

DIE GEBIRGSFORMEN

IM

SÜDWESTLICHEN KÄRNTEN

UND IHRE ENTSTEHUNG.

VON

DR. **FRITZ FRECH.**

SONDERABDRUCK AUS DER ZEITSCHRIFT DER GESELLSCHAFT FÜR ERDKUNDE
ZU BERLIN, Bd. XXVII. 1892.

MIT EINER KARTENSKIZZE, SIEBEN TAFELN
UND EINER TEXTABBILDUNG.

BERLIN 1892.

DRUCK VON W. PORMETTER.

INHALT.

	Seite
Einleitung	349
I. Die Bildung der Hauptthäler der Gail, Drau und Fella-Save. (Jüngere Tertiärzeit). Taf. XIII (Lessachthal)	350
II. Die Einwirkungen der Eiszeit	356
1. Die Verbreitung der alten Gletscher	
2. Die glaciale Schotterterrasse des unteren Gailthals. Taf. XIV (Mittelgebirge des unteren Gailthals)	361
3. Zerstreute Vorkommen jüngerer und älterer Glacialbildungen	365
4. Die Kare	367
5. Die Seen und ihre Entstehung	371
a) Die Seen glacialer Rotation und Korrasion. Taf. XV (Nafsfeld bei Pontafel)	371
b) Die Glacialschuttseen	373
c) Abdämmungsseen der Eiszeit	374
d) Der Presseker See	376
III. Die jüngste geologische Vergangenheit und ihre Einwirkung auf die Oberflächenformen	378
1. Erosion und Thalbildung	378
a) Im Gail- und Draugebiet	378
b) Erosion und Thalbildung im Gebiet der Fella, Gaititz und Save. Taf. XVI (Schlitza-Schlucht), Taf. XVII (Terrassen bei Ober-Tarvis. S. 386 Abb. des „Trogas“ bei Pontafel)	382
2. Bergstürze. Taf. XVIII (Dobratsch)	387
3. Die Formen der Berge. Taf. XIX (Plöckenpafs).	390

Anmerkung zu S. 376 Zeile 10 von unten:

*) Eine soeben in Petermanns Mitteilungen 1892, Tafel XII, von Grissinger veröffentlichte Tiefenkarte des Sees bestätigt die obige Ansicht; die größte Tiefe von 97 m liegt im Osten, während das von Moränen erfüllte westliche Becken flach ist (5—20 m).

S. 376, Z. 11 von oben lies: „Westen“ statt „Osten“.

Einleitung.

Das Verständnis der Oberflächenformen eines Gebirges und ihrer allmählichen Herausbildung ist nur auf Grund einer genauen Kenntnis des geologischen Aufbaus und der Gesteinsbeschaffenheit denkbar. Im anderen Falle entbehrt jede Beweisführung der sicheren Unterlage. Die Streitfragen über die Entstehung der Durchbruchsthäler oder der alpinen Randseen wurden nur solange mit Schärfe erörtert, als man über unzureichendes Beobachtungsmaterial verfügte. Eine genaue geologische Aufnahme der fraglichen Gegend macht gewöhnlich den Zweifeln ein Ende. Allerdings darf nicht verschwiegen werden, daß die Geologen besonders in früherer Zeit sich an der Feststellung der Schichtfolgen, der Störungen und der Beschreibung der Versteinerungen genügen ließen, dem „Schuttland“ aber nur gelegentlich ihre Aufmerksamkeit zuwandten. Andererseits können kürzer dauernde Ausflüge, wie sie von Geographen häufiger behufs Aufhellung einer Thal- und Seengeschichte gemacht werden, nur in den wenigen Gegenden Aussicht auf Erfolg haben, in welchen zuverlässige geologische Karten in kleinerem Maßstab aufgenommen worden sind. Der geradlinige Verlauf des Gailthals mußte beispielsweise so lange ein ungelöstes Problem bleiben, als man das Vorhandensein einer in gewisser Entfernung parallel verlaufenden, gewaltigen Verwerfung nicht kannte.

Die karnische Hauptkette sowie ihre nördlichen und südlichen Vorlagen habe ich seit sechs Jahren zum Gegenstand geologischer Aufnahmen gemacht. Das hauptsächlichste Ergebnis dieser Arbeit, die Tektonik und Stratigraphie, erscheint gleichzeitig in gesonderter Form¹⁾; zur Erläuterung dient die in Verbindung mit dem Werk

¹⁾ Die Karnischen Alpen, ein Beitrag zur vergleichenden Gebirgstektonik. Halle, Niemeyer.

herauszugebende geologische Spezialkarte des Gebietes im Maßstab 1 : 75 000.

Die vorliegende Studie erörtert die allmähliche Herausbildung der heutigen Oberflächenformen, wie sie in den letzten Abschnitten der Tertiärperiode, in der Eiszeit und der jüngsten geologischen Vergangenheit vor sich ging. Ein ähnlicher Stoff ist von mir in dem Aufsatz „Aus den Karnischen Alpen“¹⁾ in mehr skizzenhafter Form behandelt worden. Derselbe war jedoch für ein größeres Publikum bestimmt und enthält die Ergebnisse der beiden letzten Aufnahmejahre (1890, 1891) noch nicht. Immerhin waren einzelne Wiederholungen nicht zu umgehen.

I.

Die Bildung der Hauptthäler, Gail, Drau und Fella-Save. (Jüngere Tertiärzeit.)

In der zweiten Hälfte der Miocänzeit erreichten die gebirgsbildenden Vorgänge im Alpengebiet ihr Ende; Verwitterung und Erosion des fließenden Wassers, deren Thätigkeit gleichzeitig mit der Emporwölbung begann, kennzeichnen den Abschluß der Tertiärperiode. Die Bedeutsamkeit dieser tertiären Denudation erhellt aus theoretischen Betrachtungen ebensowohl, wie aus der bekannten Thatsache, daß das gesamte Abflusssystem der Alpen bereits vor dem Eintritt der Eiszeit in einer von der heutigen wenig abweichenden Form fertig gebildet vorlag. Die Denudationsprodukte der Neogenzeit sind allerdings durch die diluvialen Gletscher fast vollständig ausgeputzt worden; nur für sehr vereinzelt inneralpine Bildungen, wie das Mühlsteinkonglomerat der Berchtesgadener Ramsau, ist ein präglacialer, tertiärer Ursprung nicht ausgeschlossen.

An die Stelle der älteren „Kataklysmen-Auffassung“, welche in den Thälern klaffende Risse und Spalten der Erdrinde sah, ist in neuerer Zeit eine naturgemäßere Anschauung getreten, die der Erosion des fließenden Wassers den wesentlichsten Einfluß auf die Entstehung der Gebirgsthäler zuerkennt. Jedoch hat sich diese Betrachtungsweise von Übertreibungen nicht freigehalten und den Einfluß von Gebirgsstörungen auf die Thalbildung gänzlich geleugnet. — Es giebt allerdings viele Alpenthäler, welche die verschiedenartigsten Schichten und Gebirgsstörungen quer durchschneiden und somit reine Erosionsgebilde sind. Bei anderen Thalformen ist der Einfluß der tektonischen und petrographischen Verhältnisse um so deutlicher erkennbar. Allerdings hat auch hier das fließende Wasser die aktive Ausräumungsarbeit im wesentlichen vollbracht; aber ebensowenig läßt

¹⁾ Zeitschrift des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins. 1890. S. 373.

sich verkennen, daß die Richtung, in der das Wasser seine ausnagende Thätigkeit entfaltetete, durch den Gebirgsbau vorgezeichnet war.

Klassische Beispiele für derartige tektonische Hauptthäler bilden die Flufsläufe der Gail, Drau, Fella und der oberen Save. (Man vergleiche die beiliegende Karte Bl. 6.)

