Petrographische Untersuchungen an kristallinen Geröllen des jüngern Deckenschotters.

Von **E. Geiger**, Hüttwilen.

Unser Kanton bietet im Hinblick auf seine erkennbare Erdrinde und ihre Geschichte nicht die augenfälligen, großen Probleme wie andere Teile der Schweiz oder solche von Europa. Die vorhandenen Schichten sind alles Zeugen eines einheitlichen Prozesses, nämlich der Sedimentation. Weit überwiegend handelt es sich dabei um den mechanischen Sedimentationszyklus, während chemischer Absatz nur eine untergeordnete Rolle spielte. Die mechanische Sedimentation ist nun in diesem Gebiete in der Weise weniger monoton, als eben dabei als neues Transportmittel das Eis hinzukam und dadurch ganz eigenartige Ablagerungsformen geschaffen hat. Die eiszeitliche Sedimentation ist in dieser Hinsicht viel formenreicher. Das Eis als bewegendes Medium hat im weitern das transportierte Material viel besser geschont und konserviert als das Wasser. Blöcke und Gerölle in raschem Schichtwechsel mit sandigem und tonigem Material werden so das typische Bild solcher Ablagerungen. Das Gesteinsmaterial, das in und auf dem Eise in Form von Blöcken und groben Geröllen vor allzu starker Zerreibung bewahrt worden ist, bietet nun die Möglichkeit, es auf seine petrographische Beschaffenheit zu untersuchen und damit seinen Herkunftsort zu bestimmen. Das heißt also, es zu identifizieren mit Felsmassen im Einzugsgebiet der Gletscher, welche das Material hier abgelagert haben. Den Anreiz zu dieser Aufgabe gaben in erster Linie die Findlinge, bei denen sich die Frage nach dem „Woher" am meisten aufdrängte. Nun machen aber diese Blöcke nur einen kleinen Teil des eiszeitlichen Materials aus, und sie stammen ja fast ausschließlich von der letzten Vergletscherung. Für diese ist aber anzunehmen, daß jetziges Einzugsgebiet

10741
AZ 5620

Verein Bibliotheken der Regio Bodensee
Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft: 27.1928: 120
http://www.bodenseebibliotheken.eu/page?tgng-j1928-h027-t-120
interreg IV Alpenrhein | Bodensee | Hochrhein

des Rheines und ehemaliges Einzugsgebiet des Rheingletschers identisch sind. Das wird aber für die frühern Eiszeiten kaum anzunehmen sein, da ja genügend Beispiele von Talverlegungen zu beobachten sind. Es erhebt sich dann die Frage: „Woher stammt jetzt die Hauptmasse der Gerölle?“ Sicher gilt auch die Annahme, daß jede eiszeitliche Ablagerung durch einen Geröllbestand von bestimmter petrographischer Zusammensetzung charakterisiert ist. Diesen petrographischen Charakter durch Zählung und Klassifikation herauszubringen, ist nun wegen der großen Mannigfaltigkeit eine Aufgabe, die viel Zeit in Anspruch nimmt und die, besserer Uebersicht halber, zunächst in Teilaufgaben zerlegt werden muß. Die nachfolgenden Ausführungen befassen sich mit einer solchen Teilaufgabe.

In den guten Aufschlüssen des jüngern Deckenschotters am westlichen Seerücken wurden rund 500 meist kopfgroße kristalline Gerölle gesammelt und vorläufig mikroskopisch bestimmt. Von den 320 ersten wurden dann Dünnschliffe angefertigt und diese im Laufe mehrerer Semester im mineralogisch-petrographischen Institut der Eidgenössischen Technischen Hochschule mikroskopisch untersucht. Das Sammeln geschah besonders in vier Kiesgruben, die ungefähr 1 km auseinanderliegen und wo jedes Jahr ziemlich viel frisches Material zum Abbau kommt; nur darum war es möglich, so viele Stücke zu bekommen. Das Resultat der Untersuchungen ergibt nun eine Zuordnung der Gerölle in die folgenden Gesteinsgruppen, deren Vertreter nach Struktur, Mineralbestand, Genesis und Vorkommen zusammenfassend beschrieben werden sollen.

I. Magmatische Gesteine.

1. Biotitgranite.

Makroskopisch lassen sich zwei Arten unterscheiden. Die einen sind die bekannten Juliergranite mit den grünen Feldspäten und die andern die speziell ostalpinen oder exotischen mit den roten Orthoklasen und gelblichgrünen Plagioklasen, welche wahrscheinlich auch aus der Berninadecke stammen. Biotitführung ist in den grünen nicht sehr hoch: alle sind grobkörnig mit einem Quarzgehalt über Mittel. Unter den roten Exemplaren sind einige so frisch, als ob sie direkt aus dem Steinbruch kämen. Im Dünnschliff kommen dann rote

Verein Bibliotheken der Regio Bodensee
Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft: 27.1928: 121
http://www.bodenseebibliotheken.eu/page?tgng-j1928-h027-t-121

und grüne Farbe der Feldspäte kaum mehr in Erscheinung. Der Orthoklas ist meistens größer, aber schlechter in der Form als der Plagioklas; er ist natürlich nicht durchsichtig klar, sondern getrübt durch beginnende Umwandlung in Sericit. Im polarisierten Licht erscheint dieser in winzigen Schuppen von hoher Doppelbrechung. Führt die Trübung zu völliger Undurchsichtigkeit, so ist die Umbildung zur Kaolinisierung der Feldspäte vorgeschritten. In den roten Graniten ist der Orthoklas der Träger der roten Farbe, und zwar sind es feine Hämatitschüppchen, welche im Orthoklas zur Ausscheidung kamen und schließlich diese Farbe bedingten. Wenn daneben die Plagioklase gelblichgrün erscheinen, so ist doch der Schluß zulässig, daß kalireichere Feldspatmasse mehr $Fe_2 O_3$ und solche mit zunehmendem Kalkgehalt mehr $Fe O$ zu lösen imstande war. Die roten Granite des Nordens sind durchwegs Alkaligranite. Dünnschliffe von Juliergraniten sollten nun ein starkes Vorherrschen von Plagioklas aufweisen, das ist aber schwer zu entscheiden, weil starke Trübung die Beobachtung hinderte. Immerhin trifft man mehr Zwillingsbildung nach dem Albitgesetz und die Wolken und Besen der beginnenden Zoisitbildung. Der Biotit ist ganz selten frisch. Meistens sieht man ihn in Chlorit oder Muskovit übergehen. Die frühere Form wird dann noch durch einen Erzsaum angedeutet. Die Zersetzung kann aber noch weitergeschritten sein, indem Limonit entstand, der in Klüfte und Spaltrisse drang. Uebergemengteile sind selten vorhanden, und auch die Erzführung ist gering.

Ueber die Herkunft dieser Granite ist noch zu erwähnen, daß Schuppli rote Granite beschreibt, die der Berninadecke südlich Pontresina zuzuweisen sind, und da ja die Juliergranite auch der Berninagruppe angehören, so kämen also alle Gesteine dieser Gruppe aus dem gleichen Bildungsbereich.

