die Säugetiere erlebten ihre Blütezeit an Formenreichtum und Größe. Es gab im heutigen Alpengebiete noch das Dinosaurier und das Mastodon, zwei Verwandte des Elefanten, die Flusspferde, Nashörner und Tapire, Krokodile und Schildkröten, Büffel, wilde Rinder und Pferde.

Wohl 100 Millionen Jahre zählen die versteinerten Fische von Seefeld. Sie lebten im Triasmeere, in dem die Korallen und Algen die Bausteine für die Kalkberge bereitstellten. Das Alpengebirge stand noch nicht, nur einige Inselkränze ragten an seiner Stelle aus dem

Meere hervor. Die Kriechtiere waren die Herren der Schöpfung. Säugetiere und Vögel fehlten.

Viel, viel älter sind die Schuppen- und Siegelbäume, deren Formen uns in den Schiefeln des Steinacher Joches getreulich aufbewahrt worden sind.

Vermessenheit wäre es, in Zahlen den Zeitpunkt anzugeben, da das Wort „Es werde“ die Welt schuf.

## Benützte Werke:

- J. Blaas, Geologischer Führer durch die Tiroler und Vorarlberger Alpen. Innsbruck 1902.
- A. v. Klebelsberg, Geologie von Tirol, Berlin (Borntraeger) 1935.
- Grundzüge der Geologie Tirols. Alpenvereinswerk „Tirol“, München, Bruckmann, 1933.
- Kurt Leuchs, Geologischer Führer durch die Kalkalpen vom Bodensee bis Salzburg. München 1921. J. Lindbauer.
- Robert A. v. Erbil, Bergbau in Tirol und Vorarlberg in Vergangenheit und Gegenwart. Innsbruck, Wagner, 1929.
- H. Gams und G. Muttschlechner, „Die Tiroler Natur“, aus „Tirol, Landschaft und Volk“, Druck Tyrolia, Innsbruck, 1936.
- Verschiedene Aufsätze von A. v. Klebelsberg, Robert A. v. Erbil und R. Meusbürger in „Der Schlern“, „Tiroler Heimatblätter“ und „Innsbrucker Nachrichten“.
- Verschiedene Aufsätze über die Vorgeschichte Tirols von Oswald Menghin und Gero v. Merhart.
- Geologische Übersichtskarte nach Muttschlechner und Skizzen, gezeichnet von H. Höpfl.

## Autoren der Bilder:

- J. G. Amonn, Bozen: Tafeln 19, 31.
- Leo Baehrendt, Meran: Tafel 24.
- R. Chizzali, Innsbruck: Tafeln 3, 6, 18.
- Karl Dornach, Innsbruck: Tafel 7.
- Leo Fränzl, Bozen: Tafeln 15, 16, 22, 23, 25, 32.
- Much Heiß, Innsbruck: Tafeln 13, 14, 29.
- Paul Karberger, Innsbruck: Tafeln 20, 21, 30.
- Richard Müller, Innsbruck: Tafeln 5, 10, 26, 28.
- Dr. G. Muttschlechner, Innsbruck: Tafeln 1, 2.
- A. Riepenhausen, Hall: Tafel 17.
- Sepp Riger, Innsbruck: Tafel 27.
- Wilhelm Stempfle, Innsbruck: Tafeln 4, 9, 11, 12.
- A. Stockhammer, Hall: Tafel 8.

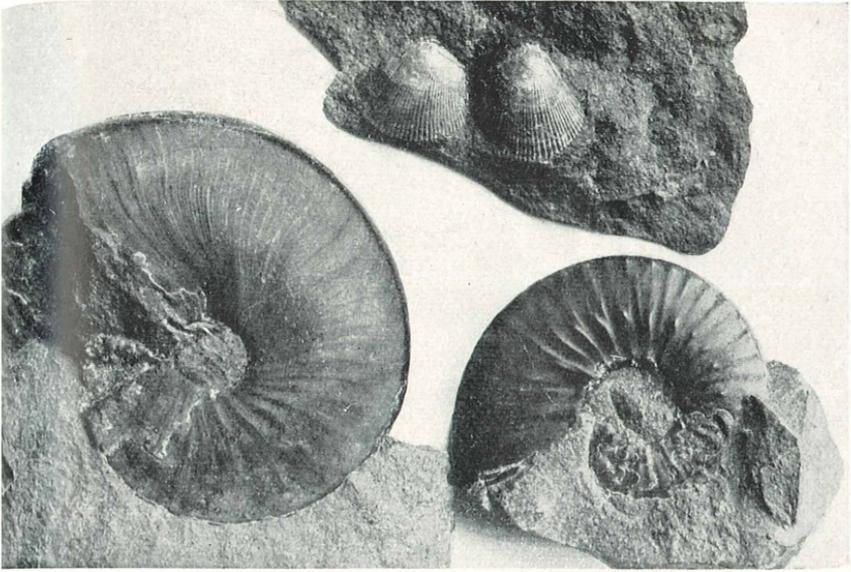
# Tirolensien aus dem

Verlage A. Ditterich, Innsbruck, Universitätsstraße Nr. 13

---

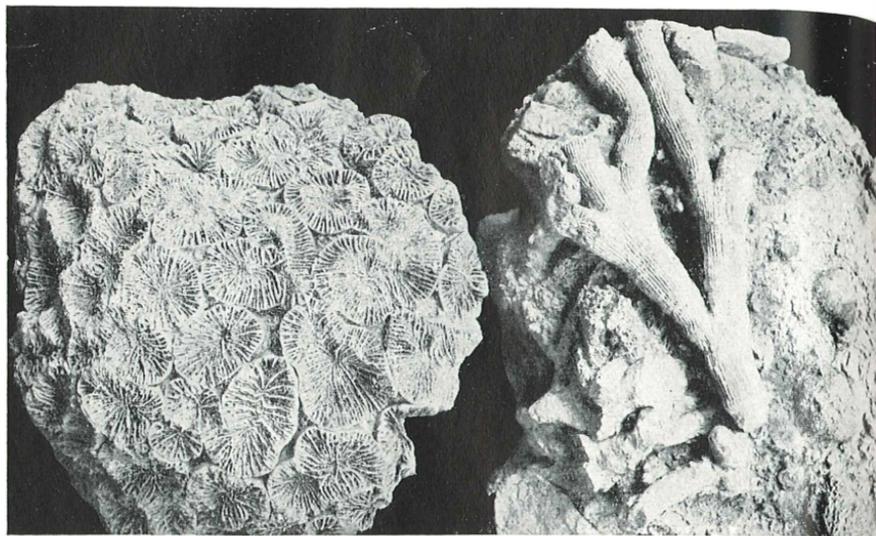
Anno Neun, Geschichtliche Bilder aus der Ruhmeszeit Tirols, Bändchen 1 bis 34 je	<i>RM</i> —.80
Fischaler, Chronik von Innsbruck, Teil 1 bis 5 in einem Band gebunden	<i>RM</i> 30.—
— Ausgewählte Schriften:	
Band I: Geschichtsbilder, gebunden	<i>RM</i> 4.50
Band II: Wappenschlüssel, 1. Folge, ge- bunden	<i>RM</i> 8.—
Band III: Wappenschlüssel, 2. bis 5. Folge, gebunden	<i>RM</i> 15.—
Granißtaedten, Andreas Hofers alte Garde, gebunden	<i>RM</i> 5.—
Hirn, Erzherzog Maximilian, 1. Bd., gebunden	<i>RM</i> 8.—
— 2. Band, gebunden	<i>RM</i> 6.—
— Tirols Erhebung im Jahre 1809	<i>RM</i> 8.—
Hirn F., Geschichte Tirols von 1809 bis 1814	<i>RM</i> 6.70
Klaar, Alt-Innsbruck, kart.	<i>RM</i> 4.—
Paulin, Andreas Hofer, gebunden	<i>RM</i> 2.30
Walde, Tiroler Vogelbuch, gebunden	<i>RM</i> 3.—
Zingerle, Kinder- und Hausmärchen aus Tirol	<i>RM</i> 3.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung



Ersteinerungen aus dem Muschelkalk in den Dolomiten. Oben: Zwei kleine Muschel-  
klappen und zwei Ammoniten. Unten: Muscheln. Natürliche Größe. S. 114.

Die Weichteile verwesten und der dadurch entstandene Hohlraum wurde mit Schlamm ausgefüllt,  
: im Laufe der Zeit zu Stein erhärtete. Der Steinforn, der die Form der Schale genau wieder-  
st, ist uns vielfach erhalten geblieben, während die Kalkschale häufig vom Wasser aufgelöst wurde  
und daher fehlt.



Korallen aus den Dolomiten. S. 114.

Links Korallenstock (Draufficht). In den Reihen kalkige Scheidewände. Rechts ein Korallenast von der Seite gesehen. Natürliche Größe.



Dolomit mit Kalkalgen aus den Dolomiten. S. 114.

Teils freigelegte, teils längs- und schräggeöffnete Röhren. Mehrere kreisrunde Querschnitte mit Öffnung in der Mitte. Natürliche Größe.

## Allgäuer und Lechtaler Alpen. S. 36.

Blick von der Zugspitze auf die Lechtaler Alpen. Das Kennzeichen dieser Landschaft ist der Beckel von Schroffen Karstspitzen und Ketten mit feilen Bergmähdern und Weidhängen. Felsblöcke ist der Hauptbestandteil, die weiten Almwiesen und Bergweiden liegen in leicht verwitterten Mergeln (Köflener Schichten und Glas-Fleckenmergel). Tief unten die Saftseele von Wachsbad und Herwang, links davon der Zichlbader Wälsberg, rechts der begraste Alpele-Kogel. Hinter diesem rechts die schroffe, zeriffene Tolomitipfe des Panacher (2348 m). Später Herwang zieht das Holetal nach Weifengbad bei Keutle. Darüber links wieder ausgedehntes Weifengelände der Rathsalpe und dahinter der schroffe Gebirgsstamm der Schwarzhanns-Karstspitze (2228 m). Ganz im Hintergründ, durch das Lechtal getrennt, der Allgäuer Hauptstamm mit der überragenden Pyramide des Hochvogels. Auch dieser Stamm gehört noch der Lechtaldecke an. Sie ist hier, vom Wiertopf bis zum Kattentopf, auf die Allgäuer Decke hinaufgeschoben.

Spaneller, 2348 m

Hochvogel, 2589 m



Mieminger Kette. S. 37.

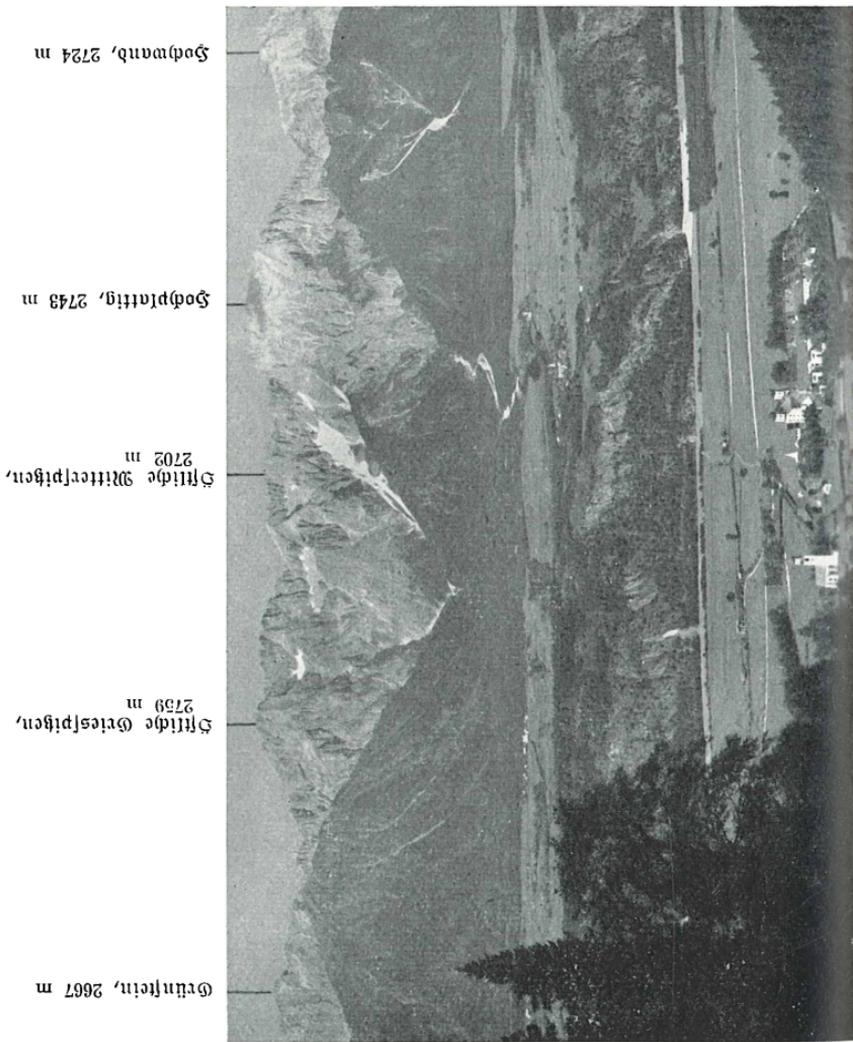
Vorn, auf einem Schuttkegel, das Dorf Stams mit dem berühmten Kloster und die breite, fruchtbare Talsohle, darüber die walz- und wieferne Mieminger Hochfläche (Terrasse) mit den freundlichen Dörfern Unter- und Obermieming und Barwies und die aus breitschultrigen Gipfeln aufgebaute Mieminger Kette mit ihren bewaldeten Vorbergen.

Die wilden, zerklüfteten Schrofen und gewaltigen Wandflüchen des Kammes bestehen aus Wettersteintal, die hohen, mit Zerschüren bewachsenen Vorberge aus Dolomit. Zwischen diesen Hauptfelsbildnern liegt ein Gesteinsstreifen von Raibler Schichten, der schmale beraste Stufenhänge bildet. Schuttriefen füllen die Kare.

Die Raibler Schichten und der Dolomit, die den Wettersteintal mantelförmig umgeben, decken letzteren enst vollständig zu. Am kamme hat die Verwitterung die Decke entfernt, so daß nun der ältere Wettersteintal zutage tritt.

Die Terrasse ist in der Hauptsache eine mit Schotter erfüllte Talnieder. Der Inn floß früher wahrscheinlich von Innst über Raffereith nach Seis. In der letzten Zwischenzeit wurde dieses alte Innthal bis 1100 m hoch mit Schottern angefüllt, und der letzte Jungsteinalter breitere darüber noch Moränenkamm. Dadurch war dem Inn der Weg verlegt. Er lagte den Felsriegel, der beim Bahnhof Innst das Tal quert, durch und schuf sich nach und nach sein heutiges Bett.