In anderen Fällen hat das Zusammenfallen von Brüchen mit wesentlichen petrographischen Verschiedenheiten wenigstens zur Bildung von längs gerichteten Nebenthälern Veranlassung gegeben, so am Egger-See, der Pontebbana, dem Winkler-Bach (bei Pontafel; vergl. unten), und auf der Linie Lorenzago—Prato Carnico—Paluzza. Ein gemeinsames Merkmal dieser tektonischen Längsthäler ist ihre Zugehörigkeit zu verschiedenen Flusssystemen. So wechselt die Abflußrichtung des Wassers auf der zuletzt erwähnten Längsbruchlinie viermal. Dieselbe lehrt uns ferner, daß hier nicht das Vorhandensein eines Bruches, sondern das geradlinige Aneinandergrenzen von verschiedenen Gesteinen den Anlaß zur Herausbildung von Depressionen giebt. Zwischen Paluzza und Paularo überlagern die weichen permischen Gesteine (Sandstein, Gips und Rauchwacke) die älteren Schiefer in einer geraden Linie, während weiter westlich Brüche von verschiedener Sprunghöhe die Grenze der verschieden harten Gesteine kennzeichnen. Trotzdem ist die Oberflächenform der Depression überall die gleiche.

Die Vorbedingungen zur Bildung eines großen tektonischen Längsthales waren auch hier teilweise gegeben; doch liegt die Friauler Carnia schon zu nahe an der Südabdachung des Gebirges. Daher treten hier die rein erosiven Querthäler als hauptsächliche Abflusrrinnen hervor, während die tektonischen Längsthäler in zweiter Linie stehen. Das nördlicher gelegene Gailthal zeigt das umgekehrte Verhältnis.

Ein Blick auf die gegebene Karte läßt erkennen, wo ein Bruch von Wichtigkeit für die Thalbildung war und wo nicht. Eine ausführlichere Auseinandersetzung über Verlauf und Benennung der zur Darstellung gebrachten geologischen Leitlinien würde hier zu weit führen und ist in dem oben erwähnten Buch gegeben worden. Nur so viel sei hervorgehoben, daß die durch gebrochene Striche bezeichneten Brüche und Überschiebungen einer älteren Periode der Gebirgsbildung angehören; dieselben sind wegen ihrer Kürze und Unregelmäßigkeit für die Thalbildung bedeutungslos, umsomehr als sie häufig von den (mit ganzen Linien bezeichneten) jüngeren Brüchen durchschnitten werden. Zum Teil folgen allerdings die letzteren der Richtung der ersteren.

Im Gailthal wird die Abhängigkeit der Thalbildung von einem Bruch erst bei näherer Untersuchung deutlich; beide Thalgehänge bestehen von Tilliach bis Nötsch aus Thonschiefer und Thonglimmerschiefer,

welche der erodierenden Kraft des Wassers gegenüber das gleiche Verhalten zeigen und in ihrem Streichen von dem Fluß in sehr spitzem Winkel geschnitten werden.

Jedoch ermöglicht die geologische Untersuchung des Nordgehänges eine leichte Lösung dieser auf den ersten Blick rätselhaften Thalbildung. Von Abfaltersbach bei Sillian bis kurz vor Deutsch-Bleiberg zieht, kaum durch irgendwelche Unregelmäßigkeit unterbrochen, der gewaltige Gailbruch parallel zu der Furche des Gailflusses. (Vergl. die tektonischen Linien der Karte.) Nördlich des Bruches erheben sich die Triasberge der Gailthaler Alpen, südlich davon bilden die grünen, gerundeten Phyllithöhen die Vorlage gegen die heutige Thalfurche. In den Bruch eingeklemmt ist ein Streifen von vertikalgestellten, roten Grödner Sandsteinen und Konglomeraten, deren Breite großen Schwankungen unterliegt.

Die leicht verwitternden Grödner Sandsteine boten nun dem fließenden Wasser den ersten Angriffspunkt, und die Ausbildung einer vollkommen regelmäßigen Thalfurche wurde durch die parallel zu dem Bruche verlaufende Gesamtneigung des Gebirges begünstigt. Später glitt das Flussbett naturgemäß tiefer und tiefer in die weicheren Schiefer hinab, und gleichzeitig wurden dieselben von der Verwitterung stärker angegriffen als die härteren Gesteine der Trias. Die Parallelität von Thalfurche und Bruch erklärt sich aus der gleichförmigen Gesteinsbeschaffenheit und Lagerung der Phyllite und Thonschiefer. Bedeutungsvoll für die Beschaffenheit der Täler werden Verwerfungen also nur dort, wo verschiedenartige Gesteine, etwa Kalk mit Schiefer oder Sandstein, zusammenstoßen. Wo hingegen Kalk an Kalk oder Dolomit stößt, wie am Poludnigg (Devon-Trias), da bleiben oft die bedeutendsten Störungen ohne jeden Einfluss auf die Oberflächenform. Eine Unregelmäßigkeit im Verlauf der tektonischen Linie des Gailthales und -Bruches findet sich dort, wo der Bruch aus seiner zwischen O und OSO schwankenden Richtung etwas nach NO abgelenkt wird. Entsprechend der allgemeinen nach Osten gerichteten Abdachung des Gebirges hat sich auch hier die Hauptfurche in ihrer bisherigen Richtung fortgesetzt und verläuft also ausnahmsweise nicht mehr parallel zu dem nach NO abspringenden Bruch. Das im Norden des Hauptthales liegende Phyllitgebirge, der Zug der Hohenmauth, wird also hier ungewöhnlich breit, und infolge dessen hat sich auf der Bruchgrenze von Phyllit und Triaskalk¹⁾ noch eine zweite, spitzwinklig zum Gailthal verlaufende Furche, die des Gitschthales, eingesenkt. Aus dem geringeren Alter des Gitschthales erklärt sich die Thatsache, daß

¹⁾ Der Grödner Sandstein scheint hier vollkommen zu fehlen.



Nach einer Photographi

Das untere Lessathal.

Der alte glaciale Thalboden mit der später erodirten Furche des Flusses.

erklärt sich aus der Lage dieser Hochflächen, welche, seitlich wenig oder gar nicht geschützt, einer stärkeren Abtragung ausgesetzt waren.

Die Querstufe des Lessachthals und die Längsstufen, welche das Gailthal begleiten, stellen also diejenige Form kombinierter Terrassen dar, welche v. Richthofen (Führer für Forschungsreisende S. 199) als Strombeckenstufen bezeichnet hat, und entsprechen ohne Zweifel einem älteren Thalboden der Tertiärzeit. Die Annahme, daß auf der 47 km langen Strecke zwischen Kötschach und Feistritz (im unteren Gailthal) eine etwa 200 m mächtige und fast 2 km breite Gesteinsmasse durch die diluvialen Gletscher ausgeräumt wurde, dürfte selbst extremen Anhängern der Glacialerosion etwas weitgehend erscheinen.

Es bleibt also nur die auch aus anderen Gründen (vergl. S. 355) wahrscheinlichere Annahme übrig, daß die fragliche Erosionsarbeit durch fließendes Wasser während der jüngeren Tertiärzeit geleistet wurde. — Aber woher kamen die Wassermengen, welche die Thalsole des Lessachthals unberührt ließen und nur von Kötschach an abwärts eine so tief eingreifende Tätigkeit entfalteten?

Die Erklärung wird durch die Thatsache nahe gelegt, dass unmittelbar nördlich von Kötschach eine über 1000 m tiefe Einschartung den Zug der Gailthaler Alpen unterbricht. Der Gailbergsattel liegt nur 970 m über dem Meere, während etwa 4 km westlich der Schatzbühel 2095 m und im Osten der 3 km entfernte Juckbühel 1891 m Höhe erreichen. Nun finden sich zwar im Süden des Passes einige tektonische Störungen, welche den ersten Anlaß für die Ausbildung einer Scharte gegeben haben, aber im Norden streichen die widerstandsfähigen Rhätschichten ungestört über die Einsattelung fort, und die Entstehung derselben ist somit vor allem auf erodierende Kräfte zurückzuführen.

Kombiniert man nun mit dieser Thatsache das auffällige Absetzen der Lessachthaler Stufe unmittelbar oberhalb Kötschach, so erscheint die Hypothese keineswegs zu gewagt, daß in einem mittleren Abschnitt der Tertiärzeit das obere Stromgebiet der Drau nicht durch das heutige Bett, sondern über den Gailberg und durch das Gailthal entwässert wurde. Besonderer Wert ist auf den Umstand zu legen, daß der Gailbergsattel (970 m) ungefähr dieselbe Höhe besitzt wie die Lessachterrasse bei St. Jacob (948 m). Die etwas bedeutendere Höhe des Gailbergs erklärt sich aus den Massen von recentem Gehängeschutt, welcher die Paßhöhe überkleidet. Im Sinne dieser Hypothese würden also in der Thalgeschichte des Gailgebiets während der Neogenzeit drei Phasen zu unterscheiden sein:

1. Ausbildung des alten, durch die Strombeckenstufen gekennzeichneten, gleichmäßig von W nach O gesenkten Gailbettes etwa 200 m über der heutigen Thalsole.