2. Hornblendegranite.

Es sind keine solchen gefunden worden. Stücke, die ich anfänglich makroskopisch als solche einreihte, erwiesen sich nachher als Diorite.

3. Quarzporphyre.

Gesteine dieser Gruppe sind für den Deckenschotter ziemlich charakteristisch, und zwar durch relative Häufigkeit und wiederkehrendes gleiches Aussehen. Von grünlich grauvioletter Fär-

Verein Bibliotheken der Regio Bodensee
Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft: 27.1928: 122
http://www.bodenseebibliotheken.eu/page?tgng-j1928-h027-t-122
interreg IV Alpenrhein | Bodensee | Hochrhein

bung und starker Verwitterung sind sie im Geröllhaufen leicht zu finden. Die porphyrische Struktur ist durch besonders große und gutgeformte Quarzkristalle gegeben. Daneben treten als Einsprenglinge kleinere Orthoklas-, Plagioklas- und Biotitkristalle auf. Die Grundmasse ist eine fast unbestimmbare Feldspatmasse, welche durch Limonit verschmiert ist. Umwandlung im Sinne säkularer Verwitterung ist auch für diese Gesteinsgruppe stark hervortretend. Der Quarz erscheint dann in diesen trüben Massen besonders frisch. Der Orthoklas ist kaolinisiert. An der Grenze eines solchen Kristalls sieht man die Anfänge der Glimmerbildung die zonare Ausbildung der Plagioklase wird durch stärkere Zoisitwolkenbildung gegen den Kern hin deutlich gemacht. Vom Plagioklas sind die sauren Glieder bis zum mittelbasischen Andesin vorhanden. Der Biotit ist nirgends mehr unverändert. Ausbleichung und Chloritisierung sind häufig. Daneben erscheint er aber auch kohlschwarz. Hier hat eine Vererzung stattgefunden, und zwar ist Titaneisen gebildet worden. Der Biotit enthält vielfach TiO_2 gelöst. Bei der normalen Entmischung bilden sich Rutilnädelchen; statt dessen kann nun auch eine Vererzung eintreten. Die Imprägnierung mit Limonit ist mehr nur auf die Grundmasse beschränkt.

Was nun die Heimat dieser Quarzporphyre anbetrifft, so können besonders zwei Gebiete in Frage kommen; nämlich der Ostrand des Gotthardmassivs und die Gegend um Bergün. Nach der Beschreibung jener Gesteine stimmen unsere Gerölle ziemlich gut mit denen von Bergün überein. Die Quarzporphyre vom Gotthard sind als Gerölle mehr in jüngern Schottern zu finden.

4. Diorite.

Die gefundenen Diorite sind teilweise grobkörnig und führen die grüne Hornblende und teilweise sind sie feinkörniger und haben dann eine etwas bräunliche Hornblende, die makroskopisch mehr an Biotit oder Diallag erinnert. Die gewöhnlich grüne Hornblende ist oft korrodiert und randlich zerfetzt; oft sind auch Neubildungen zu beobachten. Ist das Gestein stark zersetzt, so sieht man sie in Chlorit übergehen. Die bräunliche Hornblende hat die gleiche Auslöschung wie die grüne; darum ist sie nicht basaltisch, sondern es hat in ihr nur eine stärkere Oxydation des Eisens stattgefunden. Neben der Hornblende

Verein Bibliotheken der Regio Bodensee
Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft: 27.1928: 123
http://www.bodenseebibliotheken.eu/page?tgng-j1928-h027-t-123
interreg IV Alpenrhein | Bodensee | Hochrhein

tritt Plagioklas bis zum Andesin auf. Die Formen sind im ganzen für Plagioklase schlecht. Es muß also ziemliche Viskosität bei der Bildung mit im Spiele gewesen sein. Dafür spricht auch die Bildung kleiner Hornblendekristalle zwischen den Grenzflächen der Feldspäte. Sericit- und Zoisitbildung gehören auch hier zu den normalen Erscheinungen. Ein Gemengteil, der immer anzutreffen ist, ist der Titanit in kleinen Körnern. Ziemlich reichlich vorhandenes Erz ist entweder Magnetit oder Ilmenit. In der Nähe dieser Erzklümpchen ist dann als neues Mineral oft auch Epidot entstanden. Er gibt sich durch hohe Lichtbrechung und Interferenzfarben zweiter Ordnung kund.

Ueber den Herkunftsort ist folgendes zu bemerken: Dioritgebiete haben wir im Vorderrheintal zum Aarmassiv gehörig, dann solche im Somvixertal, die gotthardmassivisch sind, und in der Berninadecke. Nach einer gefälligen Mitteilung von Prof. Dr. Niggli stammen die mit bräunlichen Hornblenden aus dem Somvix.

5. Gabbro.

Gerölle vom gröbsten bis feinsten Korn sind in dieser Gruppe vertreten. Sie sind immer leicht an der stark grünen Farbe und eingestreuten braun metallisch glänzenden Flecken zu erkennen. Unter dem Mikroskop ergeben sich die grünen Partien als basische Plagioklase, die frisch hellgrau durchsichtig sein sollten, hier aber durch starke Zersetzung auch im Schliff fast undurchsichtig geworden sind. Zoisit-, Epidot- und Albitkristallmikrolithen bilden als trübgrüne Masse das Zersetzungsprodukt der Plagioklase, deren Umrisse noch angedeutet sind. Ein etwas frischerer Plagioklas konnte als Labradorit bestimmt werden. Der dunkle Gemengteil ist ein Angit, und zwar der Diallag, der hier durch seine Verwitterungsfarben von den andern Angiten unterschieden werden kann. Er zeigt im Schliff sehr schöne Spaltbarkeit und die breiten Spaltrisse sind mit Chlorit erfüllt. Manchmal tritt in Klüften auch etwas Calcit auf. Sobald das Gestein feinkörniger wird, tritt die Zersetzung noch deutlicher in Erscheinung, und die neugebildeten Mineralien werden jetzt deutlich sichtbar. Da erkennt man längliche, meist quer zerbrochene Epidot- und Zoisitkristalle. Chlorit ist jetzt auch in alle Spaltrisse der Feldspäte gedrungen und gibt diesen die eigentlich grüne

Verein Bibliotheken der Regio Bodensee
Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft: 27.1928: 124
http://www.bodenseebibliotheken.eu/page?tgng-j1928-h027-t-124
interreg IV Alpenrhein | Bodensee | Hochrhein

Farbe. Ein sehr feinkörniger Gabbro zeigt den Uebergang zum Diabas. Die Plagioklase sind schon leistenförmig und durchwegs größer als die Augite. Sie scheinen hier das erstausgeschiedene Mineral zu sein. Erz ist in diesen Gesteinen immer reichlich vorhanden; sie sind als basisches Magma in die Schieferhülle der penninischen Decken eingedrungen und zu Gabbros, Diabasen und Peridotiten erstarrt. Als Felsmassen befinden sie sich auf der Westseite des Oberhalbsteins.