Die Terrasse ist mit Findlingen aus den Zentralalpen überät und zeigt allenthalben die Formen des einstigen Gletscherhochens: Trockentäler, Mulden, Bannen und Rundbuckel.



Grünstein, 2667 m

Südliche Ortlesspitzen, 2759 m

Südliche Ortlesspitzen, 2702 m

Südpintigg, 2748 m

Südwand, 2724 m

Das Karwendelgebirge, aus der Vogelschau, die reiche Gliederung zeigend. Nach einer Zeichnung. S. 37.

Das Karwendelgebirge besteht aus vier hohen langgestreckten Ketten. Sie nehmen von Süden nach Norden an Länge zu, beginnen an der Seefelder Hoogräbe und enden am Innthal zwischen Isar und Isenbach und am Mosensee. Die Bergketten sind im wesentlichen Faltenfalten, die trennenden Täler Faltenmulden.

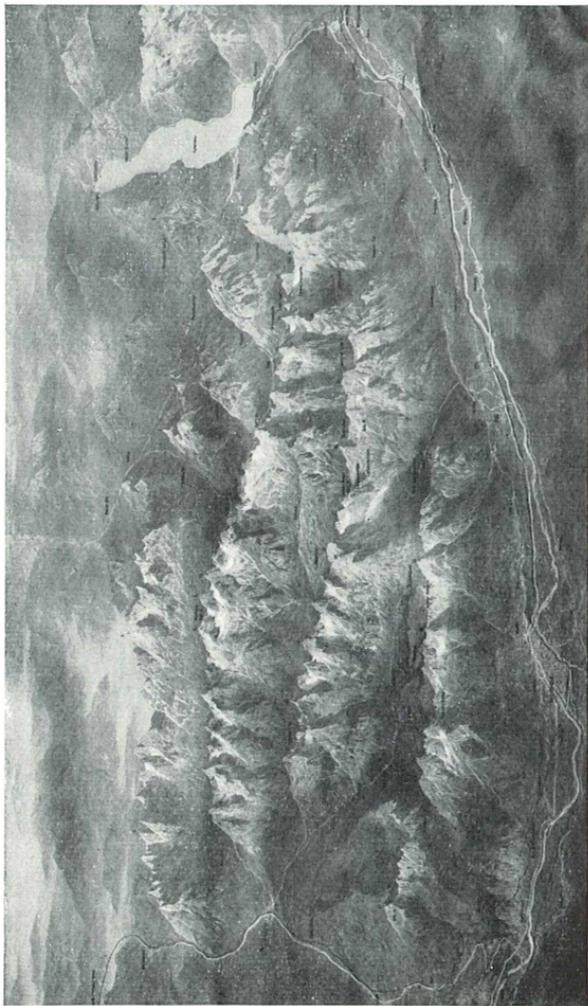
Die Bergketten und Täler, von Norden nach Süden, heißen:  
 Nordere Karwendelkette. Südliche Grenze: Karwendelthal—Hochalm—Spießjöchl—Hochjoch—Lammjoch.

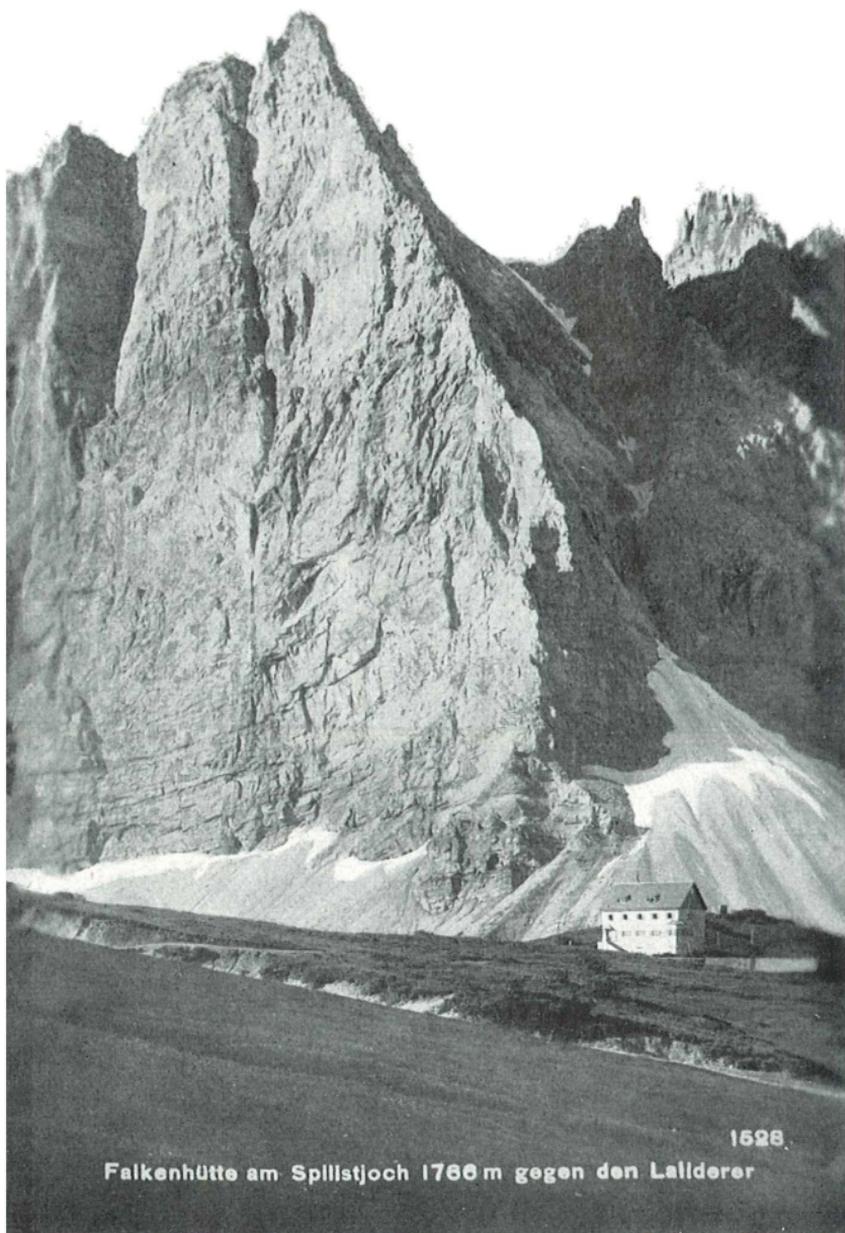
Mittlere Karwendelkette oder Hintereauferkette. Südliche Grenze: Hintereau—Laischertal—Kornperloch.

Südliche Karwendelkette. Südliche Grenze: Weisbach—Stempeljöchl—Haltal.

Goldsteinette. Südliche Grenze: Innthal. Die Hintere Karwendelkette ist von der Hochalm bis zum Lammjoch nach Norden auf jüngere Schichten (Zurca) aufgeschoben und fällt an der Nordseite in gewaltigen Steilwänden ab (Salzburger Wand). Die Nordere Karwendelkette ist im östlichen Teile durch Quarztrief in mehrere Stöße aufgelöst: Johannes-, Valider- und Engtal.

Die Hauptkette des Karwendelgebirges stammen aus dem Mittelalter der Erde. (Erias und Zurca.) Der Hauptfaltenbildung in den Seefelder Bergen (Seefelder Spitze 2210 m, Meißner Spitze 2375 m) ist der Hauptboismit, in den übrigen Teilen des Karwendels der Wettersteintal (Großer Gollstein 2542 m, Brandjoch 2580 m, Humer Spitze 2460 m, Große Bettelmuerspitze 2725 m, Hohler Weisbach 2498 m, Hochmühl 2547 m, Lammjoch 2501 m, Grubentalspitze 2662 m, Birtlarspitze 2736 m und noch viele andere).

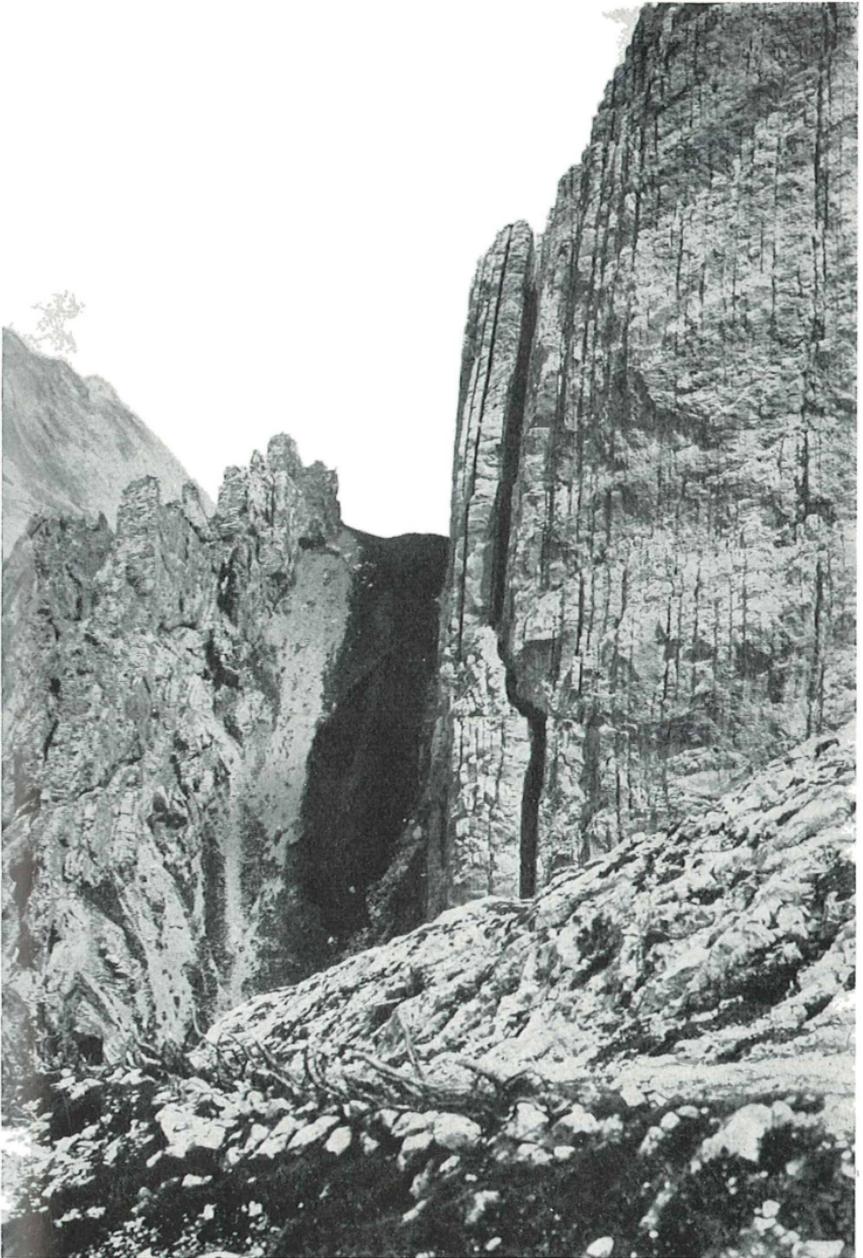




Karwendelgebirge. Die Lalliderer Wand im Karwendel (2625 m).

S. 31, 37 u. 75.

Sie bildet den landschaftlich großartigsten Teil des Karwendelgebirges. Über 800 m steigt diese mehrzackige, fast senkrechte Mauer über Grashängen und Schutthalden auf. Hauptgestein ist der Wettersteinkalk. Im unteren Teil kommt auch der gut geschichtete Muschelkalk zum Vorschein. Schutthalden am Fuße geben Zeugnis von der zerstörenden Kraft der Verwitterung. Die Grashänge am Fuße liegen in einem Gestein, das jünger ist als der Muschel- und Wettersteinkalk der Trias. Dieses jüngere Gestein reicht unter die Wand hinein. Ältere Gesteine sind also hier auf jüngere aufgeschoben. Die Bildung der Wand wurde durch die jüngere Unterlage verursacht. Dieses Gestein ist nämlich weicher, verwittert daher schneller, wittert heraus und der harte, zerklüftete Muschel- und Wettersteinkalk bricht allmählich nach. Manchmal stürzen längs senkrechter Spalten, wo das Gefüge der Felsen gelockert ist, gewaltige Felsstrümmen in die Tiefe (Bergschlipfe) und lassen senkrechte Wandfluchten zurück.



Karwendelgebirge. Gespaltene Wand am Nordwestfuß der Speckarspitze.  
S. 37 u. 72.

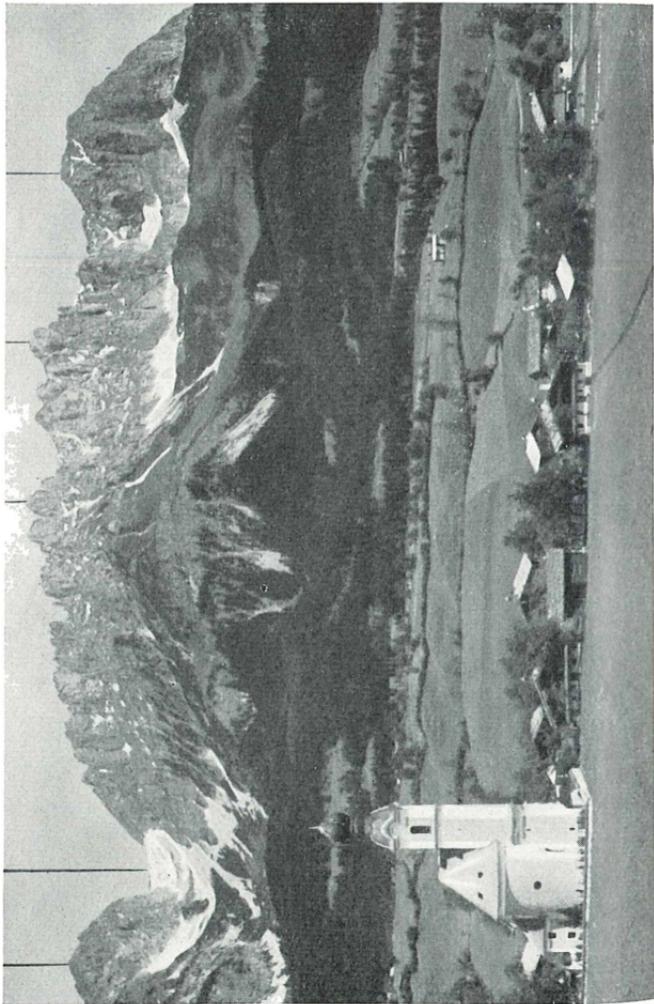
Links Hauptdolomit, in der Mitte weiche Mergelschichten und rechts die hoch aufragenden, senkrecht stehenden Bänke aus Wettersteinkalk. Man sieht deutlich, daß die Verwitterung den Schichtfugen folgt. Dreht man das Bild um 90 Grad nach rechts, so hat man die ursprüngliche Lage der Gesteine, so wie sie einst im Meere abgesetzt worden sind. Der Gebirgsdruck hat die einst waagrechten Schichten dann senkrecht gestellt. Ein Teil des Felsens hat sich bereits losgelöst und wird einmal in die Tiefe stürzen. Die Bildung senkrechter Wandsfuchten ist hier durch Steilstellung der Schichten verursacht.