2. Ablenkung der Drau; dieselbe fließt über den Gailbergsattel, der infolge tektonischer Unregelmäßigkeiten auf der Südseite als Einsenkung vorgebildet war, in das Gailgebiet und erodiert durch die bedeutendere Wassermenge das heutige Gailthal. Die Ablenkung der Drau erfolgte wahrscheinlich durch die Brüche und Einsenkungen, welche noch jetzt die tiefe Einschaltung des Gailbergsattels kennzeichnen und hier eine rückwärts vorschreitende Erosion bedingten. Ein jüngerer Alter der Querbrüche ist auch aus geologischen Gründen nicht unwahrscheinlich.

3. Durch die Erosion wird während des letzten Abschnittes der Tertiärzeit das untere Draubett tiefer gelegt und der Fluß somit durch die abermalige Wirkung der rückschreitenden Erosion in sein altes Bett zurückgeleitet. Bereits vor Eintritt der Eiszeit war das heutige Abflusssystem fertig vorgebildet, wie die Verteilung der Glacial-schotter und Moränen beweist. Die letzteren haben nur im Verlauf der Nebenbäche untergeordnete Veränderungen der Abflußrichtung bewirkt.

Einen Gegensatz zu der regelmäßigen Gestaltung des Thales im mittleren und oberen Lauf der Gail bilden die unregelmäßigen Oberflächenformen, welche die Gegend zwischen St. Stefan und Villach auszeichnen. Aus dem Ost-West streichenden Zuge des Gailthaler Gebirges springt das lang gestreckte Kalkplateau des Dobratsch nach Süden vor. Im Norden wird derselbe von dem auf untergeordnete Störungen zurückzuführenden Längsthal von Deutsch-Bleiberg, auf den drei anderen Seiten durch weit ausgedehnte Niederungen begrenzt. Die Form des Berges ist in jeder Hinsicht von den geologischen Störungslinien abhängig. Von Hermagor bis Ober-Kreuth bei Bleiberg verläuft der Gailbruch genau in ost-westlicher Richtung, biegt dann in rechtem Winkel nach Süden um, lenkt aber westlich von Nötsch wieder in die alte Richtung zurück. Das westlich vom Dobratsch liegende Gebiet besteht aus leicht denudierbaren Gesteinen der Steinkohlenformation und aus Thonglimmerschiefer; dasselbe wurde durch die geschützte Lage in dem Winkel des Kalkgebirges vor völliger Abtragung geschützt und bildet jetzt das sogenannte Mittelgebirge. (Vergl. Tafel XIV.) Der südliche Absturz des Dobratsch, dessen heutige Form durch den unten zu besprechenden Bergsturz verursacht ist, entspricht also ungefähr der Bruchlinie. Auch der geologische Bau der stark abgedachten östlichen Hälfte des Berges kann nicht unmittelbar untersucht werden, da Glacialbildungen ziemlich weit emporreichen und das an den Triaskalk angrenzende Gestein vollkommen verdecken. Doch ist hier das Hervorbrechen von warmen Quellen (bei Bad Villach) als Anzeichen geologischer Störungen aufzufassen.

Als tektonisches Längsbruchthal ist, wie erwähnt, auch das Drauthal und die Linie Pontebbana-Fella-Gailitz-Save aufzufassen. Jedoch folgt in beiden Fällen die heutige Erosionsrinne viel genauer der alten Störungsrichtung, als es bei dem Gailthal der Fall ist. Bei der südlichen Längsbruchlinie ist der Grund naheliegend. Hier ist durch die Verwerfung der Schlerndolomit mit den weichen Werfener Sandsteinen sowie dem leicht zerstörbaren Bellerophonkalk in dieselbe Höhenlage gebracht. Da die beiden letzteren nun normal von härterem Muschelkalk und Schlerndolomit überlagert werden, erscheint es selbstverständlich, daß der Wasserabfluß dauernd in der schmalen Zone weicheren Gesteines erfolgt.

Auch das Drauthal zeigt kaum Abweichungen von der Dislokationslinie (E. Suefs), obwohl die Gesteine die gleichen sind wie im Gailthal (Triaskalk und Thonglimmerschiefer). Allerdings weist der Bruch zwei deutliche Umbiegungen bei Lienz und bei Oberdrauburg auf; dieser gebrochene Verlauf dürfte wohl das Abgleiten des Flusses nach der Seite des weicheren Gesteins verhindert haben.

Bei Oberdrauburg, bei Dellach (im Drauthal) und an einer Stelle zwischen den genannten Orten liegen noch auf dem Nordgehänge schmale, stark dislocierte Fetzen von Trias. Die letztere ist hier die weichere, aus Mergeln und Rauchwacken bestehende Formation; der Thonglimmerschiefer ist quarzreich und ziemlich hart. Ein Abgleiten des Flusslaufes in nördlicher Richtung war somit gegeben. Bei Lienz bedingt das spitzwinklige Ausbiegen der Drau nach Norden, daß die Bruchlinie für eine kurze Strecke inmitten des südlichen Gehänges verläuft. Diese Abweichung ist jedoch nur durch die Einmündung der Isel bei Lienz bedingt, welche die Drau an Wassermenge übertrifft und somit an ihrer Ausmündung eine bedeutendere Erosionsarbeit geleistet hat.

II.

Die Einwirkungen der Eiszeit.

1. Die Verbreitung der alten Gletscher.

Durch die gemeinsamen Untersuchungen von Penck, Boehm und Brückner ist die Kenntnis der ostalpinen Glacialbildungen wesentlich erweitert und vertieft worden. Eine der wenigen Lücken in der kürzlich¹⁾ veröffentlichten Übersicht bildet das Gailthal; eine ausführlichere Darstellung der verschiedenen im Verlauf der geologischen Aufnahme gemachten Beobachtungen ist schon deshalb geboten, weil die Verhältnisse infolge des Vorhandenseins einer Querstufe im Lessachthale

¹⁾ Mitt. d. D.-Ö. A.-V. 1890 No. 20 S. 257 u. No. 23.

und infolge des Überfließens centralalpiner Gletscher nach Süden ziemlich verwickelt sind.

Für die Auffassung der gesamten Glacialgebilde ist der Umstand von ausschlaggebender Bedeutung, daß die Gletscher der Karnischen und Gailthaler Berge infolge der verhältnismäßig geringen Breite und Erhebung der letzteren vollkommen hinter den von den Tauern her überfließenden Eismassen zurücktraten.

Die inneralpinen Glacialschotter werden von den genannten Forschern neuerdings¹⁾ wesentlich anders gedeutet als früher. Wie Penck auseinandersetzt, sind die Glacialschotter im Gebirge nicht als notwendige Einleitungs- und Folgeerscheinung jeder Vergletscherung erhalten geblieben, sondern nur dort in größerer Menge abgelagert, wo der rascher vorrückende Gletscher des einen Thales die in einem anderen einmündenden Thal herabrinneuden Schmelzwässer zu einem Eissee aufstaute. Im Gailthal sind an verschiedenen Punkten derartige Seen vorübergehend entstanden.

Den Ausgangspunkt der Untersuchungen über die Verbreitung der alten Eisströme bildet die Frage nach der Mächtigkeit derselben. Leider sind im Gebiet der Karnischen Alpen die Findlinge aus den Tauern in größeren Höhen überall durch Verwitterung oder Erosion entfernt und auch in den Gailthaler Bergen nur vereinzelt gefunden worden. Toulva giebt solche vom Dobratsch, aus einer Höhe von 1500—1600 m, an; ich habe dieselben zweimal in ähnlicher Höhenlage angetroffen: am Wege von Kötschach auf die Jaukenwiesen finden sich unterhalb der Ploneralm zwischen 1500 und 1600 m ziemliche Mengen von Glimmer- und Hornblendeschieferblöcken, wie solche im Gailthal nicht vorkommen. Insbesondere fehlen Hornblendeschiefer in dem Gailthaler Quarzphyllit vollkommen.