6. Porphyrite.

Diese Gesteine zeichnen sich besonders durch große Härte oder mehr noch durch Zähigkeit aus. Meistens sind es dunkelgrüne Steine mit helleren Flecken; mitunter kann die grüne Farbe in violettrot übergegangen sein, das bedeutet aber nur eine höhere Oxydationsstufe des vorhandenen Eisens. Die helleren Flecken haben schöne Rechteckform und sind schon makroskopisch als Plagioklas-Einsprenglinge zu erkennen. Die säkulare Verwitterung ist hier gleich vorgeschritten wie in der vorhergehenden Gruppe. Die Zonen mit dunkelgrünen Massen bestehen aus einem feinkristallinen Gemenge von noch basischerem Feldspat, schon etwas in Form von Leisten und Augit. Dieser ist kaum mehr als Relikt erhalten; er ist fast gänzlich in Chlorit umgewandelt. In Klüften, die hier durchgehen, ist dann auch Calcit gebildet worden. Vorhandenes Erz ist hauptsächlich limonitisiert und durch starke Imprägnation kann dann der Limonit eben dem Stein die Farbe geben.

Oft können die Einsprenglinge seltener werden und schließlich ganz fehlen; dann haben wir den Uebergang zum Diabas.

Das Magma der Porphyrite war dasselbe wie für den Gabbro, nur die Erstarrungsbedingungen waren andere. Die anfänglich langsame ruhige Kristallisation, bei welcher die Einsprenglinge gebildet wurden, wurde durch plötzliche Abkühlung beschleunigt und schuf eine kleinkristalline Grundmasse. Aus dieser Art der Bildung muß hervorgehen, daß diese Gesteine in der Nachbarschaft der Gabbros und Diorite vorkommen müssen. Als Augitporphyrite stammen sie eher aus dem Oberhalbstein. Im aarmassivischen Dioritgebiet sind es mehr Hornblendeporphyrite, die aber als Deckenschottergerölle nicht gefunden wurden.

Verein Bibliotheken der Regio Bodensee
Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft: 27.1928: 125
http://www.bodenseebibliotheken.eu/page?tgng-j1928-h027-t-125
interreg IV Alpenrhein | Bodensee | Hochrhein

7. Diabase und Spilite.

Makroskopisch wird man die Steine dieser Gruppe als Grünsteine bezeichnen, da sie völlig dicht erscheinen und keine Einzelmineralien mehr erkennen lassen. Manchmal haben sie eine gelbgrüngraue, glatte Oberfläche und sind von Quarzadern durchflochten. Das Mikroskop enthüllt nun ein sehr feinkristallines Mineralgemenge mit trachytischer Struktur oder es sind runde Hohlräume zu sehen, so daß es sich in diesen Fällen um Diabasmandelstein handelt. Bei solch geringer Korngröße ist natürlich die Mineralumsetzung sehr stark vorgeschritten, und man sucht vergeblich nach dem einstigen dunkeln Gemengteil, den Augit. Chlorit, Calcit und Epidot sind die Neubildungen. Der helle Gemengteil, ein basischer Plagioklas in kleinen Leistchen, ist vielfach noch gut erhalten. Feine Klüfte zeigen am Rande eine Zone von Chlorit und dann eine solche von Calcit. Auch der Limonit nimmt an den Kluftfüllungen teil. Die Mandeln von etwa 0,5 mm Durchmesser sind bei der Erstarrung durch freiwerdende Gase als Hohlräume gebildet worden. Ihre Auffüllung mit Calcit und Quarz ist nachträglich geschehen. Die Mandelsteinstruktur ist immer ein deutlicher Beweis dafür, daß es sich um ein Ergußgestein handelt. Diabase werden als anstehend angegeben im Oberhalbstein; aber ich habe in keiner Beschreibung die Mandeln erwähnt gefunden. Die Herkunft dieser Gerölle ist also noch recht unbestimmt.

Das Gemeinsame aller dieser beschriebenen Gesteinsgruppen liegt darin, daß ihre Vertreter aus schmelzflüssiger Masse, dem Magma, durch Kristallisationsprozesse entstanden sind. Ihre Mannigfaltigkeit ist bedingt durch Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung des Magmas und Temperatur- und Druckgefälle.

II. Metamorphe Gesteine.

A. Orthogesteine.

1. Augengneise.

Die in dieser Gruppe vorkommenden Geröllfunde vertreten durchwegs grobkristalline Gesteine, wo keine so durchgehende Ummineralisierung möglich war; schon auch deshalb nicht, weil ja der Quarz, als widerstandsfähiges Mineral, eine Hauptrolle spielt. Die Textur ist für diese Gruppe sowohl, wie auch

Verein Bibliotheken der Regio Bodensee
Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft: 27.1928: 126
http://www.bodenseebibliotheken.eu/page?tgng-j1928-h027-t-126
interreg IV Alpenrhein | Bodensee | Hochrhein

für alle nächstfolgenden schiefrig. Hauptfaktor der Metamorphose war ein starker, einseitiger Druck. Dadurch kam eben die durch eine Richtung bestimmte Lage der Mineralien zustande. Da hier unter den gesteinsbildenden Mineralien solche sind, die durch ihre Größe und linsige Form auffallen, so redet man von Augen, und sie haben deshalb der Gruppe den Namen gegeben. Selbstverständlich sind Steine mit diesem Habitus makroskopisch leicht zu bestimmen. Bekommt man ein solches Auge im Dünnschliff zu sehen, so besteht es meistens aus Quarz oder Orthoklas. Der Plagioklas ist seltener. Diese Augen bilden aber nie eine homogene Mineralmasse; sondern sie bestehen aus buchtig ineinander greifenden Körnern. Sind die Augen Feldspatmasse gewesen, so hat der Druck eine Entmischung herbeigeführt, die dadurch sichtbar wird, daß in der homogenen Masse parallele Streifen von Albit gebildet wurden. Der Natronanteil der Feldspatmischung hat sich vom Kalianteil geschieden. Eine wichtige Rolle unter den Gemengteilen spielen dann die Glimmer. Vorzugsweise ist es Biotit, vereinzelt auch Phengit und fast immer etwas Muskovit. Er schmiegt sich den Augen an und bildet so wellige Flächen. Im Dünnschliff sind die Glimmerblättchen in linsigen Zügen hintereinander. Der Biotit ist auch etwa chloritisiert; aber im großen und ganzen ist er besser erhalten als in den magmatischen Gesteinen. Die Druckwirkung hat ihn in seiner Stabilität erhalten. Die kleineren Gemengteile bilden eine Art Grundgewebe. und hier tritt dann auch der Plagioklas in seinen sauren Varietäten auf. Die Neubildung von Muskovit aus aneinanderstoßenden Orthoklaskristallen ist öfters zu beobachten. Ist der Feldspatgehalt der Grundmasse ziemlich groß gewesen, dann entstand unter großem Druck auch der Granat. Als Heimatgebiete dieser Gruppe kommen in Betracht: 1. Die Silvrettadecke östlich vom Davoser Landwasser. 2. Die Aduladecke im Hinterrhein- und Valsertal. 3. Das Gotthardmassiv im Oberlauf südlicher, vorderrheinischer Zuflüsse.