Kaisergebirge. Der östliche Teil des  
Wilden Kaisers von Süden. S. 28  
und 37.

Der Saßgrund ist verschüttet (Schuttkegel).  
Wo der Wald beginnt, liegen die Grund-  
moränen der letzten Bergstetigung. Weiter  
oben bilden Tonsteine und Sandstein  
kumpfe Kuppen, dann folgen noch etwas  
haribler Schichten und Sandstein. Die  
Wände und Gipfel, von der Höhe der grö-  
ßeren Schneeflecke an, baut hauptsächlich der  
helle Wetterstein auf. Die tiefer liegen-  
den Rabler Schichten und der Dolomit sind  
bedeckt im einst. zu. Die Verwitterung hat  
diese Geste auffrecht und den älteren Wetter-  
stein bloßgelegt.

Im Vordergrunde das Dorf Golling.

Karlsplatz, 2288 m  
Eilmanners Tor, 1959 m  
Siegelsplatz, 2266 m  
Siedersplatz, 2335 m  
Brunnplatz, 2227 m

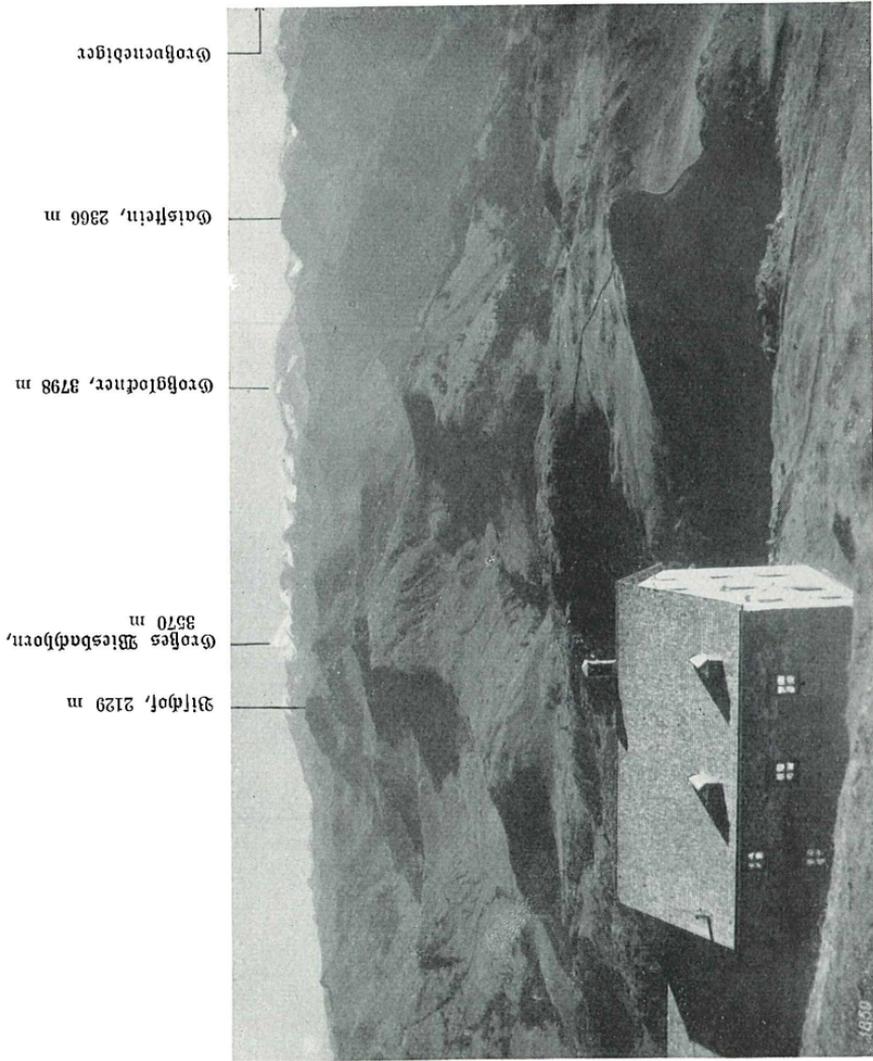


Nördliche Grauwackenzone. Bild vom Kitzbühler Horn gegen die Hohen Tauern. S. 37.

Das Bild zeigt die Landschaft der Kitzbühler Alpen (Nördliche Grauwackenzone). Hauptgesteine sind die Bildschöner Schiefer und Quarzphyllit, beides leicht verwitternde Gesteine, daher ist das Gebiet reich an schönen Almweiden, die die Viehzucht in hohem Maße loben. Die Firne bildet nicht selten reiche Kestände, und Edelweiß und Edeltraute schmücken die Felswände.

Die Kämme und Gipfel (1800 bis 2900 m hoch) sind überall mit Gras bewachsen und sonst geeignet, eignen sich deshalb besonders für den Schneesport. Kein Gebiet in den Ostalpen besitzt ein so ausgedehntes Stigelande von solcher Güte.

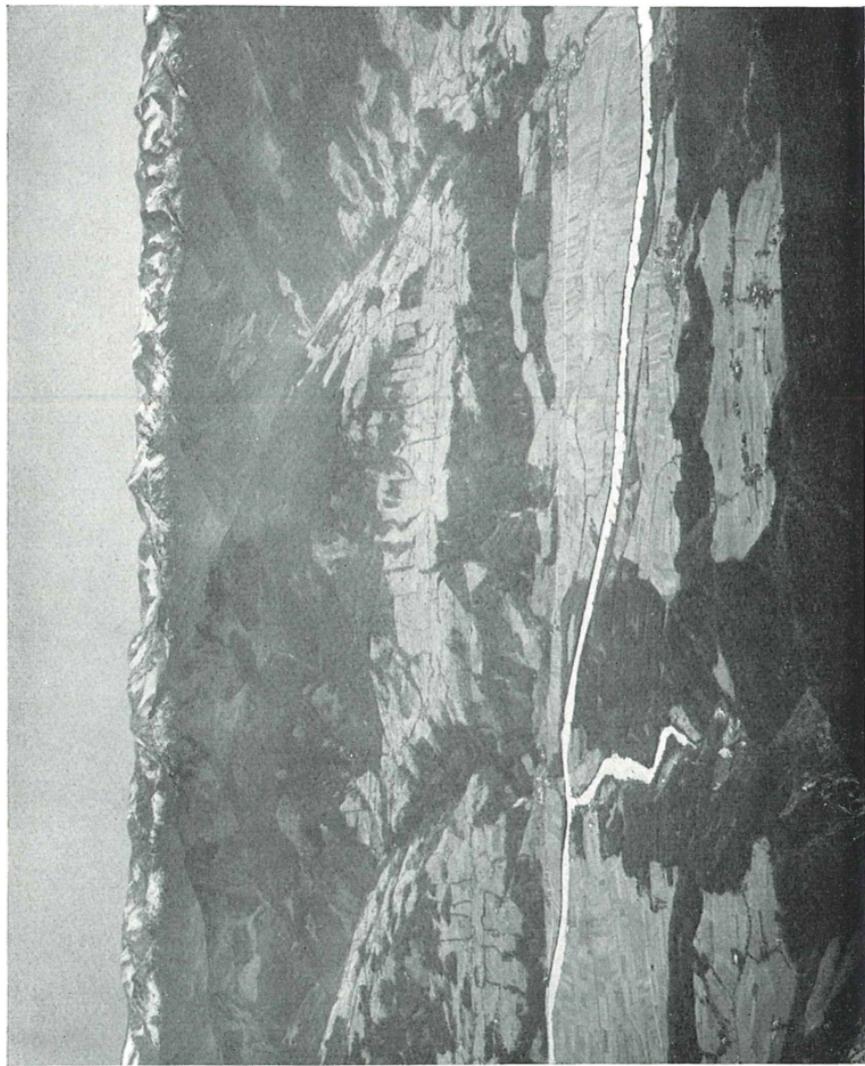
Im Hintergrunde die Kette der Hohen Tauern, aufgebaut aus Zentralgneis und der Schieferhülle.

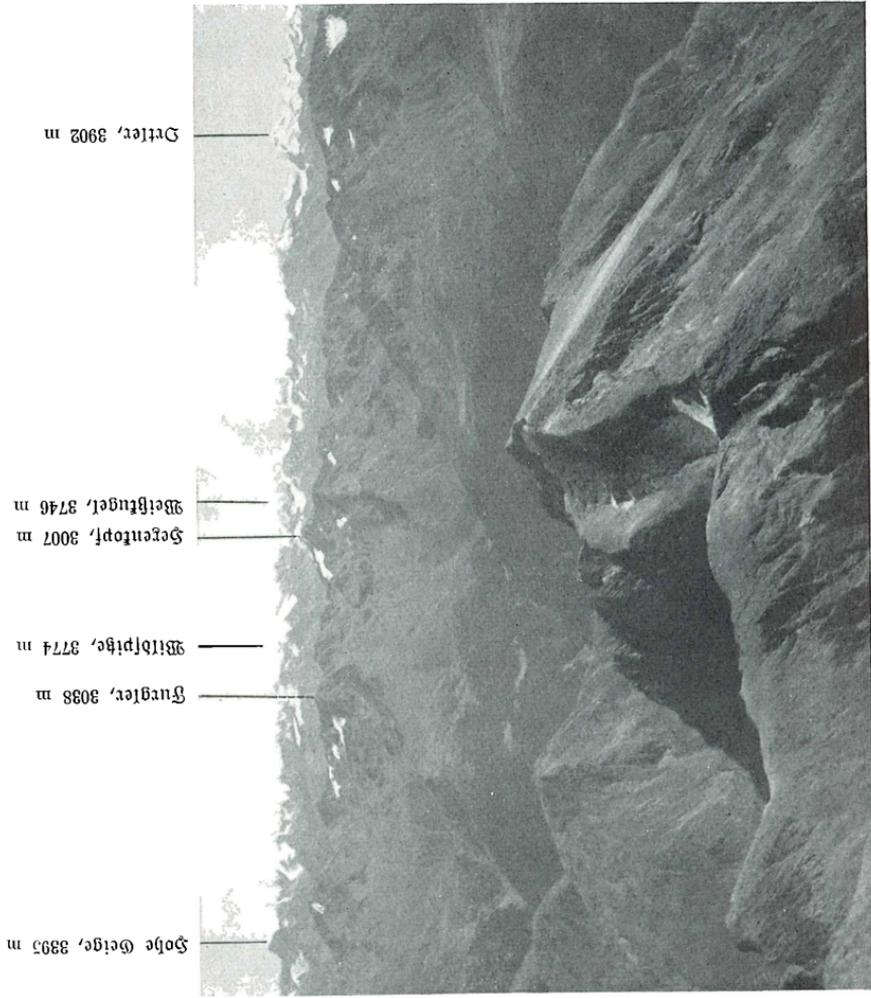


### Die Quarzphyllitzone. Die Tuzer Vor- alpen. S. 38.

Im Vordergrunde des Innertal bei Beer, dahinter der etwa 15 km breite Schieferzug (Quarzphyllit) der Tuzer Boratpen, der vom Giltal ins Zillertal streicht. Die Kämme liegen in 2600 bis 2800 m Höhe. Im leicht verwitternden Gestein fehlen die Schroffen Formen. Dichte Fichtenwälder bedecken die Hänge und weite Klaffenflächen breiten sich über der Waldgrenze und im Innern der Täler aus.

Rechts das Beer, links das Piller Tal. Dazwischen, etwa 300 m über der Talsohle, die Schotterterrasse von Beerberg, ein Rest der eiszeitlichen Talverschüttung. Im Hintergrunde ragt über den Tuzer Bergen der mit Schnee und Eis bedeckte Zillertaler Hauptkamm auf, der aus Zentralgneis (Granitgneis) und der ihm aufliegenden Schieferhülle aufgebaut ist. Die Schieferhülle, im Hilbe nicht erkennbar, bildet einen mehrere Kilometer breiten Gesteinsstreifen zwischen dem Granitgneis des Kammes und den Tuzer Boratpen.



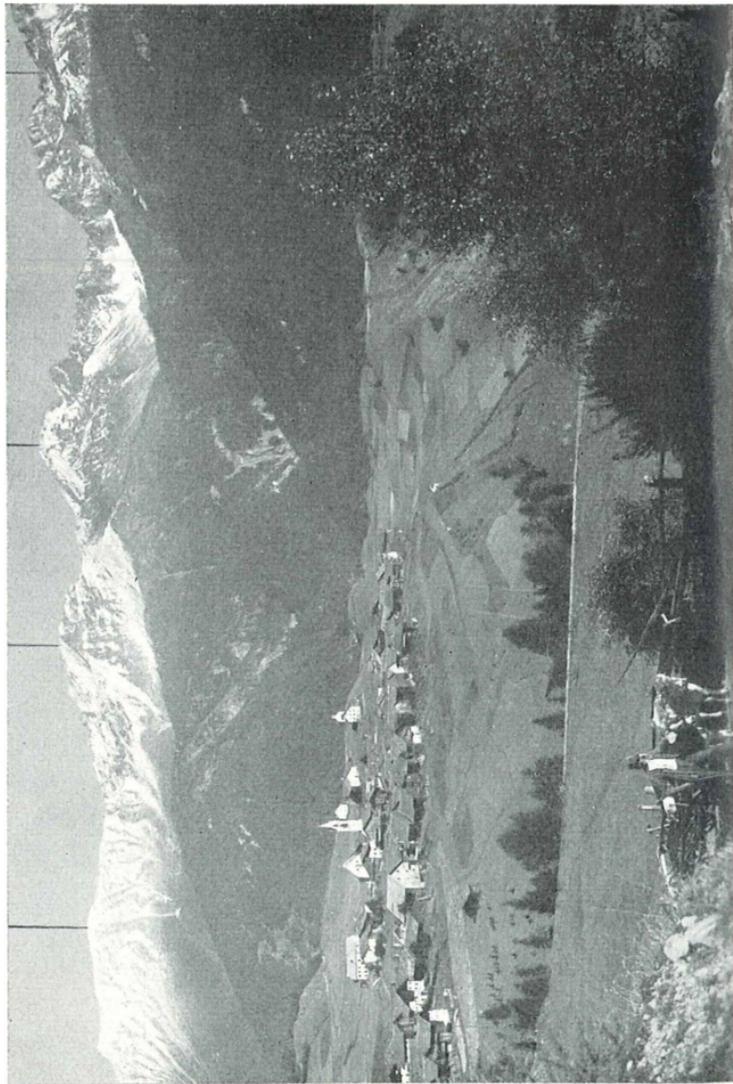


Das Gebiet der Silvretta-Gneise. Blick vom Hohen Riffler (3160 m), einem berühmten Ausflugsberge in der Germaulgruppe, gegen die Samnaungruppe und die Östaler Alpen. S. 39.