In der gleichen Höhe (1500 m) liegen nördlich von Hermagor am Wege von Radnig zur Möschacher Scharte (östlich vom Golz) zahlreiche Blöcke von echtem Glimmerschiefer. Nahe der Höhe der Scharte selbst liegt in 1500 m Höhe ein großes Geschiebe von Hornblendeschiefer mit Granaten, das mehr als 1,7 m Durchmesser besitzt und seiner petrographischen Beschaffenheit nach nur aus den Tauern stammen kann.

Die Höhe des Fundpunktes (1500 m) läßt auf eine Mächtigkeit des Gletschers von über 1000 m schließen (Hermagor 612 m, Gailspiegel 579 m); denn zum Transport eines solchen Blockes ist das Vorhandensein einer Eismasse von einigen hundert Metern Mächtig-

¹⁾ Die Glacialschotter der Ostalpen. Mitt. d. D.-Ö. A.-V. 1890 No. 23 S. 291. (Auch als Sonderabdruck in Wien erschienen.)

keit über dem höchsten Punkte der Scharte erforderlich. Auch die für ehemalige Vergletscherung bezeichnenden Landschaftsformen sind auf der Möschacher Scharte vortrefflich erhalten; dieselbe erinnert in ihrem Charakter lebhaft an manche Passübergänge der Schweizer Alpen. Einige Lachen auf der Höhe bilden gewissermaßen ein verkleinertes Abbild des Lago Bianco und Lago Nero auf der Höhe des Bernina-Passes.

Man darf aus den angeführten Beobachtungen den Schluss ziehen, daß die Oberfläche der alten Gletscher im Gailgebiet mindestens in 1700—1800 m Meereshöhe gelegen habe, und daß somit auf allen niedrigeren Pafsübergängen aus dem Drauthal her Eisströme in das Gailgebiet hinübergeflossen sind.

Solche Einschaltungen sind: 1) der Sattel zwischen Kartitsch und Ober-Tilliach 1518 m, 2) der Gailberg 970 m und 3) der Pafs des Kreuzberges (Franz-Josefshöhe) im Gitschthal 1096 m. Auch im Osten des Gailthaler Gebirges war 4) der Pafs der Windischen Höhe (1122 m) jedenfalls vergletschert. Es ist jedoch bei der östlichen oder nordöstlichen Richtung der zu dem letzteren Pass emporführenden Thäler wenig wahrscheinlich, daß auf diesem Wege größere Eismassen aus dem Drauthal in das Gailthal hinüberdrangen. Nur über den Weißen- und Farchnersee, sowie weiterhin durch das Bett des Klammgrabens dürfte eine kleine Abzweigung des Draugletschers hierher gelangt sein.

Die Eismassen, welche über den Sattel von Kartitsch hinübergeflossen sind, waren — entsprechend den Höhenverhältnissen — wenig mächtig, und die aus den westlichen Seitenthälern der Karnischen Kette vordringenden Gletscher haben ebenfalls dem Hauptgletscher nur eine mittlere Größe zu geben vermocht. Bedeutendere Ausdehnung erlangte derselbe erst durch die weiteren Zuflüsse aus dem Drauthal. Die ausgedehnten Grundmoränen bei St. Oswald, im Hollbrucker Thal und bei dem Ort Kartitsch¹⁾ verdanken ihre Erhaltung nur der gegen die Einwirkung der Erosion geschützten Lage. Auf der Höhe des Passes selbst und auf der Strecke bei Ober-Tilliach scheinen die Moränen durch jüngeren Gehängeschutt verdeckt zu sein, der hier in großer Menge angehäuft liegt.

Im mittleren und unteren Lessachthal sind die Grundmoränen außerordentlich mangelhaft erhalten; nur bei St. Florian (Unter-Tilliach) finden sich drei wenig ausgedehnte Vorkommen, die offenbar früher mit einander zusammengehungen haben und zum Teil von der Strafe

¹⁾ Die Kartierung derselben als Moränen beruht z. T. bei dem Mangel deutlicher Aufschlüsse auf der bezeichnenden Form der Oberfläche.

angeschnitten werden. Alle übrigen Bildungen glacialen Ursprungs sind erodiert oder von den im unteren Lessachthal weit verbreiteten Glacialschottern bedeckt. Die letzteren enthalten zwar hier und da (Niedergail) gekritzte Geschiebe, sind aber doch ihrer Entstehung nach von den Moränen wesentlich verschieden (vgl. S. 361).

Weiter abwärts finden sich typische, durch gekritzte Geschiebe gekennzeichnete Grundmoränen erst dort, wo ein Arm des Draugletschers den Gailberg überschritten hat. Die Moränen liegen westlich und südwestlich von Laas und verdanken ihre Erhaltung wesentlich der gegen Erosion geschützten Lage. Zwei Vorkommen, die südlich von Würmlach auf der Längsterrasse des Gailthales (vgl. unten) liegen, sind nach der Oberflächenform ebenfalls als Moränen zu deuten, zeigen aber keine Aufschlüsse. Am Kronhof ist das Gestein der Terrasse von wohl erhaltenen Gletscherschliffen bedeckt, die der Richtung des Thales folgen.

Weiter unterhalb haben auf der langen Strecke bis Hermagor die lebhafte Akkumulation des Gailflusses und die in die Thalfläche hineingebauten Schuttkegel alle Ablagerungen der Diluvialzeit vollkommen verdeckt; nur einige Hügelchen, welche unmittelbar am Thalgehänge zwischen Tresdorf und Waidegg sowie nördlich von diesem Ort liegen, dürften als Moränenreste zu deuten sein.

Wichtiger als durch seine Moränen ist der über den Gailberg vordringende Ast des Draugletschers durch die Bildung von Terrassenschottern, welche wahrscheinlich der letzten Rückzugsperiode angehören. Ein Blick auf die geologische Karte zeigt die weite Verbreitung der Schotter von Mauthen bis St. Lorenzen; das oberste Vorkommen findet sich bei Sterzen unterhalb von Maria Luggau. Die Oberfläche der Terrassen ist ziemlich uneben und erinnert zum Teil an Moränenlandschaften, doch erweisen sich in zahlreichen Aufschlüssen die Schotter als wohl geschichtet. Um die Ausdehnung derselben zu erklären, hatte ich früher angenommen, daß der Rückzug des alten Gailgletschers über die 240 m hohe Querstufe des Lessachthales einen längeren Stillstand bzw. ein sehr allmähliches Zurückziehen und infolge dessen eine verstärkte Ablagerung von Glacialsedimenten zur Folge gehabt habe. Dieses Moment ist jedenfalls mit in Rücksicht zu ziehen, würde jedoch vor allem eine starke Entwicklung von Grund- und Endmoränen bedingt haben. Doch wurden gekritzte Geschiebe nur ein einziges Mal (bei Niedergail) in dem fraglichen Gebiet gefunden. Außerdem deutet hier und da die unregelmäßige Form der Oberfläche darauf hin, daß die Terrassen nachträglich vielleicht von wenig mächtigen, aus einer kurzen Vorstofsperiode stammenden Moränen bedeckt worden sind.

Das fast ausschließliche Auftreten geschichteter Bildungen legt jedoch den Gedanken nahe, daß hier die von Penck zur Erklärung der Innterrasse angenommene Aufstauung den natürlichen Verhältnissen am besten Rechnung trägt: es kann keinem Zweifel unterliegen, daß infolge der größeren Massenerhebung der Tauern die Menge des Gletschereises im Drauthal viel erheblicher war als im Gailthal. Infolge dessen flossen, als der Gailgletscher schon in das obere Lessachthal zurückgewichen war, vom Draugebiete her noch Eismassen über den Gailberg nach Süden. Dieselben legten sich als Eisdamm in das Thal und stauten während längerer Zeit die mit Sedimenten beladenen Schmelzwässer des Gailgletschers zu einem See auf, der sich bis in die Gegend von Maria Luggau hinauf erstreckte. Die Mannigfaltigkeit der teils aus feineren Sedimenten der Schmelzwässer, teils aus umgelagerten oder wenig veränderten Moränen, teils aus Schuttkegeln der Nebenbäche bestehenden Ablagerungen erinnert an die Terrasse des Innthales. So findet sich im Bett des Liesinger Baches an der Strafe ein schöner Aufschluß, in dem ein etwa 20 m mächtiger Glaciallehm diskordant von geneigten Flussschottern überlagert wird. Der geschützten Lage in dem Bachthal verdankt wohl die Grandmoräne ihre durch Umlagerung nicht gestörte Erhaltung.