2. Gewöhnliche Biotitgneise.

Von der vorherigen Gruppe unterscheiden sich diese Gerölle durch geringere, aber gleichmäßigere Größe der Gemengteile. Diese homogenere Korngröße ist wahrscheinlich auch die Ursache einer stärker sichtbar werdenden Bänderung. Die Struktur ist nicht mehr porphyroblastisch, sondern meistens

Verein Bibliotheken der Regio Bodensee
Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft: 27.1928: 127
http://www.bodenseebibliotheken.eu/page?tgng-j1928-h027-t-127

granoblastisch. Die Hauptmineralien sind dieselben. Etwas mehr tritt hier Plagioklas in Erscheinung, und zwar als Albit bis Oligoklas. Die innigere Durchmischung mit verschiedenen Gemengteilen hatte zur Folge, daß hier die säkulare Verwitterung bedeutend stärker als bei den Augengneisen ist, so daß die Neubildungen häufiger im Schliff anzutreffen sind. Chlorit-, Sericit-, Kaolin- und Zoisitbildung können beobachtet werden. Vielfach verschmiert der überall eingedrungene Limonit das Dünnschliffbild. Quarz ist meist in verzahnten Körnern vorhanden. In einigen Schliffen wird er vorherrschend und macht so das Gestein zu einem Uebergangsglied zu den Glimmerschiefern. Quarz und Feldspat scheinen manchmal einander völlig zu durchwachsen. Erz als Magnetit ist in diesen Gesteinen nicht viel gefunden worden.

Als Heimat kommen in Betracht: 1. die Silvrettadecke, 2. die Aduladecke, 3. das Gotthardmassiv in seiner Schieferhülle.

3. Hornblendegneise.

Trotzdem nach den Literaturangaben nicht sehr große Heimatgebiete für diese Gesteine in Frage kommen, sind sie relativ zahlreich unter den Geröllen vertreten. Das mag zum Teil davon herrühren, weil sie wegen ihrer Härte ein Auslesegestein darstellen. Sie bilden keine scharf abzugrenzende Einheit, sondern mehrheitlich die Uebergangsglieder zu den Amphiboliten, mit denen sie vorzugsweise vorkommen. Bei den gefundenen Stücken ist oftmals Bänderung festzustellen. Die Struktur ist entweder granoblastisch oder porphyroblastisch. Die Porphyroblasten werden durch Hornblende gebildet. Die Hauptgemengteile sind Hornblende, Feldspat und Quarz. Die Hornblende tritt in allen möglichen Kristallgrößen auf. Die Porphyroblasten sind keine eigentlichen Augen, sondern mehr nur Flasern in der Schieferungsebene. In dieser haben die Hornblendekristalle ihre größte Wachstumsgeschwindigkeit, und sie ist manchmal so intensiv, daß Sammelkristallisation eintritt. Das heißt man kann am Schliff beobachten, wie die kleinern Kristalle die Tendenz haben, sich an das große Individuum anzuschließen. Sehr häufig sind an diesen auch Korrosionserscheinungen, die andeuten, daß während der Druckmetamorphose ein Abbau vom Rande her stattgefunden hat. Als dunkler Gemengteil kommt neben der Hornblende manchmal

Verein Bibliotheken der Regio Bodensee
Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft: 27.1928: 128
http://www.bodenseebibliotheken.eu/page?tgng-j1928-h027-t-128
interreg IV Alpenrhein | Bodensee | Hochrhein

noch Biotit vor. Dieser kann auch besondere Lagen im Gestein bilden. Vom Feldspat tritt der Orthoklas nie besonders auffällig hervor. Hie und da ist perthitische Entmischung zu erkennen. Mit Quarz zusammen ist er in Körnern zu Zügen geordnet. Plagioklas gibt sich durch die Zoisitbildung zu erkennen. Albitkörner bilden linsige Lagen. Die Erzführung ist recht verschieden.

4. Injektionsgneise.

Was man unter diesem Namen zusammenfaßt, sind eigentlich nicht Gesteine mit abgegrenztem Mineralbestand; sondern es ist ein ganz bestimmter Bildungsvorgang ins Auge gefaßt, den man Injektion nennt. Bereits verfestigte Gesteine können durch magmatische Tätigkeit eine Zufuhr von mineralischen Stoffen im Sinne einer Imprägnation oder Durchtränkung erfahren. Das gibt sich im Gesteinsbild dadurch zu erkennen, daß eine homogene Mineralaggregatszone von einer andern, die auch wieder in sich gleichartig sein kann, abgelöst wird. Verästelung von Adern sind auch ein Hinweis auf Injektion. Bänderung aber ist noch kein Zeuge einer Injektion; ebensowenig kann eine Kluftfüllung von Quarz oder Calcit als solche erklärt werden. Da die Injektionszonen vom Millimeter bis zu Metern variieren können, so ist es in vielen Fällen unmöglich, in einem Handstück solche Injektion zu erkennen. Einige Geröllstücke weisen Injektion auf. Zum Beispiel wurde in einem Schliff eine Zone beobachtet, die feinkörnig schiefrig und biotitreich in eine überging, die feinkörnig aplitisch war. Dann folgte eine dritte Zone mit ziemlich großen Hornblendeporphyroblasten und Uebergang in eine vierte Zone, wo die Hornblende mittlere Größe aufwies. Diese Kleininjektion ist wenig an gneisigen Geröllen, desto mehr aber an Amphiboliten zu beobachten.

Die Injektionserscheinungen werden am ehesten in der Nachbarschaft der Intrusionskörper zu sehen sein. Für unsere Heimat der Steine käme also Aar- und Gotthardmassiv in Betracht.