Das Bild zeigt die Landschaft der Silvretta-Gneise (Schiefergneise). Gipfel und Kämme sind dunkel, ernt und in Gestalt und Farbe einformig, in der Samnaungruppe 2700 bis 3000 m hoch, daher dort fast nirgendwo zerfleckert, nur wenige kleine Firnfelder. Vom Kamm der Samnaungruppe ziehen schluchtartige Seitentäler in das Haupttal der Trisanna (Paucantal) herab. Dazwischen liegt man über der Waldgrenze flache, fast ebene Almöden. Das sind Reste des alten Karbodens, der durch die Furchen der Klüfte in viele Teilstücke zerfallen ist. Er lag vor der Hebung des Alpengebietes am Ende der Kreidezeit wohl um 1000 m tiefer, und die Höhen über ihm bildeten damals noch ein niedriges Bergland. Im Hintergrunde der Rieserden des Ortlers, die schneebedeckten Hauptgipfel der Östaler, Westalpe und Westalpe, und links die schlang aufstrebende, besetzte Granitspitze der Hohen Geige, der Gipfelpunkt des Östaler Kammes.

Saartpitze

Gannstopf



Das Engadiner Fenster. Das Dorf Ffis (1436 m) im obersten Innthal, gegen den Vorderen Raunergrat. S. 39.

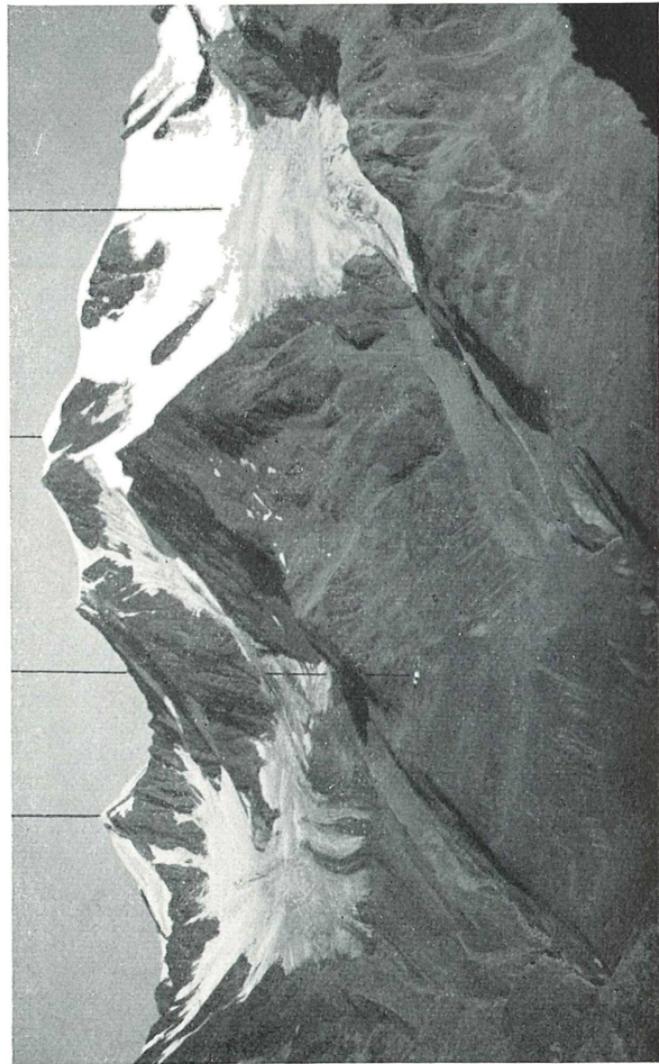
Das Gebiet liegt in den kalkreichen, fruchtbaren Bündner Schieferen. Sie reichen hinauf bis zur Waldgrenze, bis zum Neuschnee. Der Grat besteht aus Ötztaler Gneisen, die auf die Bündner Schiefer aufgeschoben sind. Die Hänge sind fruchtbar, tragen saftige Bergwiesen und selbst steile Felsen noch Weid. Der Inn fließt am Fuße des mit Wald bedeckten Hanges, etwa 500 m tiefer als die sonnige Terrasse, die das Dorf Ffis trägt.

Sinterer Brochvogel, 3636 m

Breslauer Spitze, 2848 m

Wildspitze, 3774 m

Mitterferner



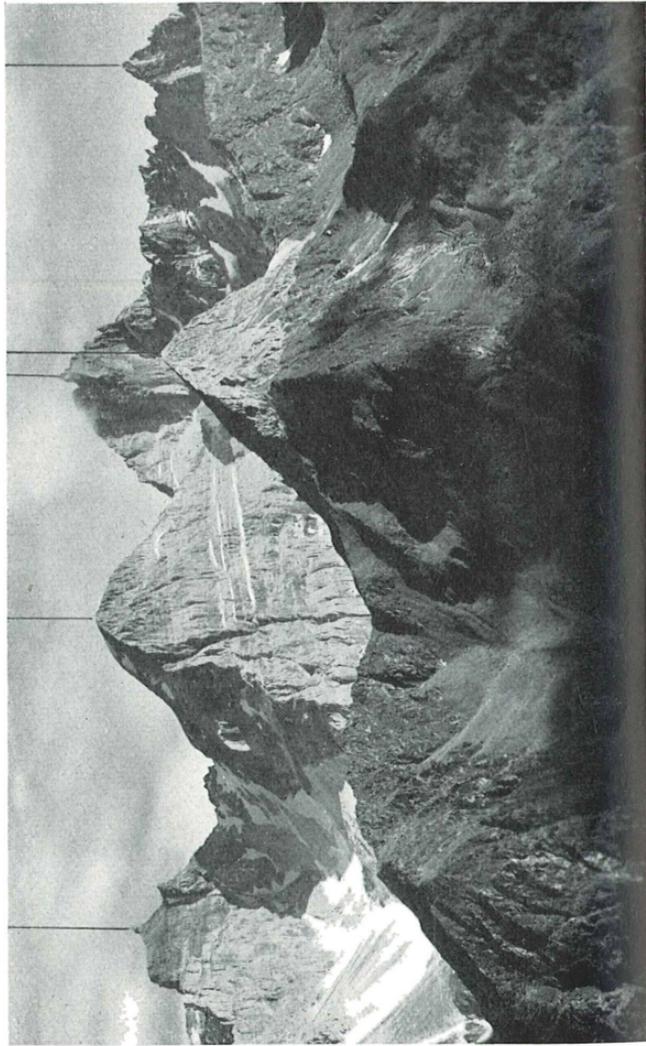
### Die Shtaler Gneise. Wildspitze und Sinterer Brochvogel in den Shtaler Alpen. S. 40.

Eine Hochgebirgslandschaft in den kristallinen Schieferen. Ernste, dunkle Gipfel über großen Schneeflächen und Gletschern. Die Wildspitze, der höchste Punkt der Shtaler Bergwelt, hat zwei Gipfel, die durch einen etwa 300 Schritte langen, schmalen Grat voneinander getrennt sind. Der nördliche Gipfel, mit der dreieckigen Schneehaube, ist um 5 m höher (3774 m). Ungeheure Fernsicht, so weit das Auge reicht, weit über die Grenzen Tirols hinaus, westlich bis über die Berner Alpen, im Osten bis zu den Hohen Tauern.

Unter der Gletscherzunge des Mitterfarners, rechts von der Breslauer Spitze, heller Moränenhügel des zurückgegangenen Gletschers.

Schwarze Wand ober  
Eitenplätz, 2911 mGföhner Tribulann,  
2957 mZfrierher Tribulann,  
3102 m  
Gartlettn, 2472 m

Goldkappl, 2780 m



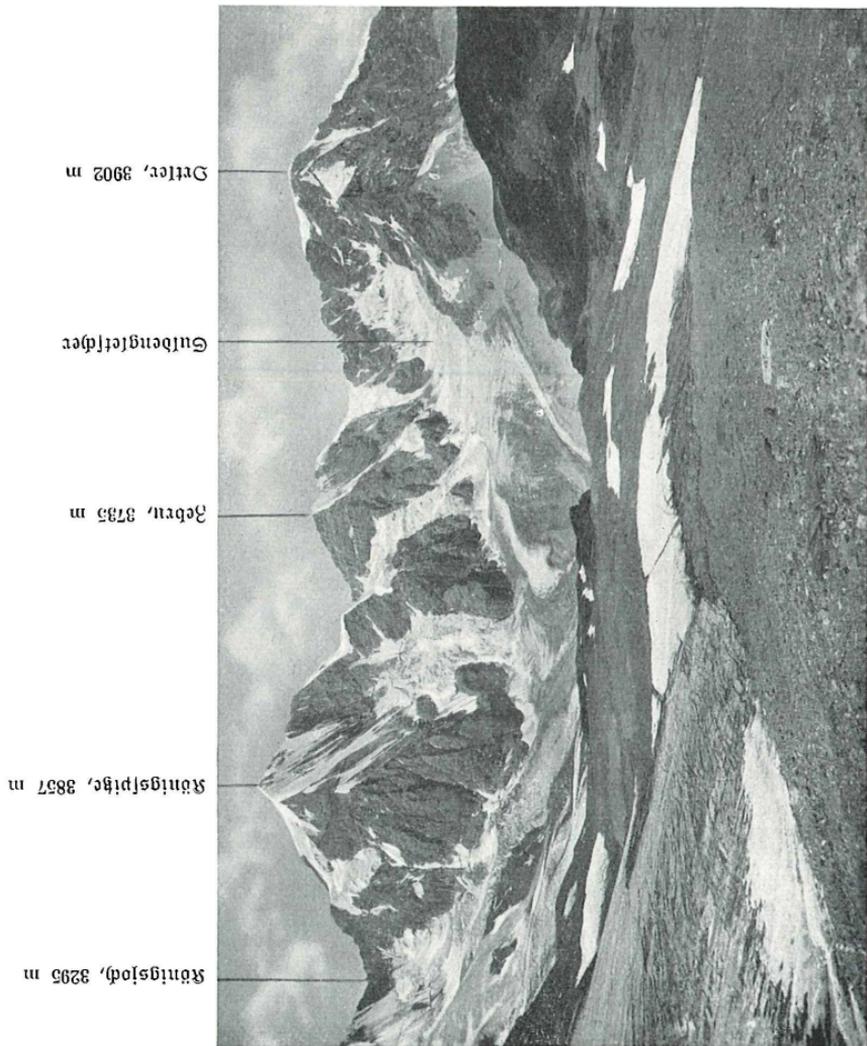
Stubaiar Kalkalpen. Bild von der  
Innsbrucker Hütte am Habicht gegen  
die Tribulaungsgruppe. S. 41.

Landschaft der Stubaiar Kalkberge. Der  
Sattel dieser Berge besteht aus Glimmer-  
schiefer, die Gipfel baut der Dolomit auf.  
Der Gegensatz zwischen den steilwandigen,  
hellen Dolomiten und den dunklen, gerun-  
deten Schieferbergen tritt überall auffällig  
hervor. Besonders scharf ist die Gesteins-  
grenze an der Garkferin in der Mitte des  
Bildes, wo das helle Gipfeldreieck wie durch  
eine Gerade von der dunklen Schieferunter-  
lage getrennt ist.  
Die Kalt(Dolomit-)decke über den Glimmer-  
schiefer war einst viel ausgedehnter, die  
Zerwitterung hat viel davon entfernt und  
tiefe Täler (Gföhriß, Gaudestal u. a.) ein-  
geschnitten.

**Winschgauer Schieferzone. Oberwinschgau von der Tschenglsfer Hochwand (3378 m). S. 41.**

Das Bild zeigt die Landschaft der Winschgauer Schieferzone: in Gestalt und Farbe einformige Gebirgskämme. Vorn das breite, lumpfige Tschital, das über die Maifer Seide zu den drei Reschenseen ansteigt. Rechts zieht über einer Kalkstufe das vom Galunbad durchströmte, waldbreiche Matischer Tal in den Shtaler Stad hinein. Nach links zweigen das Sulden- und Münsiertal ab. Am Ausgang des Matcher Tales, auf einem Schuttkegel, das Dorf Schluderns, dahinter, auf dem Schuttkegel der Maifer Seide, der Markt Maas. Im Hintergrunde, links von den Reschenseen, die Müntertaler Alpen, größtenteils auf Schwebelger Boden, und rechts davon die Shtaler Berge. Das Hauptgestein bildet der leicht verwitternde Phyllitgneis. Auffällig im Landschaftsbilde sind die immer wieder felsigen Einrisse an der fast waldlosen Nordseite (Sonnenberg) des Tales, auf dem Wisse im Vordergrunde rechts. Ihre Entfaltung ist auf mehrere Ursachen zurückzuführen: überflutete, pflanzenarme Täler, mühsames Gestein und geringe Niederschläge, die nicht gleichmäßig auf das ganze Jahr verteilt, sondern auf eine kurze Regenzeit zusammengebängt sind. In der niedererschlagsarmen Zeit häuft sich der Schutt, der sich in dem mühsamen Gestein in reichlichem Maße bildet, an, und wenn dann die Regenflüsse einsetzen, wird er weggeschwemmt, und die herabstürzenden, schuttbeladenen Bäche reißten tiefe Gräben in die freien Täler.





Der Ortlerfalk. Ortlergruppe vom Kröllboden ober Martell. S. 41.