Es ist möglich oder vielmehr wahrscheinlich, daß der zweite über den Kreuzberg vordringende Arm des Draugletschers ähnliche Wirkungen ausgeübt hat, wie der Eisstrom des Gailbergs. Da jedoch oberhalb von Hermagor die ganze Thalfläche von recenten Ablagerungen (Flussalluvium und mächtigen Schuttkegeln) eingenommen wird, läßt sich die Frage nach den Einwirkungen des Kreuzberggletschers nur durch die Untersuchung der Moränen südlich und nördlich von Hermagor lösen.

Die Hochfläche von Egg, südlich von Hermagor, besteht aus Quarz-Phyllit und wird von einer ausgedehnten Moränenablagerung (mit prächtigen gekritzten Geschieben und gefalteten Bänderthonen) gekrönt. Die Gesteine der Moräne gehören fast ausschließlich dem Nordabhang des Gitschthales bildenden rhaetischen Plattenkalke an; paläozoische Gesteine aus den Karnischen Alpen fehlen fast vollständig — ein Beweis, daß der durch den Gailbergarm verstärkte Gitschgletscher die geringen vom Südabhang des Lessachthals stammenden Eismassen vollkommen zur Seite gedrängt hat. Auch der eben erwähnte, über den Gailberg vordringende Gletscherarm führte hauptsächlich Triaskalke mit sich, da er der Südseite des Drauthales entstammte.

Im Gitschthal selbst hat der alte Gletscher ziemlich bedeutende Grundmoränen zurückgelassen; nur in dem schmalen mittleren Ab-

schnitt des Thales hat die spätere Erosion und Überschotterung alle Spuren derselben verwischt. Dagegen dehnt sich unmittelbar oberhalb von Hermagor zu beiden Seiten des Flusses eine typische Moränenlandschaft mit unregelmäßigen Hügeln und Vertiefungen, saueren Wiesen und Mooren aus; gekritzte und geglättete Geschiebe wurden in schönen Exemplaren an verschiedenen Stellen gefunden. In der Gegend von Weifsbrach verraten drei vereinzelt stehende Hügel durch ihre eigentümliche Form den glacialen Ursprung inmitten des mit Alluvialgebilden bedeckten Thales. Die ausgedehnten Grundmoränen der Gegend des Weifsensees werden unten in dem die Entstehung dieses Becken behandelnden Abschnitt besprochen werden.

2. Die glaciale Schotterterrasse des unteren Gailthals.

Im unteren Gailthal herrschen ebenso wie im unteren Lessachthal wohlgeschichtete Glacialshotter (bzw. -Sande) bei weitem vor. Ihre ziemlich erhebliche Ausdehnung erklärt sich ohne Schwierigkeit, sobald man die relative Mächtigkeit der alten Gletscher in den Gebieten der Drau, der Gail und der Julischen Alpen mit einander vergleicht. Trotz der erheblichen Zuflüsse, welche der Gailgletscher von Norden her empfangt, blieben die Eismassen des Drauthales immer noch bedeutender als dieser; außerdem mündete der gewaltige Eisstrom der Julischen Alpen in das Klagenfurter Becken. Lag doch nach Penck die Eisoberfläche hier mindestens 300 m tiefer als am Rande der Julischen Alpen. Es kann nach alledem keinem Zweifel unterliegen, daß der Gailgletscher sich früher und in stärkerem Maße zurückzog, als die beiden anderen Eisströme und daß diese somit — ähnlich wie in späterer Zeit der Bergsturz des Dobratsch — das untere Gailthal zu einem See aufstauten. In erster Linie kam hierbei, entsprechend den örtlichen Verhältnissen, der Julische Hauptgletscher in Frage. Die Schotterablagerungen reichen bis Görtschach und Förolach hinauf.

Penck verlegt in seinem oben erwähnten Aufsatz über die Glacialshotter der Ostalpen die Aufstauung von Eisseen und die Ablagerung der Schotter vor allem in die Zeit des Vorrückens der Gletscher. Doch wird in diesem Fall von dem später über die Seefläche nachrückenden Gletscher der größte Teil der losen Gebilde wieder erodiert werden. Immerhin ist es im vorliegenden Fall nicht ganz undenkbar, daß ein kleiner Teil der verhältnismäßig geschützt liegenden Schotter während des Vordringens der Gletscher erhalten blieb.

Jedenfalls aber wird man annehmen dürfen, daß während des letzten Rückzuges der Gletscher dieselben Stauungsvorgänge eintraten wie beim Vorrücken. Für die inmitten des Thales liegenden mächtigen Schotter des Lessachthales, welche einer späteren Erosion vollkommen

preisgegeben waren, halte ich die Ablagerung während einer Rückzugsperiode für die einzig mögliche. In der That sind hier auch die hangenden Moränen nur zweifelhaft und wenig mächtig entwickelt. (Vergl. S. 359.)

Von der Mächtigkeit des Julischen Hauptgletschers erhielt ich die deutlichste Vorstellung bei der geologischen Aufnahme der westlichen Karawanken im Jahre 1890. Auf die Ausdehnung des Gletschers weist vor allem die (schon durch C. Diener beschriebene) Moränenlandschaft hin, welche sich auf der Wasserscheide zwischen Save und Gailitz, zwischen Ratschach-Weisfenfels und dem alten Bahnhof Tarvis ausdehnt. (Ein Teil der hier früher als Terrassenschotter bezeichneten Bildungen erwies sich bei genauerer Untersuchung als Grundmoräne.) Die Oberfläche ist bedeckt mit den bekannten, regellos verteilten Hügeln, unregelmäßig verlaufenden Vertiefungen und moorigen kleinen Wiesenflächen — ehemaligen Wassertümpeln. Das Material der Hügel besteht, wie zahlreiche Anschnitte der Chaussee und Eisenbahn erkennen lassen, fast ausschließlich aus weissen bröckligen Dolomiten und Kalken. Dieselben zerfallen leicht und lassen daher nirgends geschliffene oder gekritzte Oberflächen erkennen. Indessen kann über den glacialen Ursprung dieser Bildungen kein Zweifel obwalten. Die massenhafte Anhäufung von Grundmoränen hat in dem tektonischen Längsthal zwischen Ratschach und Weisfenfels die Wasserscheide verlegt (vergl. S. 383) und die Herausbildung eines natürlichen Abflusses bisher verhindert.

Auf dem Südabhang des Casiensberges sind die Moränen durch Denudation entfernt, ziehen sich aber auf der nördlichen Seite bis 1300 m (nicht, wie früher angenommen wurde, 1100 m) empor und erfüllen somit das ganze Gebiet des Scheidbaches und den Oberlauf des Klausbaches, deren eigentümliche Abflussverhältnisse durch diese beträchtliche Anhäufung von Blocklehm bedingt werden. Weiterhin besteht der ziemlich steile Nordabfall des Cibirberges aus anstehendem Gestein, während Moränen (mit zahlreichen gekritzten Geschieben) auf der Hochfläche von Seltschach eine beträchtliche Verbreitung besitzen. Abgesehen von dem anstehenden Gestein der Umrandung und einem höchst beschränkten Vorkommen desselben beim Dorf Seltschach zeigt die ganze, wohl angebaute Fläche die bezeichnenden Züge der Moränenlandschaft.