5. Zweiglimmergneise.

Dieser Gruppe gehören Gesteine an, die entweder weißbräunlich oder gelbrötlich im Handstück aussehen. Heller und dunkler Glimmer oft in Lagen ermöglichen die makroskopische Bestimmung. Das mikroskopische Bild enthüllt nicht sehr viel

Verein Bibliotheken der Regio Bodensee
Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft: 27.1928: 129
http://www.bodenseebibliotheken.eu/page?tgng-j1928-h027-t-129

Außergewöhnliches. Die Struktur ist grano- bis lepidoblastisch, von gröberem bis mittlerem Korn. Der Biotit ist oft in der Streckrichtung auseinandergezerrt und chloritisiert. Er bildet wellige Lagen und Flasern, und zwar auch mit dem Muskovit zusammen. Beide Glimmer sind quantitativ ungefähr gleich vertreten. Die Glimmerführung ist in den gefundenen Stücken nicht hoch. Tritt er noch spärlicher auf, dann ist der Uebergang zu den Granuliten gegeben. Stammen die Stücke aus der miozänen Nagelfluh, dann ist Orthoklas vorherrschender Feldspat. Natürlich ist dann starke Sericitbildung zu sehen. In den Zweiglimmergneisen aus der Silvrettadecke ist er oft kataklastisch, das heißt trümmerig. Die Augenbildung ist dann nicht selten. Der Quarz, in verzahnten Körnern und mit Feldspat linsige Zonen bildend, kann stark überhandnehmen und das Gestein zum Glimmerschiefer machen. Der Plagioklas ist wesentlich durch kleinere Albitkörner vertreten. Von den Uebergemengteilen ist nur Apatit gefunden worden. In der Nähe des spärlichen Magnetites ist gelegentlich Chlorit gebildet worden, oder stellenweise hat ein stärkerer Druck das Erz in Hämatit umgesetzt. Wie schon erwähnt, stammt ein Teil dieser Gerölle nicht direkt aus dem Heimatgebiet, soodern aus der Nagelfluh. Rötliche Feldspate und stärkere Verwitterung lassen auch erkennen, daß sie aus gleichem Bildungsbereich wie die roten Granite stammen.

6. Granulite.

Die Granulite, die bekanntlich Quarz, Feldspat und wenig oder gar keinen Glimmer führen, sind ursprünglich Aplite oder Pegmatite gewesen und dann unter einseitigen Druck geraten. Die beiden Hauptmineralien sind fast immer in Lagen. Sind diese Lagen dünn, dann kann vielleicht im Handstück noch Verfältelung zu sehen sein. Im Mikroskop beobachtet man, daß der Quarz in zerdrückten Körnern vorkommt und der Feldspat an verschiedenen Punkten in Glimmer übergeht, wobei natürlich zuerst Sericit und dann durch Sammelkristallisation Muskovit entsteht. Kleine linsige Fetzchen von Chlorit und Limonit deuten einstige Biotite an. Granatbildung, die sonst in diesen Gesteinen häufig ist, wurde nicht festgestellt.

Granulite werden in der Literatur erwähnt vom Peiltal, in der Aroser Schuppenzone.

Verein Bibliotheken der Regio Bodensee
Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft: 27.1928: 130
http://www.bodenseebibliotheken.eu/page?tgng-j1928-h027-t-130
interreg IV Alpenrhein | Bodensee | Hochrhein

7. Phengitgneise.

Wenn in den Gneisen an Stelle des Biotites der grüne Glimmer, der Phengit, tritt, so ordnet man sie der besondern Gruppe der Phengitgneise zu. Roothaan kommt durch Beobachtungen im Valsertal zu der Ueberzeugung, daß es sich bei der Bildung des Phengites um Kieselsäurezufuhr zum Muskovitmolekül handle und ist geneigt, die Phengitbildung mit Injektion in Zusammenhang zu bringen. Die Ursache der Grünfärbung liegt im hohen Gehalt an FeO. Die phengitführenden Gneise sind charakteristisch für die Aduladecke; sie tragen darum den weit bekannteren Namen: „Adulagneise". Die zwei Schliffe aus dieser Gruppe zeigen granoblastische bis nematoblastische Struktur. Der Orthoklas weist Anlagen zur Augenbildung auf. Neben dem Phengit ist noch wenig Biotit vorhanden.

B. Paragneise.

1. Glimmerschiefer.

Wirklich typische Vertreter dieser Gruppe sind wenig gefunden worden. Die meisten bilden Uebergangsglieder zu den Gneisen, indem sie feldspatführend werden; oder sie leiten über zu Granuliten, indem der Glimmer spärlicher wird. Es kann aber auch Anlehnung an die Gruppe der Konglomeratgneise möglich sein, wenn Orthoklas oder Quarz in Trümmern vorliegen. Diese Uebergangsnatur ist vor allem dann gegeben, wenn in der Korngröße der Mineralien Verschiedenheit herrscht und namentlich eine mittlere Größe überschritten wird. Im allgemeinen werden bei den Glimmerschiefern die Gemengteile ungefähr die Größe beibehalten, wie sie sie im frühern Kalksandstein besessen haben. Als neuer Gemengteil erscheint hier die Kohle; oft in staubförmigen Anhäufungen oder in Strähnen. Der Calcit, der in den bisherigen Gesteinen mehr nur parasitär als Zersetzungsprodukt auftrat, ist jetzt primärer Bestandteil. Bei spärlich vorhandenem Glimmer wird das Gestein zum Glimmerquarzit. Der Glimmer ist dann meistens noch kleinschuppig und sekundär aus Feldspat gebildet worden. Auf Druckflächen erzeugt er den Seidenglanz.

Ein großes Heimatgebiet der Glimmerschiefer und Glimmerquarzite ist das Hinterland des Valserrheins.

Verein Bibliotheken der Regio Bodensee
Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft: 27.1928: 131
http://www.bodenseebibliotheken.eu/page?tgng-j1928-h027-t-131

2. Granatglimmerschiefer.

Man könnte diese Steine noch gut in die Gruppe der gewöhnlichen Glimmerschiefer einordnen; aber da sie schon makroskopisch auffällig und leicht erkennbar sind, so ist ihre Sonderstellung sehr natürlich. Im hellen Gestein erscheinen die Granaten meistens als rostbraune Tupfen. Die Heimat ist dieselbe wie für die vorigen.

3. Marmore.

Man hat sich unter dieser Bezeichnung nicht die reinweißen oder rötlichgefleckten Gesteine vorzustellen, sondern es sind das meist schwarzgraue Gerölle, die fast immer grauweiß gesprenkelt sind. Es sind eben Marmore im unfertigen Zustande. Die Umwandlung des Kalksteins in Marmor ist in einem Anfangsstadium stehen geblieben. Allerdings würden sie auch im Endzustand kaum einen reinen Marmor ergeben haben, weil das Ausgangsprodukt ein dunkler kieseliger Kalkstein gewesen ist. Im Dünnschliff sind oft noch Trümmer von Quarz und dazwischen dann linsige Lagen von größern Calcitkristallen. Die Flecken deuten darauf hin, daß die kohlige Substanz, die ursprünglich gleichmäßig verteilt war, nun an die Stellen gedrängt worden ist, wo die Umkristallisation noch nicht eingesetzt hat. Die Calcitkörner sind bedeutend größer als die Quarzkörner. Diese werden bei der Marmorisierung in Häufchen gedrängt. Das Verhältnis von Calcit zu Quarz ist natürlich ein recht wechselndes. In einem Schliff befanden sich etwa 70 % Calcit und 30 % Quarz. Zur Bildung des Kalkglimmers ist es in den zehn durchmusterten Schliffen nicht gekommen. Als Heimatgebiet dieser Gesteine kommt eine Zone vom Piz Aul zum Piz Beverin in Betracht.