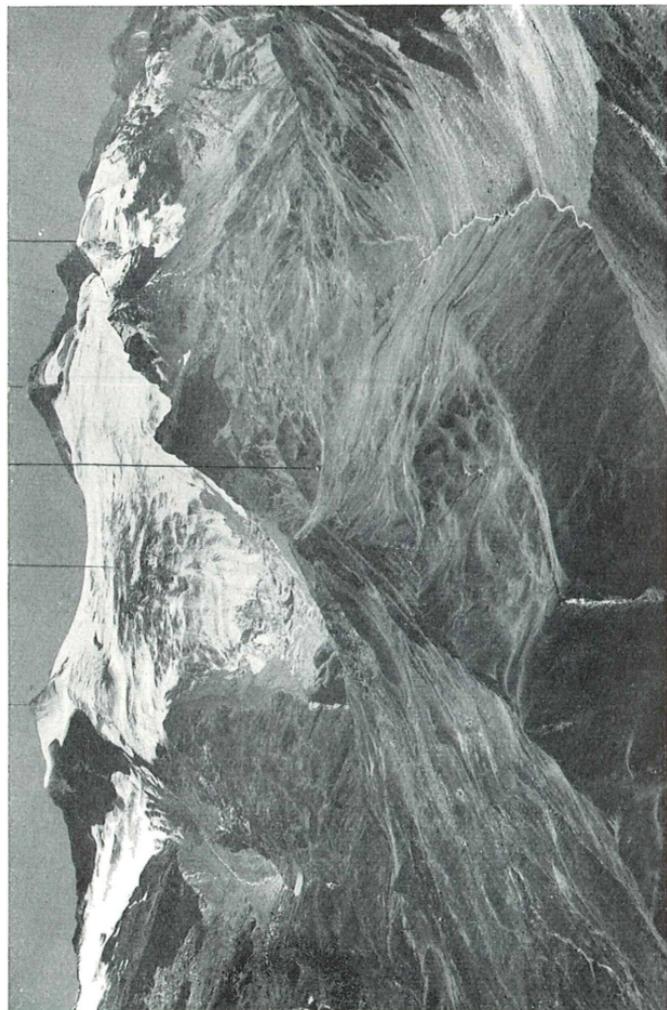
Die Ortlergruppe, die im Ortler gipfelt, ist ein mächtiger Gebirgsstock mit prächtigen Bergformen. Der Fuß des Gebirges besteht aus kristallinen Schiefen, Gneis und Amphibolit, die Gipfel und Wände baut ein stark gefalteter und gepresster, dunkler, von weissen Kalkspatadern durchsetzter Kalk auf, der Ortlerfalk. Ihm verbannt der Gebirgsstock die schroffen malerischen Formen. Links vom Königsloch fehlt die Kalkauflage, der Schiefergang legt sich bis in die Gegend von Meran fort.  
Der Gebirgsstock zählt an 70 Gletscher, die etwa 200 km<sup>2</sup> bedecken. Der Suldenferner, an der linken Flanke des Ortlers, ist 12 km<sup>2</sup> groß.

Kaiserkrone, 3098 m

Döberner, 3480 m

Turer-Joch-Gang,  
2340 m

Gefrorene Wand

Gefrorene-Wand-  
Spitzen, 3291 m

Die Zentralgneiszone. Bild vom Schlüssel-  
spitzlattel auf das Turer Joch, die Ge-  
frorene-Wand-Spitzen (links) und den  
Döberner (rechts). S. 42 u. 43.

Der Hauptkamm besteht aus Zentralgneis.  
An diesen legt sich mantelförmig die Schie-  
ferhülle an. Sie bildet die wässrigen, gerun-  
deten Spange um das Turer-Joch-Gang in  
der Bildmitte. Die gerundeten Formen  
(Kugeln) der Schieferhülle heben sich deut-  
lich von den kühneren und schrofferen For-  
men des Zentralgneisfammes ab. Das Wei-  
sental, rechts, das bei Sinterterug mündet,  
ist reich an Edelweiß, ein fast untrügliches  
Kennzeichen, daß kalkige Gesteine (Kalk-  
phyllit der Schieferhülle) vorhanden sind.  
Der großen Mulde zwischen den Gefrorene-  
Wand-Spitzen und dem Döberner entspringt der  
Gefrorene-Wand-See, dessen Gänge sich ins  
Turer Tal ablenkt.

## Schieferhülle. Der Großglockner. S. 43.

Der Großglockner, der König der hohen Tauern, der höchste Gipfel von Großglocknerland. Herrliche Fernsicht, nur durch die Sehkraft des Auges beschränkt. Knapp außerhalb des schneeigen Grates die Adlersruhe, weiter rechts der Höhenwartkopf und die fast senkrechte Wand des Kellersberges. Diese Berge bestehen aus einem dunkelgrünen, sehr widerstandsfähigen chloritischen Gestein, der Glockner selbst aus besonders hartem Gels. Der Berg, ganz links, und das Schwertel über der Salmhütte sind aus Kalktimmersteine der Oberen Saizerhülle aufgebaut, die einst auch den Glockner und den Kellersberg bedeckte, dort aber abgetragen wurde. Die beiden Gletscher heißen Leiterstees (links) und Höhenwartstees. Vor ihnen junger Moränenhaufen. Auch in der Umgebung der Salmhütte und im Vordergrund Moränen Gelände mit durchblühenden Felsinseln. Gang rechts im Bilde der „Eisfelder“, eine Mulde, in der auch im Sommer immer kalte Luft liegt.

Großglockner, 3798 m

Höhenwartkopf

Kellersberg, 3278 m

Schwertel  
Salmhütte

Zone der Alten Gneise. Blick gegen den Zillertaler Hauptkamm von Süden her, vom Kronplatz bei Bruned. S. 44.

Im Vordergrunde das weite Talboden von Bruned mit dem lieblichen atteriumförmigen Städtchen am Fuße der Meischacher Terrasse und den Dörfern St. Georgen, links, und Dietenheim, rechts, am Eingang ins 50 km lange Tauferer Tal. Das Tal mündet ohne Kalbfurte mit breiter, flacher Sohle aus. Wasser und Eis haben dieses große Seitental ebenso stark vertieft wie das Tal der Mienz.

Das Schiefergebirge links vom Tauferer Tal gehört zur Zone der „Alten Gneise“. Ziel Wald, weite Almweiden und Bergwiesen, wie überall in den Schieferbergen.

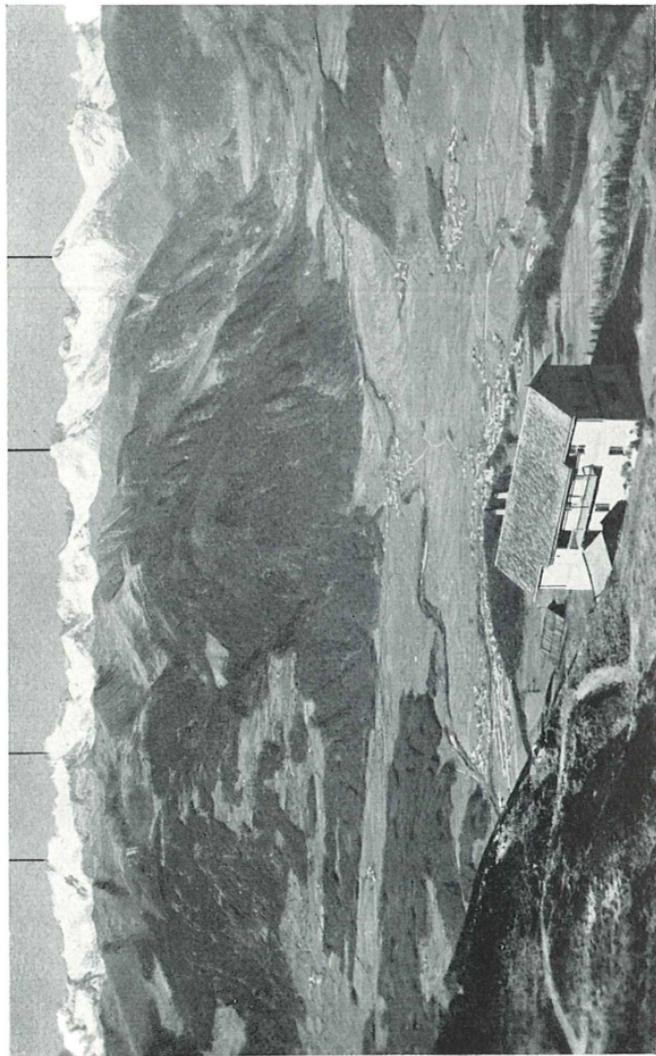
Am unteren Hange, etwa 200 m über der Talsohle, die fruchtbare Terrasse von Pfalzen, aus Terrassenföhrtern, aus denen Quarzporphyren inselartig aufragen. Im Hintergrunde der Hauptkamm der Zillertaler Alpen, aufgebaut aus Gneis (Granitgneis) und der sie mantelförmig einhüllenden Schieferhülle (im Bilde nicht erkennbar). Die schroffen Felspyramiden sind zumeist mit glitzerndem Firn bedeckt.

Sodffelle, 3523 m

Wöfelle, 3486 m

Schwargentfelle, 3370 m

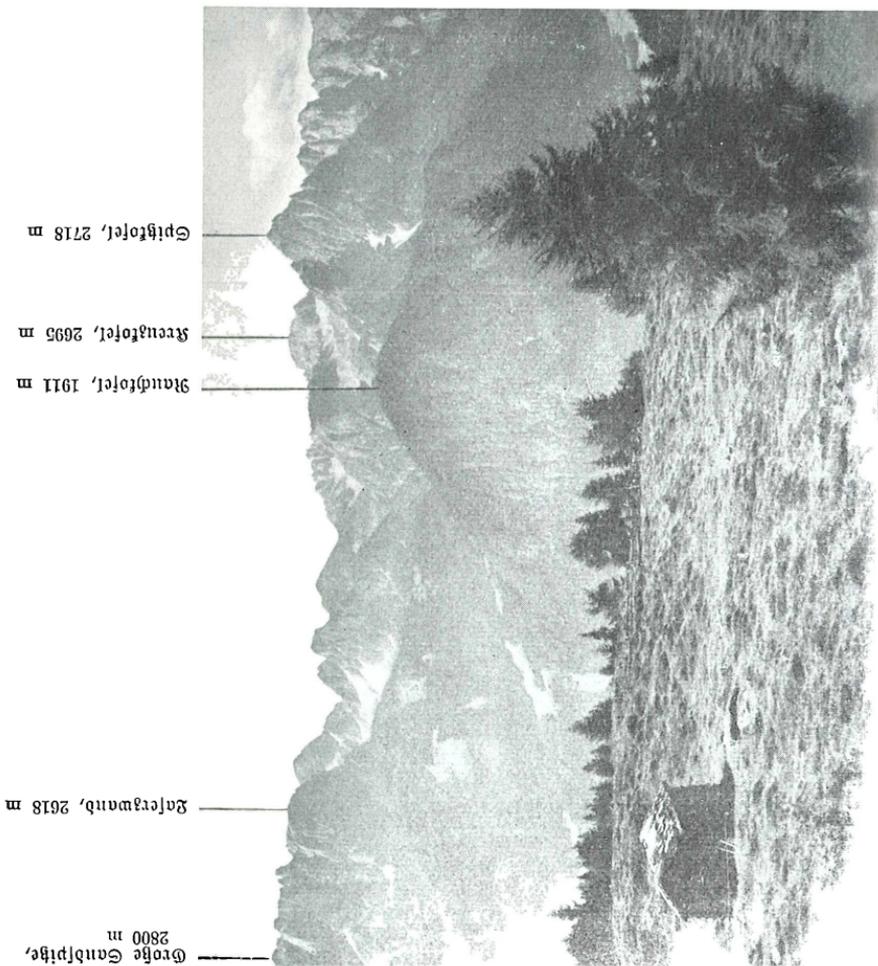
Stöfelle, 3382 m



**Südliche Grauwackenzone. Lienzener Dolomiten vom Jelsberg bei Lienz. S. 45.**

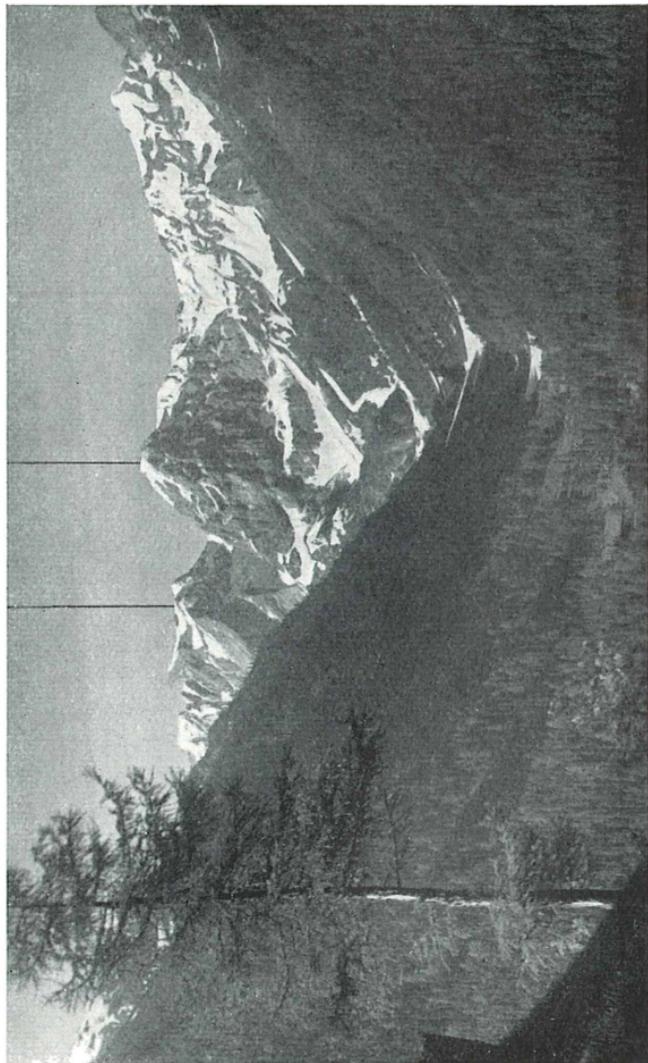
Im Gehalt, Aufbau, Gesteinsfolge und Pflanzenwuchs den Nördlichen Kalkalpen ähnlich.

Auffallende Berggestalten sind die **Trockenwand**, der Hauptgipfel der Lienzener Dolomiten, ein turmartiger, in mächtigen Felswänden abflührender Felsbau, und der **Spitzkofel**, dessen Schichten wie steilgestellte Bretterflöße hoch aufragen. Hauptfelsbildner ist der Dolomit. Unter den steilen Schrofen alchen mehr oder weniger breite Streifen von leicht verwitternden Haibler Schichten (Mergel). Vor dem Hauptkamm der niedrige, reich bewaldete **Kraufkofel**, in der Tiefe, rechts, ein Teil des Lienzener Kalbedekens. Der Jelsberg im Vordergrund ist ein Ausläufer der Schöbergruppe und besteht aus Schiefergestein.