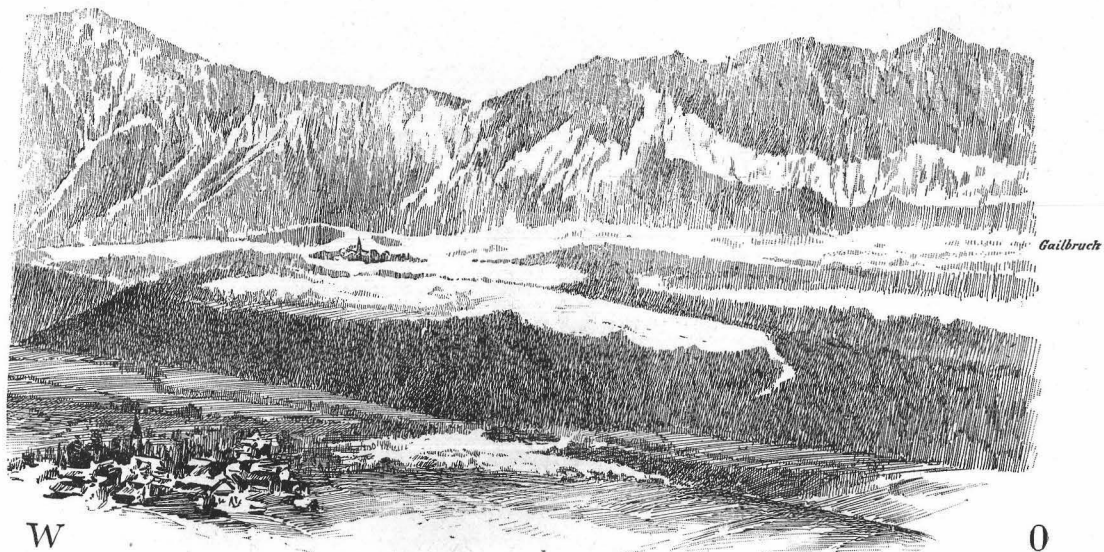
Der Julische Hauptgletscher hat also jedenfalls die Höhe des Casiensberges (1354 m) überschritten¹⁾, während für den Abfluss desselben nach Norden das heutige, in postglacialer Zeit entstandene Bett der Gailitz nur von untergeordneter Wichtigkeit war. (Vergl. S. 383.)

¹⁾ Die neueren Aufnahmen des Jahres 1890 bedingen einige, an sich unerhebliche Abweichungen von der früheren Darstellung (Z. d. D.-Ö. A.-V. 1896).

Graditza
2040 m

St. Stefan

Kowes Nock
1823 m



Nach einer Photographie des Verfassers.

Das Mittelgebirge von St. Stefan und das Nordgehänge des Gailthals.

Vom Wege zum Osternigg oberhalb Vordernberg. Der Gailbruch schneidet die aus rhätischen Kalken bestehende nördliche Kette ab. Das Grundgerüst des Mittelgebirges besteht aus Quarzphyllit, ganz im NO liegt etwas Unterkarbon. Darauf lagern Glacialschotter in bedeutender Mächtigkeit. Im Vordergrund der Schuttkegel von Vordernberg und der flache sumpfige Thalboden.

Die Glacialschotter des Gailgebiets und der angrenzenden Gegenden sind ebenso wie die weniger ausgedehnten Moränen auf der Hauerischen Übersichtskarte als Neogen eingetragen.

Die Diluvialbildungen von Klagenfurt und Villach umgeben nach Penck die von Seen erfüllte Centraldepression des alten Hauptgletschers. Dieselben bestehen aus Moränenwällen, an die sich eine nach aufsen abgedachte Schotterfläche anlegt. In der Gegend von Fürnitz haben jüngeres Terrassenalluvium und Schuttkegel, am Südfuße des Dobratsch die ausgedehnten Trümmer des Bergsturzes alle älteren Ablagerungen bedeckt. Jedoch besteht der Höhenzug der Dobrava zwischen Riegersdorf und Arnoldstein aus fluvioglacialen Bildungen. Bachrisse und der Eisenbahnbau haben auf der genannten Strecke eine Reihe vorzüglicher Aufschlüsse in einem gelblichen, mergeligen, glimmerreichen Sande geschaffen. Derselbe zeigt die bezeichnende unregelmäßige Kreuzschichtung fluviatiler Deltabildungen und enthält Gerölllagen; der Sand ist lokal zu Sandstein, das Geröll zu einer nagelfluhartigen Bildung verfestigt. Vereinzelt findet sich in einem Bacheinschnitt bei dem Orte Lind Bänderthon.

Die ganze Hochfläche, das „Mittelgebirge“ von St. Stefan, besteht aus ähnlichen Bildungen. Vorherrschend ist geschichteter Lehm und Thon; weniger häufig sind Schotterablagerungen (bei Hörmsberg und nördlich von Nötsch), sowie nagelfluartige Gebilde (zwischen Bach und Edling). An zwei Stellen sind den Thonen Torfkohlen eingeschaltet, die auch in den Schottern des Lessachthales bei St. Jacob vorkommen. Am Bartlitschhof (Nisalach), unweit St. Stefan, wird ein 0,75 bis 1 m mächtiges Flötz von geschichteter Torfkohle (mit wohl erhaltenen Holzteilen) abgebaut, um beim Ziegelbrennen Verwendung zu finden. In einem Anfang Oktober 1890 im Betrieb stehenden Stollen beobachtet man das folgende Profil:

- Oben: 1) Hangender geschichteter Thon von sehr verschiedener Mächtigkeit (dieselbe hängt von dem Maße der Denudation ab, scheint aber selten unter 10 m zu betragen).
- 2) Lehmiger Glimmersand 1 m.
- 3) Torfkohlenflötz, durch zwei Zwischenmittel unterbrochen, $\frac{1}{2}$ bis 1 m.
- 4) Liegender horizontal geschichteter Thon 20 bis 30 m.

Die Hochfläche ist an den Rändern durch Erosion stark erniedrigt und erhebt sich hier nur 150 bis 160 m über den heutigen Spiegel der Gail, steigt jedoch nach N zu erheblich, bis über 220 m, an. Die geologische und landschaftliche Übereinstimmung des Gailthaler Mittelgebirges mit der oft beschriebenen Innthalterrasse ist

sehr bemerkenswert. Man vergleiche das vorstehende Landschaftsbild (Tafel XIV).

Die Terrassen des Inn- und Gailthales scheinen die einzigen ihrer Art in den Alpen zu sein, welche vollkommen mit einander übereinstimmen. Die Glacialterrassen des Rhein- und Etschgebietes dürften nach Penck einige Verschiedenheiten aufweisen. Die Inn- und Gailterrasse liegen in ausgesprochenen Längsthälern auf phyllitischer Unterlage und sind — entsprechend der Entstehung der Glacialschotter in aufgestauten Seen — auf eine verhältnismäßig kurze Strecke des Thales beschränkt. Die Rolle des stauenden Gletschers, welche in unserem Gebiet in erster Linie dem Eisstrom der Julischen Alpen, in zweiter dem Gletscher der Drau zufiel, spielte im Innthal der Zillergletscher. Ihren Schutz vor den Wirkungen der Erosion verdanken die Gailthaler Glacialschotter dem Umstand, daß in dem zwischen dem umbiegenden Gailbruch liegenden Gebiet eine höhere Thalstufe erhalten blieb.

Die Zusammensetzung der Innthalterrasse schildert Penck in seiner letzten Arbeit wie folgt: „Am Aufbau der Terrasse beteiligen sich zunächst die Schuttkegel der Nebenthäler, welche in das Hauptthal gebaut worden sind. Derartige Schuttkegel sind bei Telfs, Hötting bei Innsbruck, am Ausgange des Vomperloches und bei Jenbach nachgewiesen.“ (Dieselbe Rolle spielen im Gailthaler Mittelgebirge die Schotter von Hörnsberg und Nötsch.) „Über diese lokalen Schuttkegel breitet sich nun erst das eigentliche Inngeröll, welches nicht mehr als 100 bis 150 Meter über die Thalsole ansteigt.“ (Dem würde eine Nagelfluhbildung zwischen Hohenthurm und Gailitz entsprechen, welche 110 m über dem Gailspiegel liegt.) „Im Westen, bei Mötz und Völs, zeigt dasselbe Deltastruktur, weiter gegen Osten geht es in sandige und schlammige Ablagerungen über (vergl. St. Stefan, Dobrava, Lind), die namentlich in der Gegend von Innsbruck große Entwicklung aufweisen, so daß man den Eindruck eines alten Sees im Innthal erhält. Über diese Schotterbildungen nun, vielfach dieselben schräge abschneidend, breiten sich Moränen in sehr stattlicher Mächtigkeit.“ Dem entsprechen Moränen, welche nördlich von Nötsch und bei Hohenthurm vorkommen¹⁾. „Diese Moränen sind ihrerseits wieder mit Schotterlagen vergesellschaftet, wie z. B. auf der Mieminger Hochfläche, oder gehen in Schotter über, wie z. B. am Achensee, und auch sie stehen