4. Konglomeratgneise.

Ein Kennzeichen dieser Gesteinsgruppe liegt in der kataklastischen Struktur, das heißt die Mineralien weisen statt der Kristallform Trümmergestalt auf. Der Quarz ist zerbrochen und um die Bruchstücke herum ist ein Mörtelkranz. Im Grundgewebe ist neben Quarz und Feldspat auch noch Calcit vorhanden. Es kann nicht bloß Mineraltrümmer umschließen, sondern sogar Gesteinsbrocken. So wurde zum Beispiel in einem Schliff das Bruchstück eines Phengitgneises gefunden.

Verein Bibliotheken der Regio Bodensee
Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft: 27.1928: 132
http://www.bodenseebibliotheken.eu/page?tgng-j1928-h027-t-132
interreg IV Alpenrhein | Bodensee | Hochrhein

Als femischer Gemengteil ist meistens nur noch Chlorit vorhanden, der sich in Strähnen durch den Schliff zieht. Größere Bedeutung erlangt in diesen Gesteinen der aus Feldspat entstandene Sericit. Als solcher Konglomeratgneis ist der Ilanzer Verrucano zu betrachten. Bekannt ist ebenfalls der Taspinit.

5. Phyllite.

Während für die vorherbeschriebenen Konglomeratgneise das Ausgangsgestein eine Reibungs- oder Dislokationsbreccie mit groben Trümmern gewesen ist, bildete hier ein feinkörniger Kalk-, Ton- oder Kieselsandstein das Edukt. Für diese Gruppe, wie auch für die vorhergehende, hat die Druckmetamorphose nicht zu einem stabilen Endzustand geführt. Sie ist stecken geblieben, und es handelt sich hier um ein unfertiges Gestein. Die sedimentäre Herkunft ist noch leicht zu erkennen. Das wichtigste neugebildete Mineral ist der Sericit, der aus Ton- und Feldspatsubstanz gebildet worden ist. Früheres kalkiges Bindemittel ist nesterweise zu Calcitkristallen gehäuft. War Limonit in der Nähe, so sind oft auch Sideritrhomboeder entstanden. Quarz und Feldspat bilden Trümmer in dem sericitischen Grundgewebe. Kohlige Substanz hat sich in Graphitblättchen umgewandelt. Diese Graphitphyllite sind ja besonders unter dem Namen „Bündnerschiefer“ gemeint. Als vollständiges Geröllstück ist er allerdings im Deckenschotter nicht gefunden worden. Das wichtigste Heimatgebiet für diese Gruppe ist südlich vom Vorderrhein.

III. Amphibolite.

1. Gewöhnliche Amphibolite.

Von allen Gesteinstypen sind diese am leichtesten zu finden. Sie kommen einmal sehr häufig vor und haben ein besonders charakteristisches Aussehen. Dunkelgrün bis schwarzgrün in der Farbe zeigen sie immer die ziemlich starke Schieferung mit weißgrauen, strichartigen Flecken. Beim Zerschlagen merkt man die große Zähigkeit. Unter dem Mikroskop findet man als die Hauptmineralien die gewöhnliche grüne Hornblende und daneben einen Plagioklas vom Albit- bis zum Andesintypus. Die Struktur ist durchwegs granoblastisch. Die in der Gesteinswelt der Alpen viel vorkommende blaue

Verein Bibliotheken der Regio Bodensee
Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft: 27.1928: 133
http://www.bodenseebibliotheken.eu/page?tgng-j1928-h027-t-133
interreg IV Alpenrhein | Bodensee | Hochrhein

Hornblende habe ich in keinem Schliffe gefunden. Als Abart kommt hie und da der Strahlstein vor. Man trifft die Hornblende im Schliff immer in verschiedenen Größen an, und man kann deutlich die Tendenz erkennen, in der Schieferungsebene weiter zu wachsen. Da man in Schliffen parallel zur Schieferungsebene sehr selten Basisschnitte der Hornblende sieht, so erkennt man auch daran, daß die Kristallisation nicht in der Querrichtung erfolgt. Die Kristallumgrenzung ist in wenigen Fällen noch gut erhalten, Korosion, Ausbuchtung und Durchlöcherung gehören zum normalen Bild. Die kleinen Individuen liegen oft kreuz und quer in den Feldspäten drin. Die Entmischung der Plagioklase führt zunächst zu dem stabilen Albit und dem unbeständigen Anorthit. Dieser wandelt sich in Zoisit und Epidot um, je nachdem wenig oder viel Eisen in der Nähe ist. Die dabei freiwerdende Kieselsäure liegt dann namentlich in den Buchten und Löchern der Hornblende. Quarz und Albit bilden in kleineren Körnern gestreckte Zonen. Das reichliche Erz ist Ilmenit $Fe\,Ti\,O_3$. Um dasselbe bildet sich eine graue Rinde, das Leukoxen. Es ist ein Anfangsstadium bei der Titanitbildung. Titanit und Rutil sind hier überhaupt ständige Begleitmineralien. In den Alpen liegen die Amphibolitfelsmassen zwischen den Glimmerschiefern. Sehr schön zu sehen sind sie im Sertig- und Valserrheintal.

2. Granatamphibolite.

Die rotbraunen Granatkörner, welche im Amphibolit auftreten können, stempeln diese Gesteine zu einer besondern Gruppe. Die Struktur wird dann granoblastisch. Im Schliff erscheint der Granat fast farblos. Starke Grenzlinien deuten die hohe Lichtbrechung an. Die Körner sind immer von Spaltrissen durchzogen und die Hornblendeindividuen sind zu einem Kranz darum angeordnet. Man hat das Gefühl, daß zwischen beiden Mineralien ein chemischer Spannungszustand bestehen muß. Als erste Umwandlungserscheinung beim Granat sieht man in den Spaltrissen Chlorit auftreten; nachher findet auch ein Verrosten statt. Epidot- und Zoisitkristalle treten schon in ansehnlicher Größe auf; ein Hinweis darauf, daß der Plagioklas schon recht kalkreich gewesen ist.

Quarz ist sekundär in verzahnten Körnern. Als Variation der Amphibolite sind solche Gesteine mit ihnen vergesellschaftet;

Verein Bibliotheken der Regio Bodensee
Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft: 27.1928: 134
http://www.bodenseebibliotheken.eu/page?tgng-j1928-h027-t-134
interreg IV Alpenrhein | Bodensee | Hochrhein

sie kommen aber im Amphibolitgebiet des Sertigtales nur vereinzelt vor.

3. Epidot- und Zoisitamphibolite.

Im Mineralbestand des Amphibolites können die fast immer vorhandenen Körner von Epidot und Zoisit zu einem vorherrschenden Gemengteil werden. Der Epidot kann in winzigen Körnern enggedrängte Haufen bilden. Sind die Kristalle größer, so erscheinen sie als längliche an den Ecken abgerundete Rechtecke. Klüfte im Amphibolit sind fast immer mit Epidot erfüllt und die zeisiggrüne Farbe macht sie leicht kenntlich. Der Zoisit ist im Anfang der Kristallbildung als wolkige oder besenförmige Trübung zu beobachten. Größere Kristalle sind von Epidot nur durch die niedere Interferenzfarbe zu unterscheiden. Diese Gesteine sind in allen Amphibolitlagerstätten anzutreffen.