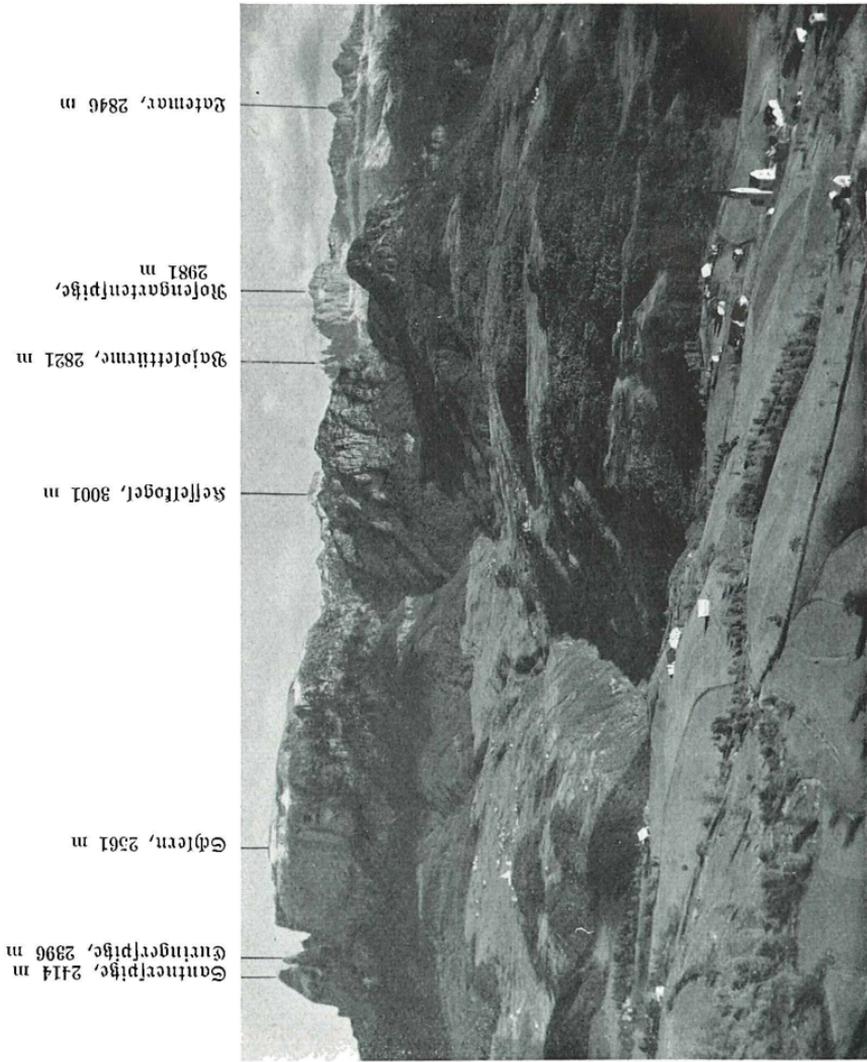
Königswand, 2684 m

Stingaitt, 2670 m



### Südlische Grauwackenzone. Kingaitt und Königswand im Karnischen Kamm. S. 45.

Der Karnische Kamm, südlich vom Karitsch- und Gailtal, bildet die Wasserscheide zwischen dem Schwarzem und dem Adriatischen Meer. Verschieden gefärbte Schiefer (grau, grünlich, violett, grauschwarz) und alte Kalkfette bauen die Berge auf. Das Landschaftsbild ist daher sehr verschieden, grüne Matten und sanfte Bergtuppen wechseln mit kühn aufragenden Felstürmen und schroffen Wänden. Auf dem Rinde besteht der bewaldete Vordergrund aus bunten Schieferen und im Hintergrund des Erichbaumer-tales, südlich von Karitsch, ragen die alten (bezoenischen) Kliffkalle auf. Die Königswand, ein schöner vielgestaltiger Felsgipfel, bietet eine der schönsten und umfassendsten Ausblicke in diesem Gebiete.



Die Bozner Porphyrlatte. Die Hochfläche des Ritten (Anterin) gegen die Dolomiten. S. 46 u. 110.

Das Bild zeigt die Landschaft des Bozner Quarzporphyris: hügeliges, weites Hochland mit Wiesen, Feldern und viel Wald. Von der Hochfläche des Ritten, mit ihren prächtigen Wäldern und blumenreichen Wiesen, genießt man weite Fernsicht, insbesondere aber das tiefeingeschnittene Eisacktal hinüber, auf die schönen Götter am Fuße des Schieren und die Dolomiten. Das Hauptgestein dieser Landschaft ist der Bozner Quarzporphyr, über dem vielfach sein Verwitterungsschutt, der Grottnersandstein, ausgebreitet ist. Auf diesen Gersteinen ruhen die „Dolomiten“, auf in der Hauptsache Kalkgesteine aus der Triaszeit.

Der Mendelzug. Blick auf überetisch,  
die Mendel und die Ausläufer der  
Ortlergruppe. S. 47.

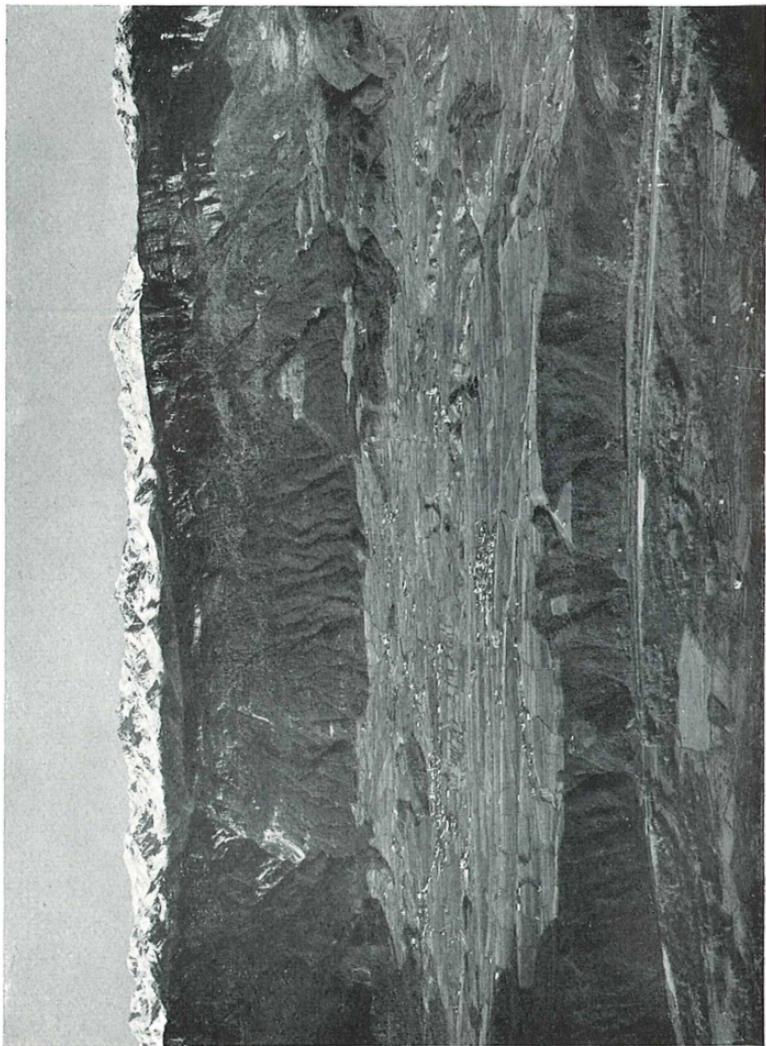
Vorn die Etschtalshöhe, über den steil abfallenden, 100 bis 200 m. hohen Porphyrvänden überetisch, eine breite mit Schottern erfüllte Mulde.

Die Mulde ist alter Katboden. Dort floss einst die Etsch, und sie nahm erst unter kaltem den Eisack auf. In der letzten Zwischeneiszeit wurde, ähnlich wie im Jura, der Katboden hoch hinauf mit Schottern aufgefüllt und der letzte eiszeitliche Gletscher breitete noch seine Moräne darüber. Die abgelagerten Schotter wurden später zum größten Teile aus dem Eisgiale wieder fortgeschwemmt, hier in überetisch blieben sie liegen und verdrängten die Etsch in ihr heutiges Bett. Der fruchtbare Schotterboden und die Südlandsonne lassen hier die berühmten überetischer Weine reifen.

Im Hintergrunde fällt der Mendelzug in Steilwänden nach überetisch ab. Er ist aus ähnlichen Gesteinen aufgebaut wie die Dolomiten.

Hinter dem Mendelzug, in Wirklichkeit etwa 30 Kilometer von ihm entfernt, tauchen noch die Ausläufer der Ortler Gruppe auf, die Marteller Quarzphyllitzone, die bei Meran endet. Ungefähr in der Mitte dieser beiden Bergketten liegt die Subfarian-Bruchlinie, die die Südalpen von den Zentralalpen scheidet, Kalksteine von den Schiefer.

überetisch ist reich besiedelt, St. Pauls, rechts, Triana, in der Mitte, und St. Michael, links, bilden zusammen die große Gemeinde Eppan. Viele Burgen und Schlösser. Oberhalb St. Pauls, auf einem sonnigen Porphyrtal, die Ruine Hoch-Eppan.



Die Dolomiten. Sella- und Langkofel-  
gruppe in den Dolomiten. S. 48, 74  
u. 115.

Nachts der breite Stoß der Sella. Der gewaltige Sockel ist ungeschichteter Schlierndolomit, der eine ringsum vortretende Terrasse bildet, auf der eine dünne Schicht weicher, meist rötlicher Gesteine (Raibler Schichten) ruht. Über diesen, zu höchst, baut sich eine zweite Steilwand auf, die aus wohlgeschichtetem Dachsteindolomit besteht. Der Gegenfuß zwischen dem massigen, ungeschichteten Sockel und dem deutlich gebänderten Aufsatz ist wirkungsvoll.

Die Bildung der Terrasse wurde durch die Raibler Mergel verursacht. Diese mittleren heraus und der darüberliegende Dachsteindolomit bröckelte nach. In die Spalten des mächtigen Sockels aber konnte das Wasser nicht eindringen, weil die Mergel es zurückhielten. Der Sockel verwitterte daher viel, viel langsamer und springt nun terrassenförmig vor.

Im Nordgerunde links leicht verwitternde dünne Luffe und Mergel, sie bilden Wiesengelände.

Die drei Bergspitzen, im Hintergrund links, bestehen aus Schlierndolomit. Auf der Grobmannspitze und dem Langkofel ist die schützende Mergelschicht in kleinen Resten noch auf den Gipfeln vorhanden, auf der Fäulungspitze fehlt sie vollständig, ihr Gipfel ist in fingerförmige Zäden aufgeteilt. Unten bilden auch die drei Bergspitzen links einen geschlossenen Gebirgsstoß wie die Sella.

Die leuchtenden Riffkante des Schlierndolomits über den lieblichen Matten sind Ziel und Sehnsucht vieler Bergsteiger, die Matsches Bauernwoh.

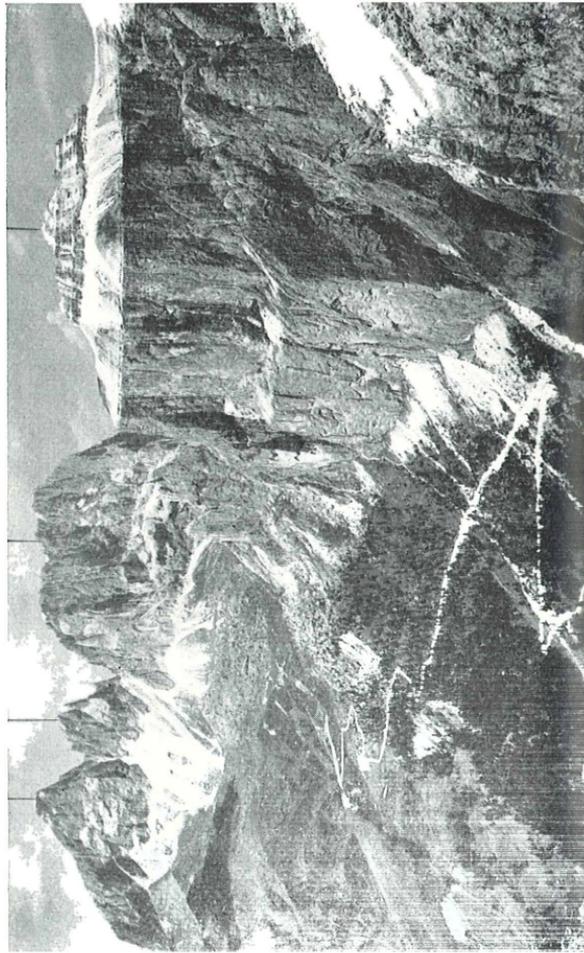
Am Fuße der Felswände Schutzthalben. Am Sella- und Langkofel, über das die Straße führt, ein

Sella- und Langkofel, 3178 m

Langkofel, 3178 m

Stimmfingergipfel, 2996 m

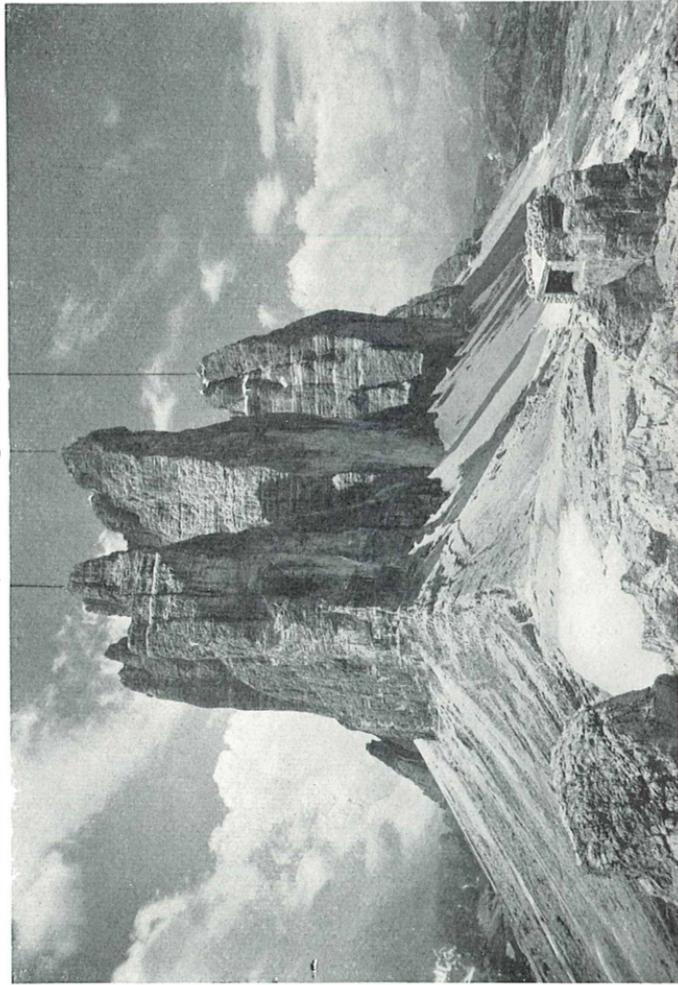
Rohmannspitze, 3111 m



Kleine Zinne, 2856 m

Große Zinne, 2998 m

Älteste Zinne,  
2973 m



Die Dolomiten. Drei Zinnen in den östlichen Dolomiten. S. 50, 73 u. 115.