¹⁾ Die Trennung von Moräne und Schotter auf dieser Hochfläche ist infolge des Mangels an Aufschlüssen ziemlich willkürlich. Übrigens hebe ich hervor, daß es mir an Zeit fehlte, um eine bis in die letzten Einzelheiten gehende Aufnahme der Diluvialbildungen des Gailthaler Mittelgebirges zu machen.

mit Schlammlagern in Verbindung; nicht selten beobachtet man eine mehrfache Wechsellagerung zwischen Moränen, Sand und Geröll, was genau ebenso wie im Alpenvorland natürlich nicht auf mehrere Vergletscherungen schliesen läßt, sondern nur auf ein unregelmäßiges Abwechseln von Flufs- und Eisthätigkeit deutet.“

3. Zerstreute Vorkommen jüngerer und älterer Glacialbildungen.

Die zerstreut im Gebirge liegenden Glacialvorkommen geben noch zu einigen Bemerkungen Anlaß. Der Nordabfall der Karnischen Kette zum Pusterthal ist zwischen Weitlanbrunn und Sillian mit einer, fast 300 m über die Thalsohle hinaufziehenden Decke von Lehm mit eingelagerten Geschieben bedeckt, welche hie und da deutlich geschichtet sind und keine Spur von Schrammung oder Kritzung erkennen lassen. Es ist sehr wahrscheinlich, daß der Gletscher des unmittelbar unterhalb von Sillian mündenden Villgrattener Thales in der oben beschriebenen Weise einen Eissee der Drau aufstaute, in dem die Schotter zum Absatz gelangten.

Auf der Süabdachung der Karnischen Hauptkette ist verhältnismäßig wenig Glacialschutt zu beobachten; nur die Dörfer Avoltri und Forni Avoltri, sowie Collina und Collinetta stehen auf Grundmoränen. Die letzteren bestehen fast ausschließlich aus Kalkschlamm und Kalkblöcken, welche aus dem Devon des Wolayer Gebietes stammen; der jüngere darauf lagernde Gehängeschutt wird von Culmschiefer gebildet, der die unmittelbare Umgebung zusammensetzt. Auch unterhalb von Dossoledo (Comelico Superiore) liegt eine wenig ausgedehnte Moräne. Ferner finden sich solche am Plöckenwirthshaus, der oberen Wolayer Alp, der Eggeralp, im Winkler Thal und im Bombaschgraben bei Pontafel sowie auf der Bodenalp unfern des Weifsensees. Durch das Auftreten dieser zerstreuten Grundmoränenreste werden einige der Regeln bestätigt, welche Penck aus seinen Beobachtungen in den Nordtiroler und Bayerischen Alpen abgeleitet hat.

1) „Die Längsthäler bergen mächtigere Grundmoränen als die Querthäler.“ In der That beobachten wir, daß — abgesehen von der Moränenentwicklung in den großen Längsthälern, — fast jede der wenig zahlreichen kleinen Längsfurchen in der schmalen Kette der Karnischen Alpen durch Ablagerung von Moränen gekennzeichnet ist. Hierher gehören die Blockanhäufung der oberen Wolayer-Alp, die Moränenhügel am Ausgange des Angerthales, auf denen das Plöckenwirthshaus steht, die Moräne im oberen Winkler Thal südlich vom Auernigg, sowie endlich die ausgedehnte Moränenbildung in der tektonischen Längsfurche der Egger- und Dellacher Alp.

2) Wo sich in den Querthälern Grundmoränen finden, liegen die letzteren in Erweiterungen, wo die Gletscherbewegung verlangsamt wurde (Bombaschgraben, Collina, Collinetta und Dossolledo).

Es darf hinzugefügt werden, daß die Moränenreste vorzugsweise dort liegen, wo ein Quer- und Längsthal sich vereinigt (Forni Avoltri, Plöcken, Wolayer Alp). Die erwähnten Glacialablagerungen sind großentheils die Denudationsrelikte der Grundmoränen aus der Zeit der letzten Vergletscherung. Nur die Moränen oberhalb des Plöckenhauses und im oberen Winkelthal am Auernigg zeigen deutlich den Charakter des Querwalles; hier könnte man also im Zweifel sein, ob die Bildung während einer Ruhepause des letzten Gletscherrückganges oder während einer kurzen postglacialen Vorstoßperiode erfolgt sei. Die mangelhaften Aufschlüsse in den Karnischen Alpen lassen keine bestimmte Entscheidung zu. Hingegen habe ich im Sommer 1892 in den östlichen Stubai Alpen einige Beobachtungen gemacht, welche die erstere Möglichkeit wahrscheinlich machen. Im Gschnitzer¹⁾, Obernberger und besonders deutlich im Ridnaunthal, weniger ausgeprägt im Pflersch und Stubai beobachtet man etwa in der Mitte des Thales eine scharf ausgeprägte Endmoräne und abwärts von derselben Grundmoränen in größerer Verbreitung auf dem Gehänge. In den drei erstgenannten Thälern hat die Endmoräne einen See aufgestaut, dessen horizontale Terrassen meist noch deutlich erkennbar sind. Das Vorkommen von Moränen im unteren Thalabschnitt läßt den Schlufs unabweisbar erscheinen, daß die große Endmoräne nur eine Ruhepause während des Rückzuges kennzeichnet, und es liegt nahe, die obige Erklärung auf ähnliche Bildungen im ganzen Gebiet der Ostalpen auszudehnen. — Daß die Spuren dieser Endmoränen meist durch jüngere Erosion oder Schuttanhäufung inmitten der Thäler verwischt worden sind, ist kein Wunder. Wenn in postglacialer Zeit noch Vorstöße von Gletschern stattgefunden haben, so blieben dieselben auf die höchsten Gebirgsgegenden beschränkt. So könnte der scharf ausgeprägte Mittelmoränenwall, der am Sandessee (am Fuße des Großen Tribulaun) in einer Höhe von 2300 m liegt, als Überrest eines solchen Vordringens aufgefaßt werden.

Die bisherigen Auseinandersetzungen über die Verbreitung der Glacialgebilde im westlichen Kärnten sind so gehalten worden, als ob nur eine einzige Vergletscherung unseres Gebietes stattgefunden hätte.

¹⁾ Fritz Kerner v. Marilaun (Die letzte Vergletscherung der Centralalpen im Norden des Brenner. Mitt. d. k. k. Geographischen Gesellschaft in Wien 1890, 5 u. 6. S. 325) folgert aus seinen Beobachtungen an der großen Trinser Moräne, daß das Stationärbleiben der Gletscher während des Rückzuges von kurzen Vorstößen unterbrochen wurde.

Da jedoch inmitten des Gebirges jedes neue Vorrücken der Gletscher im wesentlichen die Spuren der früheren Vereisung zerstört hat, können in der That die gesammten beschriebenen Glacialgebilde auf die letzte Eiszeit bezogen werden.

Die aus einer früheren Eiszeit stammenden Reste kommen in dem ziemlich ausgedehnten Gebiet nur ganz vereinzelt vor und sind zudem in ihrer Deutung unsicher, da klare Profile vollkommen fehlen. Die Beziehung auf eine ältere Vergletscherung beruht ausschließlich auf der petrographischen Beschaffenheit dieser zu einem harten Gestein verfestigten Nagelfluhen. Dieselben entsprechen höchst wahrscheinlich den „präglacialen Schottern“ von Mojsisovics und Harada. Am linken Ufer der Pontebbana beim „Dirnbacher“, steht in ziemlicher Ausdehnung eine mächtige Nagelfluhbildung an, die besonders riesige Blöcke von weißem karbonischen Quarzkonglomerat enthält und ihre Erhaltung der geschützten Lage in einem Knie des Baches verdankt. Wahrscheinlich ist diese Bildung als ein älterer Glacialshotter zu deuten. Die südlich von dem Orte Paularo (Caroj) liegende Hauptkirche hat zum Untergrund eine harte glaciale Nagelfluh, welche ebenso wie ein vereinzelt Vorkommen bei Glerus unfern Ligosullo wahrscheinlich einen alten Schuttkegel darstellt. Die letztere Bildung wurde wegen ihrer geringen räumlichen Ausdehnung kartographisch nicht ausgeschieden. Endlich beobachtet man im Drauthal südwestlich von Greifenburg bei Waisach einen schmalen Streifen von horizontal gelagerter harter Nagelfluh, der durch die ausgedehnten Moränen der Weisensee-Drauthalgegend überlagert wird.