4. Strahlsteinschiefer und Nephrit

Das granoblastische Gefüge in den Amphiboliten kann unter Umständen in ein filziges Gewebe von wirr durcheinandergelagerten, farblosen Hornblendenädelchen übergehen. Diese Struktur gibt dem Gestein große Härte und Zähigkeit, und es ist begreiflich, daß die Pfahlbauer dieses Material verwendet haben. Oberflächlich sieht man weißliche Abwitterung; es ist Umwandlung in Hornblendeasbest. Ein genau gleiches Stück in der petrographischen Sammlung der Eidgenössischen Technischen Hochschule trägt die Fundortsbezeichnung „Val Faller Oberhalbstein“.

4. Grünsteine.

1. Serpentine.

Von dieser Gruppe liegen wenig Gerölle vor und sind nur zwei Schliffe gemacht worden. Makroskopisch erscheint das erste zugehörige Stück blaugrauschwarz. Unter dem Mikroskop gibt sich fast alles als blätteriger Serpentin oder Antigorit zu erkennen. Hie und da ist ein kleines Nest von winzigen Kalzitkristallen. Das andere Gestein, von dem der zweite Schliff stammt, ist schwarzgrün mit helleren Flecken. Im Dünnschliff zeigen sich noch teilweise erhaltene Olivinkristalle. Oft aber ist nur das Maschennetz derselben erhalten, welches Umriß und Spaltrisse andeutet. Diese Maschen sind schwarze Linien

Verein Bibliotheken der Regio Bodensee
Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft: 27.1928: 135
http://www.bodenseebibliotheken.eu/page?tgng-j1928-h027-t-135
interreg IV Alpenrhein | Bodensee | Hochrhein

von Erzkrümchen. Sie sind das Ausscheidungsprodukt des Serpentinisierungsprozesses. Der Schliff ist also ein Zeuge dafür, daß der Serpentin aus Olivingesteinen oder Peridotiten hervorgegangen ist.

Blaugrauer Serpentin wird vom Kanaltal erwähnt; große schwarze Serpentinmassen sind im Oberhalbstein, bei Arosa und Davos.

Zusammenfassung.

Wenn wir die Resultate, die bei der Durchmusterung der Dünnschliffe erhalten wurden, mit dem makroskopischen Befund der zugehörigen Gesteine in Beziehung setzen, so ist zu sagen, daß eigentlich nur bei wenigen Gesteinen das Dünnschliffbild eine Zuordnung zu einer andern Gruppe notwendig machte. Mit wenigen Ausnahmen kann also der Hauptcharakter des Gerölles schon makroskopisch erkannt werden. Diese Tatsache ist für die weitern Teilaufgaben, wo es sich namentlich um rasche Diagnose handelt, von Wichtigkeit. Das Studium der Dünnschliffe gestattet vor allem einen Einblick in die Vorgänge, die sich im Innern der Steine abspielen. Wir sehen da chemische und chemisch-physikalische Kräfte am Werke, welche uns ohne Mikroskop verborgen blieben. Dieses Studium gibt uns auch die Vorstellung, die Steine nicht als ein ewig unveränderliches Ding zu betrachten, sondern in ihm ein Werden und Vergehen vorauszusetzen wie überall sonst in der Natur. Wir sehen durch alle Stadien hindurch, wie selbst die härtesten Mineralien der Umsetzung und Ummineralisierung nicht standzuhalten vermögen. Sehr wichtig ist auch die Feststellung, daß die unter bestimmtem Druck und bestimmter Temperatur entstandenen Mineralien bei Aenderung der beiden Faktoren nicht mehr beständig sind, sondern das Streben zeigen, sich in andere Modifikationen umzuwandeln, nämlich in solche, die unter den neuen Bedingungen stabil sind. Alle diese Umwandlungserscheinungen, die sich im Gestein abspielen, nennt man Metamorphose.

Wenn in allen Dünnschliffen verschiedener Gesteinsgruppen die Trübung der Feldspäte und damit ihre Sericitisierung sichtbar wird, so ist das schon ein Zeichen dafür, daß sie nicht mehr im stabilen Zustand sind, und zwar deshalb nicht, weil ihre Bildung in ziemlicher Tiefe der Erdrinde vor sich

Verein Bibliotheken der Regio Bodensee
Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft: 27.1928: 136
http://www.bodenseebibliotheken.eu/page?tgng-j1928-h027-t-136
interreg IV Alpenrhein | Bodensee | Hochrhein

ging und dort ihr Stabilitätsbereich ist, sie jetzt aber an der Oberfläche, in der obersten Zone sind, wo andere Druck- und Temperaturverhältnisse herrschen. Der Stein braucht deswegen noch lange nicht mit der Atmosphäre in Berührung zu kommen. Diese innere Zustandsänderung nennt man die säkuläre Verwitterung. Daß sie nicht dasselbe ist wie die atmosphärische Verwitterung, sieht man am Biotit oder dunklen Glimmer. Durch unsere Schliffe hindurch zeigt sich die Umwandlung in Chlorit oder Muskovit bis zum Limonit. Liegt aber der Biotit an der Grenze der Atmosphäre und setzt die gewöhnliche Verwitterung ein, dann blättert er sich nach den Spaltflächen auf und bekommt dadurch den goldfarbenen Ton, so daß man ihn Katzengold nennt. Das Endprodukt ist dann allerdings dasselbe, nämlich Limonit oder Rost.

Zu den Umwandlungserscheinungen, die sich einstellen, wenn ein Tiefengestein durch Abtragung der Sedimenthülle oberflächennahe wird, gehören auch die Entmischungen. Sie sind in den hier durchmusterten Schliffen zu sehen. Beispiele sind: Rutilausscheidung aus Biotit in Form von feinen Nadeln. Titanitausscheidung aus Titaneisen. Ausscheidung des Kalkanteils aus Plagioklasen, wobei er allerdings unter starkem Druck die neuen Mineralverbindungen des Zoisites und Epidotes eingeht. Die Albitausscheidung in Form von Spindeln im Mikroperthit.

Die mikroskopische Betrachtung läßt auch einen Schluß ziehen, ob in der Metamorphose ein gewisser Endzustand erreicht worden ist; ob es sich um ein fertiges oder unfertiges Gestein handelt. Dasselbe kann ja durch tektonische Vorgänge plötzlich aus seinem Bildungsbereich herausgerissen worden sein und dann werden Strukturbild und veränderte Neubildungen Zeugnis davon ablegen.

Für alle Erscheinungen dieser mikrochemischen und mikrophysikalischen Reaktionen müssen wir immer gewaltige Zeiträume in Rechnung setzen; sie sind sozusagen unvorstellbar ohne den großen Faktor Zeit.