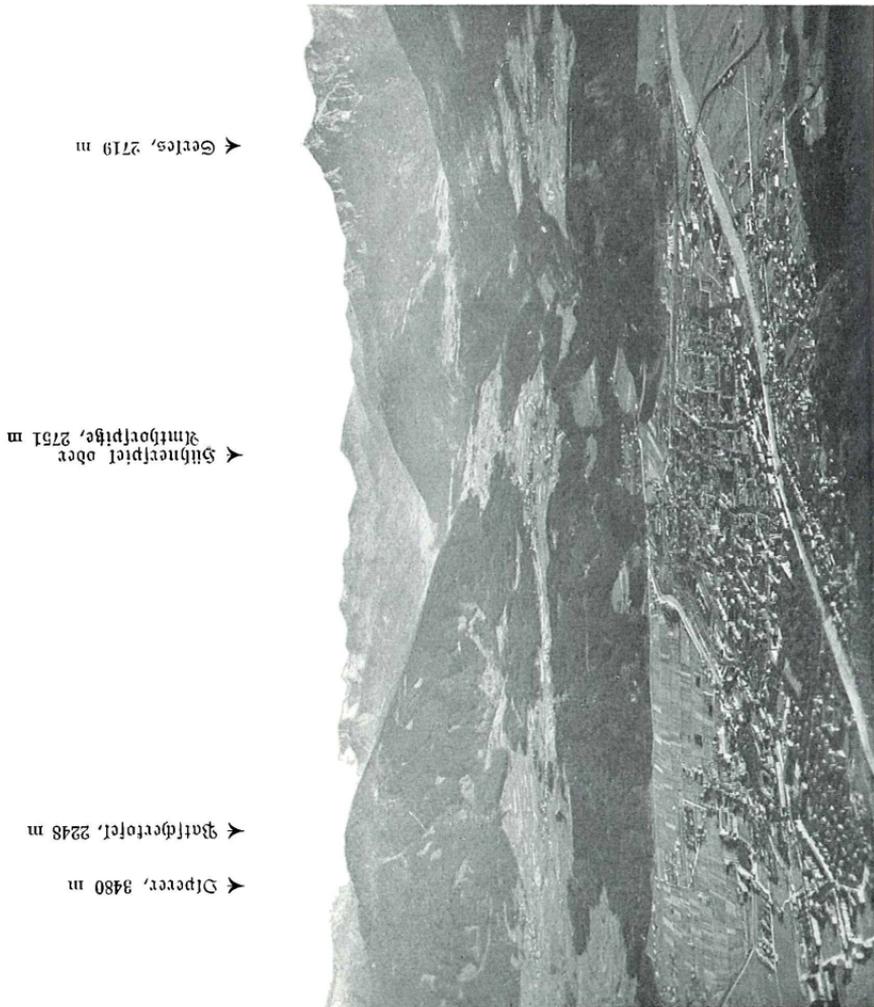
Sie zeigen deutlich die Formen des Dachsteindolomites: wagemäßig gebant und sehr recht vertikal. Der Saftel dieser drei Felstürme, durch Schuttmassen verhüllt, besteht aus Karbeler Schichten. Unter diesen liegt dann der Schindeldolomit, der im Vordergrunde rechts noch ein wenig sichtbar ist.

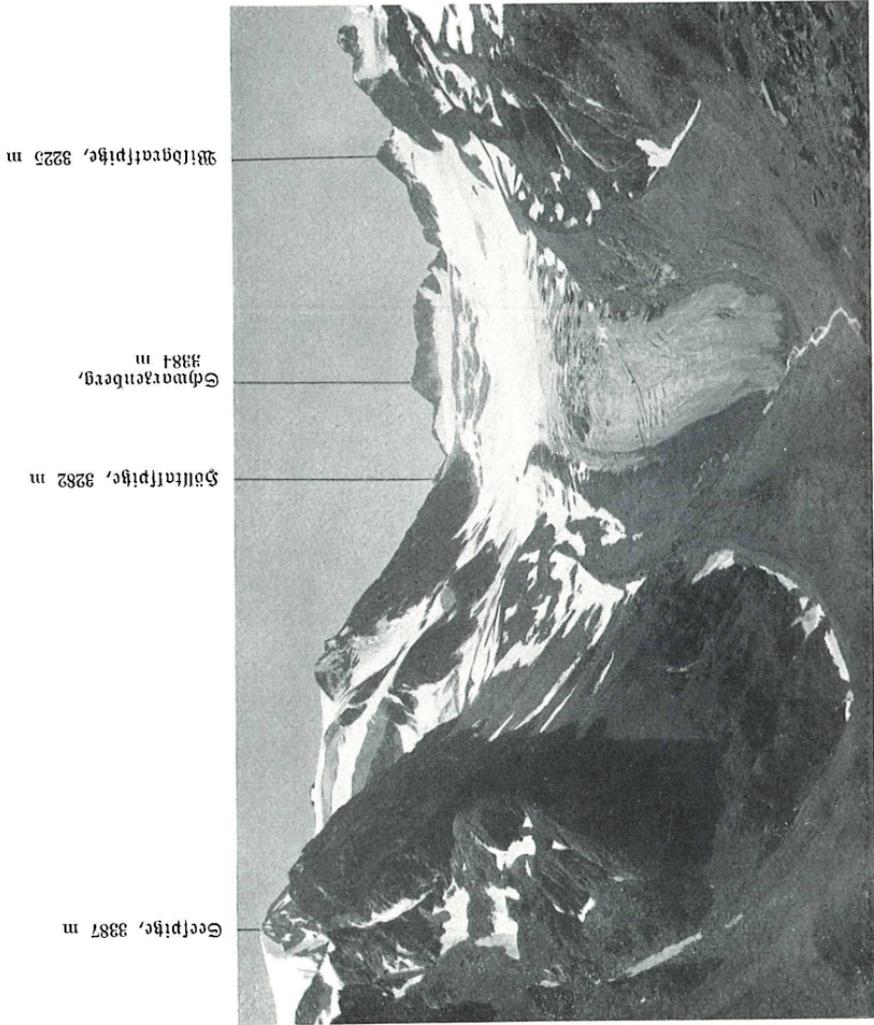
Die drei Zinnen sind Verwitterungsreste jener gewaltigen Kaltpfanne, die einst über dem ganzen Gebiet der Dolomiten ausgebreitet lag. Auch diese drei Zacken werden in langen Gehirten tausenden verschwunden sein.

### Mittelgebirge. Das Innsbruder Mittelgebirge. S. 58 u. 122.

Vorn das breite Inntal mit der Landeshauptstadt Innsbruck auf dem flachen Schuttkegel der Gail und Sötting auf dem mächtigen Schuttkegel aus dem Höttinger Graben. 300 m über der Gailsohle die Innsbrucker Mittelgebirgs Terrasse, die links ins Gail-, rechts ins Stubaital hineingiebt. Die Gail hat eine tiefe Furche in die Terrassen-schotter gegraben und die Terrasse in zwei Teile zerlegt. Links die Sörfers Igls und Gais, rechts Matters und Mattiers. Die Terrasse erinnert uns an die letzte Zwischeneiszeit, da das mittlere Inntal bis zur Höhe des Mittelgebirges mit Schutt erfüllt war. Der letzte Jungpleistozän und der Inn räumten das verschüttete Inntal zum Teil wieder aus, nur an den Salzhängen blieben die Schotter liegen und bilden dort die schönsten Terrassen. Aus den Schotter ragen da und dort gleichgerundete Felsbänke aus Quarzporphyr auf (Kaiser Köpfe), Reste des alten festigen Festbodens.

Im Hintergrunde, links, der gerundete Matfcherkofel (Quarzporphyr, oben Ötztalmer Schiefer) und dahinter der Luger Kamm mit dem Dipperer (Zentralsignels), rechts die Gerles ober Waldraupfigne. Die schöne Kalkpyramide ihres Gipfels ruht in 2000 m Höhe auf buntem Ötztalmer Schiefer auf.





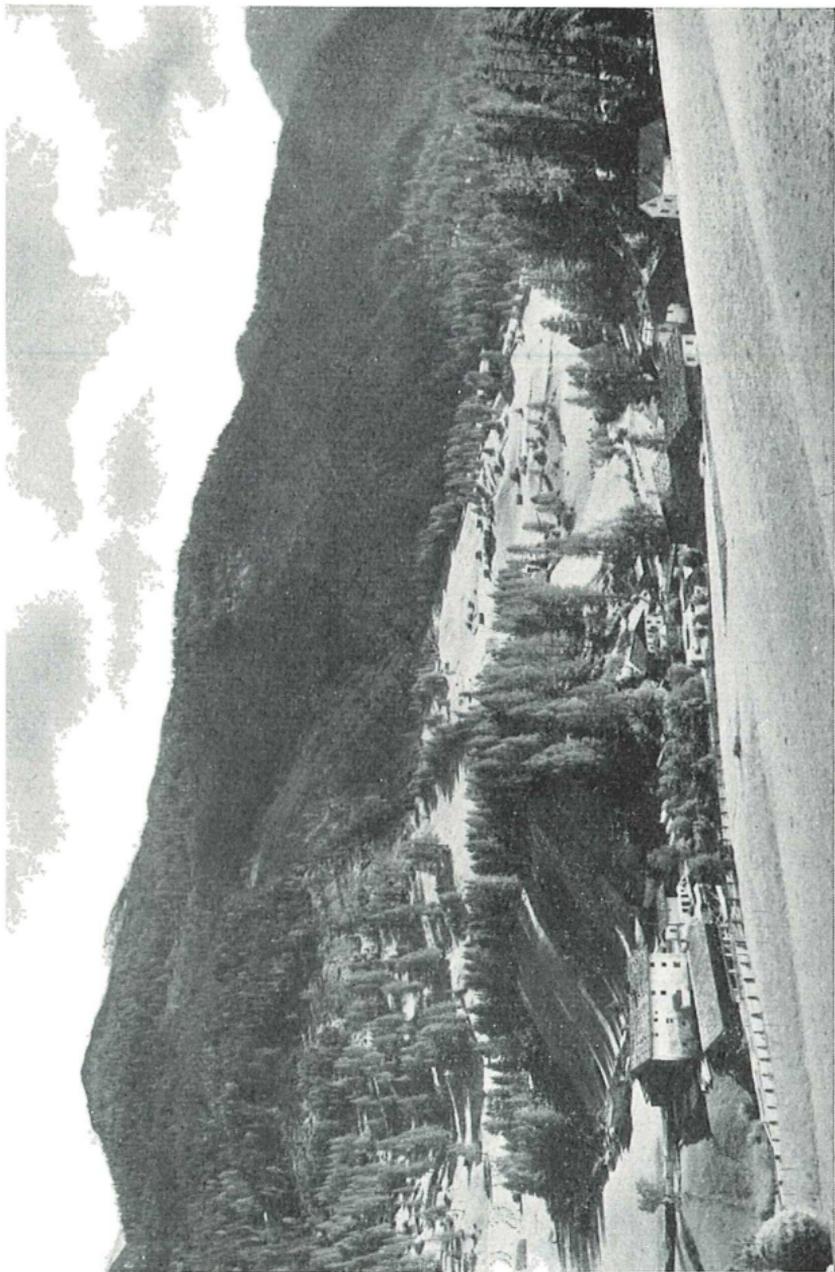
Glacier. Alpeiner Ferner im Stubaital. S. 62.

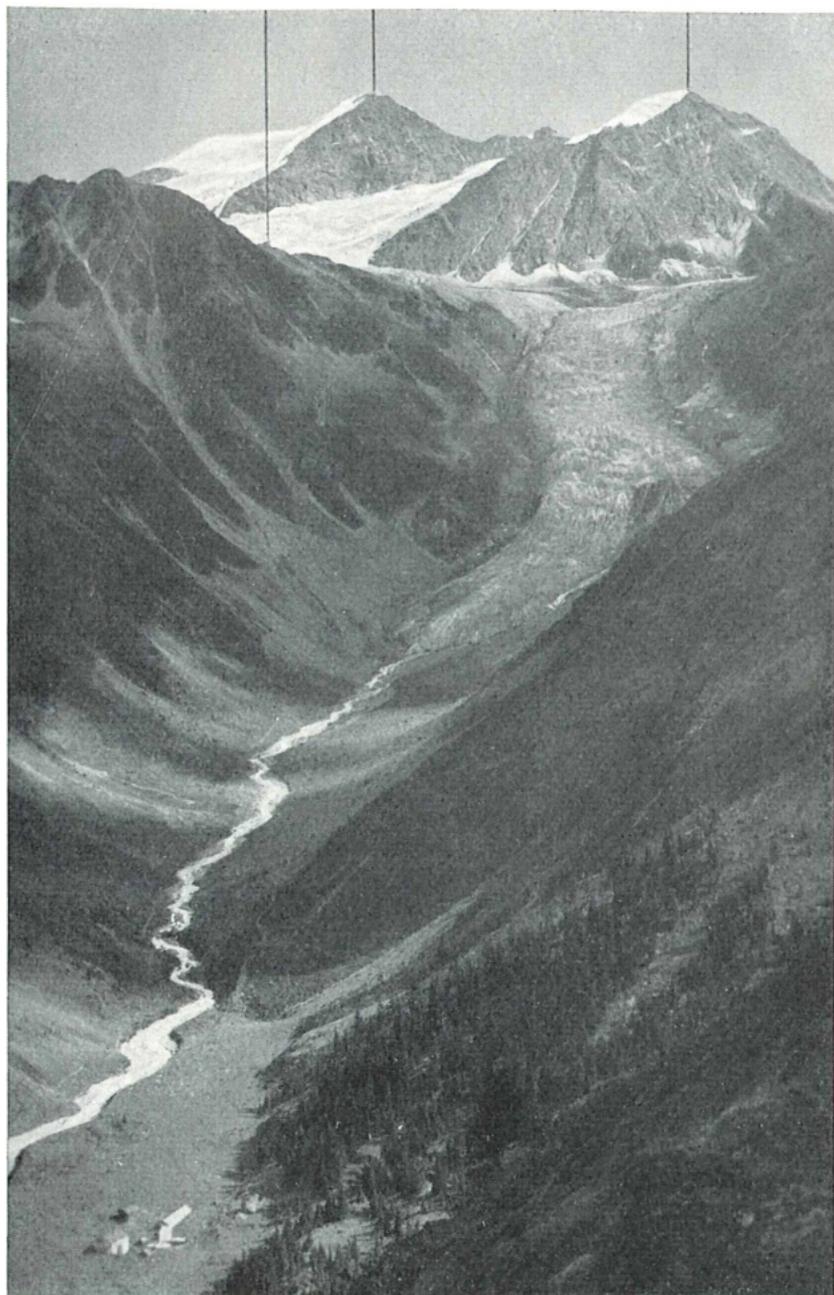
Der Schnee sammelt sich in den hochgelegenen, von gewaltigen Gipfeln umrahmten Münden des Sturgebietes, wird durch Druck zu Eis und fließt langsam abwärts. Zwei Mauern von zerklüfteten Eismassen (Eisbrüche) geben Zeugnis von der Unruhe des Gletscherbodens. Dem Gletschertor am Ende der Zunge entvult der Gletscherbach. Um die Mitte des vorigen Jahrhunderts fließ der Gletscher weit vor und ließ nach dem Rückzuge die hohen Schuttwälle, Seitenmoränen, zurück, die wie Uferböschungen die Mäule beiderseits begleiten. Die Höhe der Schuttwälle läßt auf die Mächtigkeit des Gletschers schließen. Aber den Wälen sind die Eisformen Schroffer.

### Rückzugsmoräne. Bei Trins im Schnitztal. S. 67.

Hinter den paar Säulen zieht ein bewaldeter Schutthügel quer über das Tal und sperrt es bogenförmig ab. Der Schnitt ist ungeschichtet und von kantengerundeten, aus dem hintersten Schnitztal stammenden Gesteinstrümmern durchsetzt, es ist Moränen-schutt.

Der Rückzug des letzten eiszeitlichen Gletschers ging rückwärts. Wo der Eisrand längere Zeit stehen blieb, lagerte er solche Schuttwälle ab, die dann beim weiteren Rückzug des Gletschers den Talbach zu einem See stauten. Das abfließende Wasser des Sees schnitt immer tiefer in den Moränenwall ein und schuf schließlich die Lücke, durch die heute der Talbach seinen Weg nimmt. An den See erinnern noch die Sumpfwiesen hinter dem Schutthügel.

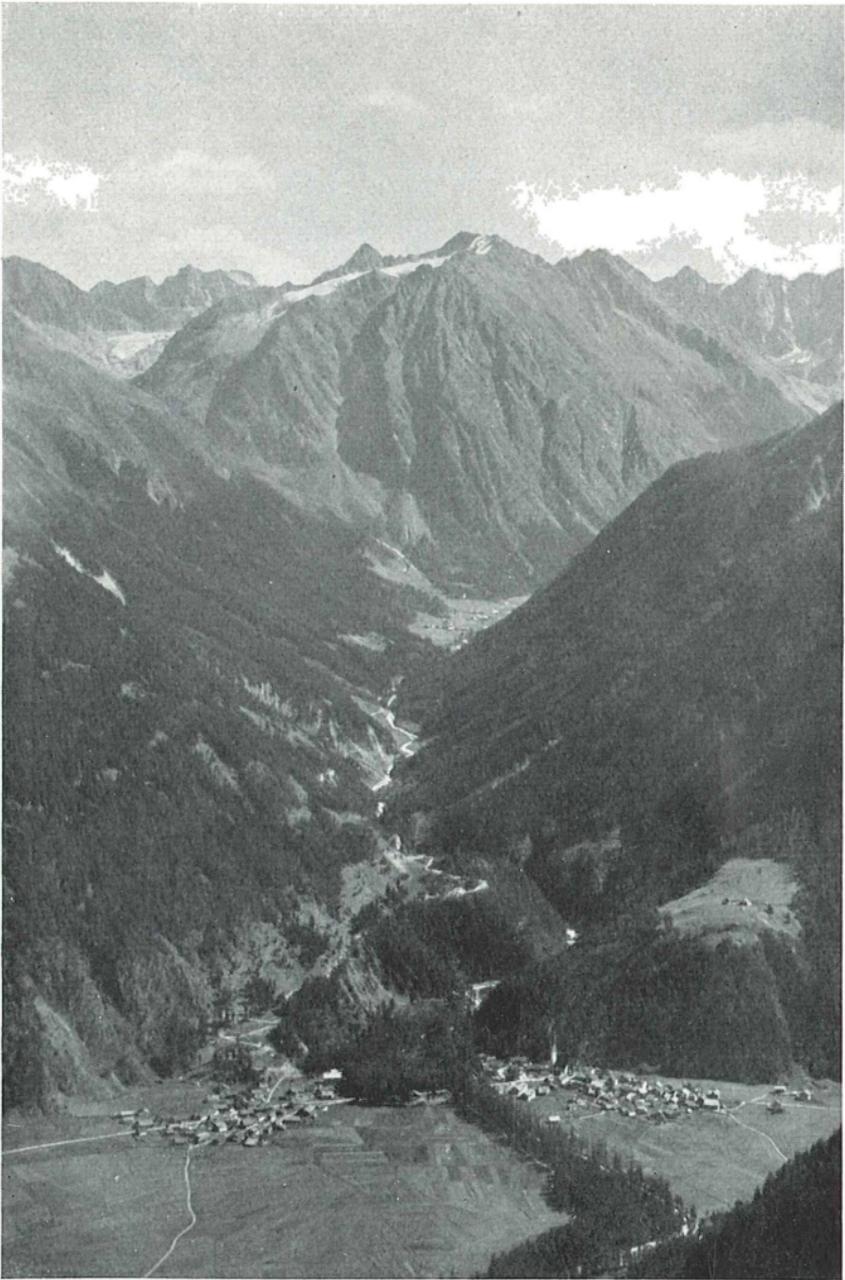


Braunschweiger Hütte,  
2759 mInnere Schwarze  
Schneide, 3370 mLinker Fernertogel,  
3278 m

Trogtal. Mittelbergferner im Piztal. S. 68.

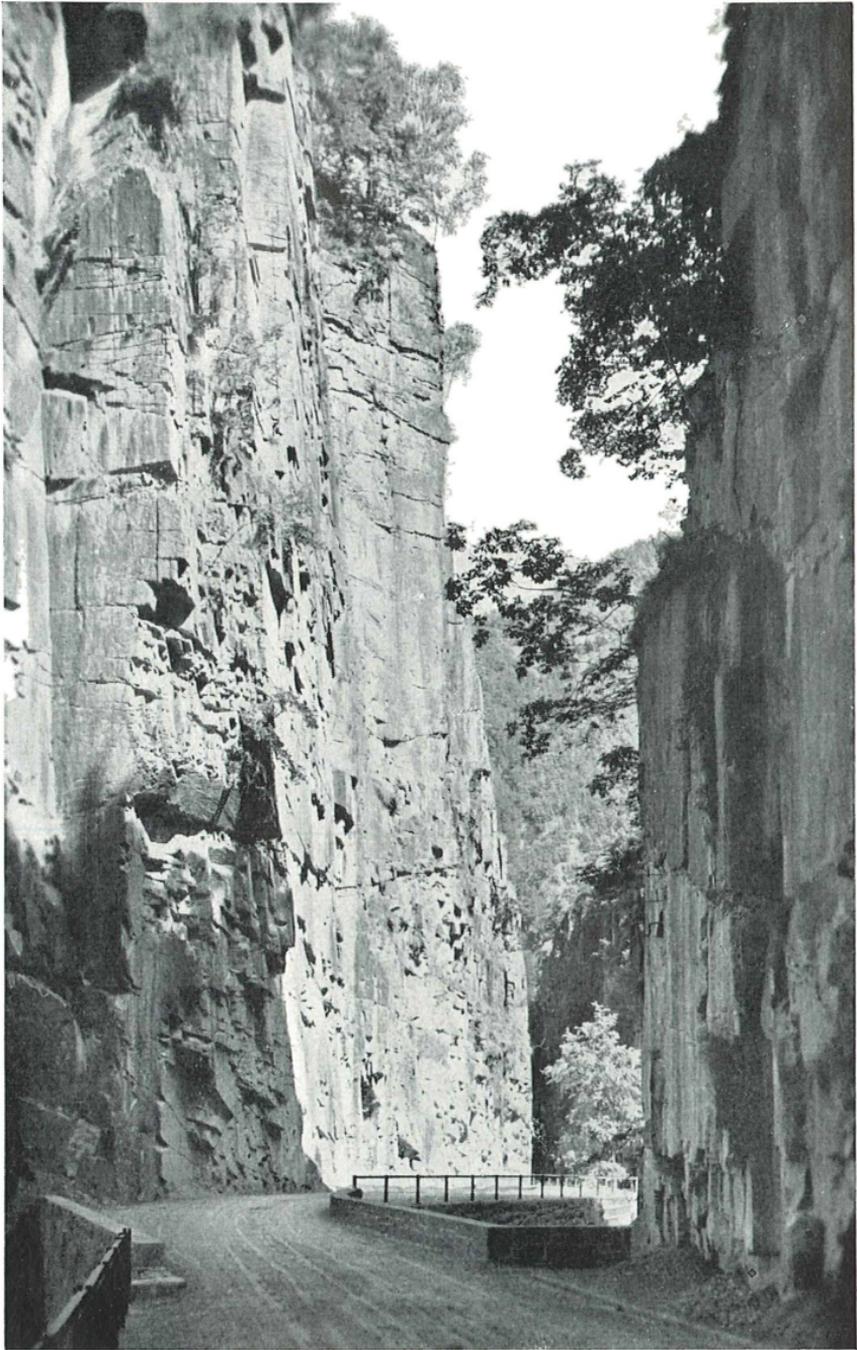
Aus den weiten Eisrevieren der Wildspitze, dem Sammelgebiet des Ferners, stürzt seine Zunge, zerklüftet und zerrissen, 800 m tief ins Piztal ab. Um die Mitte des vorigen Jahrhunderts reichte der Gletscher etwa einen halben Kilometer weiter vor und füllte das Tal mit Eis. Die abgeschliffenen, gerundeten Hänge und das U-förmige Trogtal sind Zeichen dieses Vorstoßes. Man vergleiche damit die schroffen Formen der Kämme und Grate.

Von der Braunschweiger Hütte großartiger Anblick des Gletscherabsturzes und herrliche Rundsicht bis zur Wildspitze.



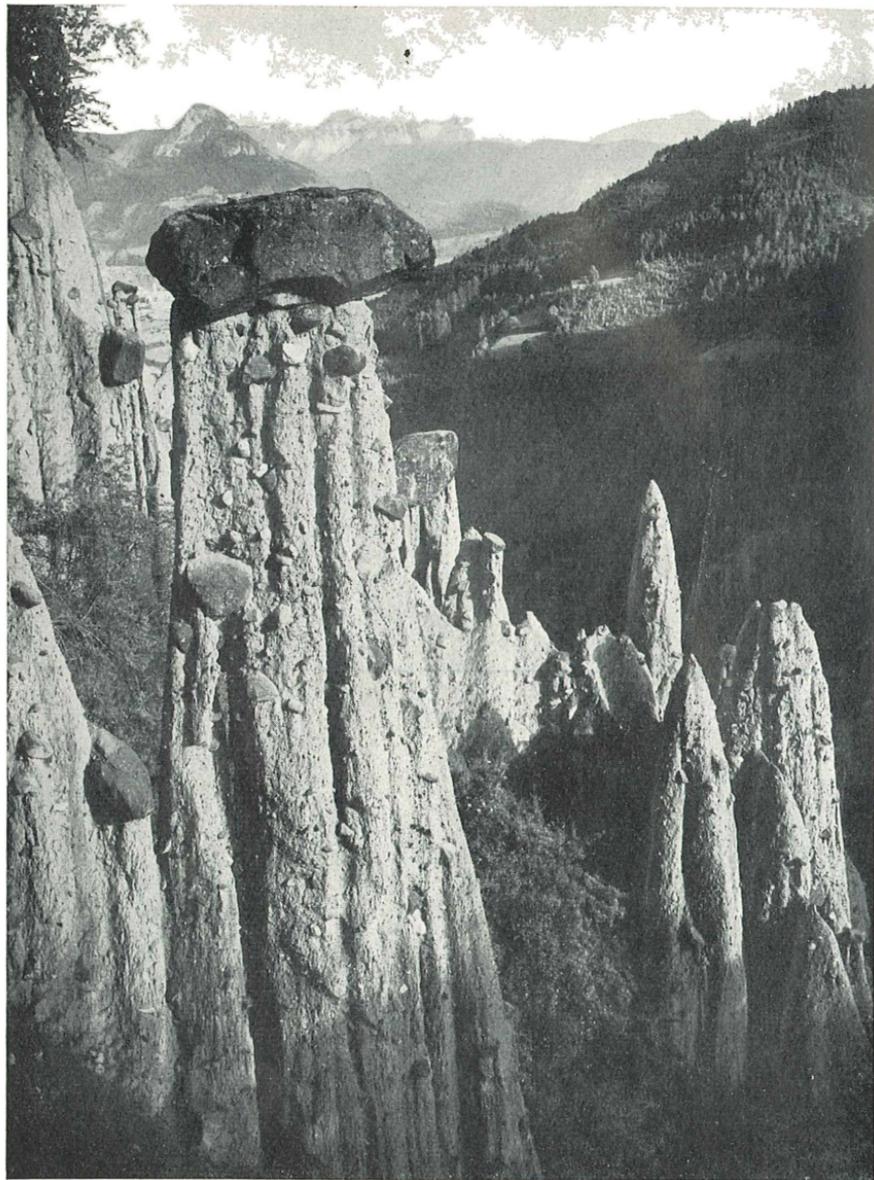
Talstufe. Längenfeld im Ötztal, am Eingang ins Sulztal. S. 68.

Das Bild zeigt eine Talstufe, wie sie am Eingange vom Haupttal in die kleineren Nebentäler fast immer zu sehen ist. Wasser und Eis haben sie gebildet. Die Ötztaler Ache und die mächtigen eiszeitlichen Gletscher des Ötztales haben die Talsohle stärker vertieft als der Fischbach und die Gletscher, die aus dem kleinen Sulztale gekommen sind. Das Nebental mündet daher hoch über der Talsohle des Ötztales aus, es ist ein sogenanntes Hängetal. Der Talbach stürzte zuerst als Wasserfall über die Stufe herab, hat sich aber im Laufe der Jahrtausende eine tiefe Schlucht gegraben und das Gefälle ausgeglichen. Links steigt der Talweg in mehreren Kehren zur Stufe empor, rechts trägt die Stufe eine Siedlung. Vorn das Dorf Längenfeld, an beiden Ufern des Fischbaches, auf hohem Schuttkegel, murenbedroht. Im Sulztal die Ortschaft Gries, am Fuße des Längentaler Weißen Rogels (3208 m).



Felschlucht. Eggentaler Schlucht bei Bozen. S. 75.

Richturmhohe, senkrechte Porphyrwärde umschließen die Schlucht, die nur Platz für die zum Teil in den Fels gesprengte Straße und den tosenden Eggentaler Bach läßt. Der Fels ist von senkrechten und waagrechten Klüften durchsetzt, die beim Abkühlen der feurigflüssigen Porphyrmasse entstanden. Der Bach hat in langen Jahrtausenden diese Schlucht in den Porphyr eingeschnitten und damit ein Schauspiel der Natur geschaffen, wie es schöner und gewaltiger nur selten zu sehen ist.



Erdpyramiden. Erdpyramiden-Gruppe bei Bozen, in der Schlucht des Finnerbaches.

©. 76.

Die vielen Säulen, von denen einzelne bis 30 m hoch sind, bestehen aus Moränenlehm, der von kantengerundeten Steinblöcken durchsetzt ist. Der große Gesteinsblock auf der Spitze der Säulen verhindert, daß der darunterliegende Lehm hinweggeschwemmt wird. Im Laufe der Zeit werden aber auch die Säulen zerfört, der Gesteinsblock fällt herab (auf dem Bilde rechts), und die Säulen, denen nun die schützende Decke fehlt, werden abgetragen.