* * *

Mit diesen Ausführungen ist erstens eine Antwort auf die Frage gegeben: „Welche kristallinen Gerölle sind im Deckenschotter vorhanden?“

Verein Bibliotheken der Regio Bodensee
Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft: 27.1928: 137
http://www.bodenseebibliotheken.eu/page?tgng-j1928-h027-t-137
interreg IV Alpenrhein | Bodensee | Hochrhein

Zweitens wurde dargetan, wie aus dem Dünnschliffbild die Geschichte des Steines herausgelesen werden kann. Damit sind wir aber im Rahmen der Teilaufgabe geblieben, und es wird nun notwendig sein, den Blick auf das Ganze nicht außer acht zu lassen. Es heißt also das, die gewonnenen Resultate in Beziehung zu setzen zu Resultaten anderer Ablagerungen, seien es frühere oder spätere. Die ältere Ablagerung ist bei uns die miozäne Nagelfluh; doch ist ein Vergleich mit dieser noch nicht möglich, weil die entsprechenden Untersuchungen fehlen. Dagegen läßt sich eine Gegenüberstellung zwischen Deckenschotter und der jüngern Ablagerung des Ittinger Schotters machen. Die erste Feststellung ist die, daß alle Gesteinstypen des Deckenschotters auch wieder im Ittinger Schotter anzutreffen sind. Das ist nicht rätselhaft, wenn man bedenkt, daß Deckenschottergebiete erodiert und verlagert worden sind. Um nun zu unterscheidenden Merkmalen zu kommen, wird es notwendig sein, in Zahlen anzugeben, wie viel mal der eine oder andere Gesteinstyp angetroffen wurde. Es sollen also die Häufigkeitswerte in Betracht gezogen werden. In Prozente umgerechnet erhält man:

I. Deckenschotter.

a) Magmatische Gesteine.

Biotitgranit	5,8 %
Hornblendegranit	—
Quarzporphyr	4,8 %
Diorit	3,5 %
Gabbro	1,8 %
Porphyrit	2,2 %
Diabas und Spilit	6,5 %
Summa	24,6 %

b) Orthogesteine.

Augengneis	4,9 %
Biotitgneis	8,4 %
Hornblendegneis	8,4 %
Injektionsgneis	0,7 %
Zweiglimmergneis	6,3 %
Granulit	3,2 %
Phengitgneis	2,8 %
Hornblendeplag-gneis	3,0 %
Summa	37,7 %

c) Paragesteine.

Glimmerschiefer	5,8 %
Glimmerquarzit	1,6 %
Marmor	1,6 %
Konglomeratgneis	1,6 %
Phyllit	1,6 %
Granatglimmerschiefer	1,1 %
Summa	13,3 %

d) Amphibolite.

Gewöhnliche Amphibolite	10,5 %
Granatamphibolite	5,3 %
Epidotamphibolite	3,9 %
Zoisitamphibolite	1,1 %
Hornblendeschiefer	0,6 %
Strahlsteinschiefer	1,1 %
Summa	22,6 %

e) Grünsteine.

Serpentin	1,8 %

Verein Bibliotheken der Regio Bodensee
Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft: 27.1928: 138
http://www.bodenseebibliotheken.eu/page?tgng-j1928-h027-t-138
interreg IV Alpenrhein | Bodensee | Hochrhein

II. Ittingerschotter.

a) Magmatische Gesteine.

Biotitgranit	8,7 %
Hornblendegranit	2,2 %
Quarzporphyr	3,0 %
Diorit	2,7 %
Gabbro	0,8 %
Porphyrit	3,3 %
Diabas und Spilit	5,0 %
Summa	25,7 %

b) Orthogesteine.

Augengneis	3,9 %
Biotitgneis	6,5 %
Hornblendegneis	1,4 %
Injektionsgneis	2,2 %
Zweiglimmergneis	2,6 %
Granulit	1,7 %
Phengitgneis	10,6 %
Hornblendeplag.-gneis	0,6 %
Summa	29,5 %

c) Paragesteine.

Glimmerschiefer	0,9 %
Glimmerquarzit	2,5 %
Marmor	1,1 %
Konglomeratgneis	2,3 %
Phyllit	1,8 %
Granatglimmerschiefer	1,6 %
Summa	10,2 %

d) Amphibolite.

Gewöhnliche Amphibolite	24,5 %
Granatamphibolite	3,0 %
Epidot-und Zoisitamphibolite	3,8 %
Hornblendeschiefer	0,7 %
Strahlsteinschiefer	0,2 %
Summa	32,2 %

e) Grünsteine.

Chloritschiefer	1,2 %
Epidotchloritschiefer	0,6 %
Serpentin	0,5 %
Summa	2,3 %

Diese zahlenmäßige Darstellung der beiden eiszeitlichen Ablagerungen bringt ihren verschiedenen petrographischen Charakter zum Ausdruck; aber wir müssen bedenken, daß das verarbeitete Material nur etwa 15—20 % des eigentlichen Geröllbestandes erfaßt und der übrige Bestandteil, das große Heer der Sedimentgesteine, noch nicht in die Charakteristik miteinbezogen wurde. Daß diese noch besonders mithelfen, die Untsrschiede deutlicher zu machen, ist wohl vorauszusehen. Die Berücksichtigung der Sedimentgerölle und der ergänzende Vergleich mit dem Ablagerungsmaterial einer weitern Eiszeit sollen Gegenstand einer nächsten Teilaufgabe werden. Dann erst wird es auch am Platze sein, eine Interpretation der bereits mitgeteilten Daten zu versuchen.

* * *

Verein Bibliotheken der Regio Bodensee
Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft: 27.1928: 139
http://www.bodenseebibliotheken.eu/page?tgng-j1928-h027-t-139
interreg IV Alpenrhein | Bodensee | Hochrhein

Herzlichen Dank möchte ich an dieser Stelle Herrn Professor Dr. P. Niggli bezeugen für seine bereitwillige Ueberlasssung des Arbeitsplatzes im mineralogisch-petrographischen Institut, für sein Interesse und seine wertvollen Ratschläge, die er mir während der Untersuchung zuteil werden ließ.

Benutzte Literatur.

Grubenmann U., Niggli P., Die Gesteinsmetamorphose, I. Teil.
Heim A., Geologie der Schweiz.
Cadisch J., Leupold W., Eugster H. und Brauchli R., Geologie von Mittelbünden.
Escher Frank, Petrographische Untersuchungen zwischen Davos und Piz Kesch.
Roothaan H. Ph., Petrographische Untersuchungen in der Umgebung von Vals.
Wegelin H., Das Erratikum im thurgauischen Museum.

Verein Bibliotheken der Regio Bodensee
Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft: 27.1928: 140
http://www.bodenseebibliotheken.eu/page?tgng-j1928-h027-t-140

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft

Jahr/Year: 1928

Band/Volume: 27

Autor(en)/Author(s): Geiger E.

Artikel/Article: Petrographische Untersuchungen an kristallinen Geröllen des jüngern Deckenschotters. 116-136