4. Die Kare.

Die Einwirkung der Gletscher auf die Oberfläche des Gesteins ist auch insofern mit der eines Flusses vergleichbar, als neben der anhäufenden Thätigkeit ein Abschleifen, Ausfurchen und Verwittern der Oberfläche des Gesteins vor sich geht. Die am besten kenntlichen Erfolge seiner Thätigkeit hinterläßt der Gletscher in den Karen und Seen (vergl. S. 371).

Man versteht unter Karen die „kesselförmigen Nischen unter den Gebirgskämmen, welche nach rückwärts und nach den Seiten hin bogenförmig durch steile Wandungen geschlossen sind, während der flache Boden der Mulde nur nach vorn geöffnet ist und dort in der Regel ziemlich unvermittelt in einen Steilabsatz übergeht.“

„In den Hochalpen sind die meisten Kare heute noch von Firn und Eis erfüllt und erscheinen als die Wurzelstätten der großen Gletscher. Auch in den ehemals vergletscherten Gebieten fehlen die Kare nirgends, soweit nicht ihre wannenförmige Gestalt durch die einschneidende

Arbeit des fließenden Wassers wieder zerstört worden ist.“ (Aug. Böhm.) Das Kar ist, wie sich hieraus ergibt, eine durch die erodierende Kraft des Gletschereises erzeugte Oberflächenform.

Die Frage der Gletschererosion ist in letzter Zeit vielfach besprochen worden; nach den neuesten Experimenten und Beobachtungen kann jedoch wohl nur noch ein Zweifel über das grössere oder geringere Mafß der Bedeutung bestehen, welche derselben zukommt. Es ist mit Recht darauf hingewiesen worden, daß sogar weichere Stoffe (wie Gletschereis) unter hinreichendem Druck härtere Gebilde (Felsen) abzuschleifen vermögen. Jeder Geologe weiß, daß die Schärfe eines stählernen Meißels sich nach hinlänglich langem Gebrauch abnutzt; das schlagendste Beispiel ist die Abstumpfung der stählernen Schlittschuhkanten auf dem Eise.

Der Gletscher ist jedoch kein reines Eis; er wirkt auf seine Unterlage wie eine Feile, oder, besser gesagt, wie ein in schnelle Bewegung gesetztes Stück Holz, das vermittelst eingeschlossener Quarzsandkörner Löcher in harte Gesteine auszuhöhlen vermag. Es ist bekannt, daß die durchbohrten Steinwerkzeuge in dieser Weise hergestellt wurden, und daß man neuerdings die Bohrmethode des steinzeitlichen Menschen wieder „entdeckt“ hat.

Mit dieser mechanischen Arbeit des Gletschereises verbindet sich die chemische Verwitterung, über welche Blümcke und Finsterwalder neuerdings wichtige Mitteilungen veröffentlicht haben¹⁾. Die mannigfachen Druckänderungen, welche am Gletschergrunde vor sich gehen, bedingen ein häufiges Schmelzen und Wiedergefrieren des Eises, und die genannten Forscher haben durch exakte Experimente und Messungen nachgewiesen, daß jedes derartige Verflüssigen und Gefrieren einen Materialverlust des betroffenen Gesteins zur Folge hat. Ob die unter dem Gletscher vor sich gehende Verwitterung des Gesteines „mit der oberflächlichen Verwitterung der Felsen infolge der Temperaturschwankungen einen Vergleich aushalten kann, entzieht sich natürlich genauer Schätzung“ (vgl. S. 443). „Sicher ist nur das eine, daß diese Druckänderungen dort am häufigsten eintreten, wo die Bewegung am gestörtesten ist, namentlich an dem oberen Ende der Gletscherzunge bei dem Übergang ins Firngebiet, wo die von allen Seiten der Mulde radial zusammenströmenden Eismassen einer gemeinschaftlichen Strömungsrichtung im Thalweg sich anbequemen müssen.“ Ein Vergleich mit der oben angeführten Begriffsbestimmung der Kare lehrt, daß die

¹⁾ Zur Frage der Gletschererosion. Sitzungsberichte d. mathematisch-physikalischen Klasse der K. Bayer. Akad. der Wiss. 1890. Bd. XX Heft 3 S. 435 ff.

Stelle, wo die häufigen Druckänderungen eintreten, ebendieselbe ist, an der die Kare sich gebildet haben.

Die regelmäfsigste Gestalt besitzen die Kare in den nördlichen, regelmäfsig geformten Querthälern des oberen Lessachgebiets. Dieselben sind in dem gleichförmig zusammengesetzten Schiefer ausgehöhlt und liegen fast sämtlich an der Ursprungsstelle der Thäler. Solcher Art ist der Beginn des Hollbrucker, Leiten-, Rab-, Winkler- und Luggauer Thales¹⁾: Ein Circus mit flachem Boden und zuweilen (Leitenthal) einem kleinen See, dann eine Thalstufe mit Rundhöckern und ein steiler Abfall zum Mittellauf. Der Absturz ist zuweilen — vor allem im Luggauer Thal — so steil, dafs er dem Verkehr ernsthafte Schwierigkeiten bereitet. Nur zuweilen ist das Kar — der oben gegebenen Begriffsbestimmung entsprechend — seitlich in das Gehänge eingeschnitten, so am Heret (Roßkar) und Widderschwin. Insbesondere ist das Roßkar ein typisches, wohlerhaltenes Kar in hartem, grünem, schwer verwitterndem Quarzitgestein. Der flache Boden ist vollkommen mit einem Gewirr von Moränenblöcken bedeckt, und die Wände sind in fast ursprünglicher Steilheit erhalten.

Vielfach handelt es sich im Gebiet der Karnischen Hauptkette allerdings um die Aushöhlung präexistierender Einschnitte, nicht um selbständige Bildung von Hohlformen. Die Kare liegen häufig an Stellen, wo infolge normaler Wechsellagerung (der erloschene See im Winkler Thal, vgl. S. 372) oder infolge von Gebirgsstörungen Gesteine verschiedener Härte, etwa Kalk und Schiefer, unmittelbar aneinander grenzen: der Boden des Kars besteht dann meist aus dem weicheren Gestein, während die Wände aus Kalk zusammengesetzt sind.

Am genauesten entspricht die Oberflächenform der geologischen Zusammensetzung an dem Würmlacher Alp²⁾. Diese unmittelbar südlich von Mauthen gelegene tiefe Einsenkung erstreckt sich, abweichend von den übrigen Thälern, im Sinn der Längsrichtung des Gebirges und gliedert sich sehr deutlich in zwei Terrassen. Die im Norden vorgelagerte Wand besteht aus grauem massigem Korallenkalk des Devon, das Südgehänge aus rötlichen silurischen Kalkbänken. Der untere Thalboden und der Anstieg zur oberen Stufe liegen ganz im

1) Die Spezialkarte 1:75000 giebt die bezeichnenden Karformen oft recht unvollkommen wieder. So besitzt das Schönthal ein typisch entwickeltes, wenn auch kleines Endkar, dessen Formen die Geländedarstellung in keiner Weise Rechnung trägt. Allerdings gehört Sillian-S. Stefano zu den ältesten, sehr mangelhaft aufgenommenen Blättern der Spezialkarte.

2) Das Würmlacher Alp, aus welchem der westliche Zufluss des Krefsbacher fließt, liegt unterhalb der Elferspitze. Zu unterscheiden davon ist die östlich gelegene Würmlacher Alp, NO vom Lauecheck.

Schiefer, dessen Grenzen fast genau mit dem Fusse der Wände zusammenfallen; auf dem oberen Thalboden besteht nur noch eine wenig ausgedehnte Fläche aus Schiefer. Hier hat die Erosion des Eises und vor allem die spätere Verwitterung bereits tief in die Kalkwände des Pollinigg eingegriffen. Deutlicher als auf der Würmlacher Alp tritt das Vorhandensein einer selbstthätig erodierenden Kraft in den beiden typisch ausgeprägten Karen hervor, welche zwischen Kollin- und Cellonkofel in geringer Entfernung vom Plöckenwirthshaus gelegen sind. Auch hier bot eine in den devonischen Korallenkalken eingefaltete Schieferzunge der Verwitterung den ersten Angriffspunkt; aber diese ursprünglichen Hohlformen wurden von den nach Norden und Süden abfließenden Gletschern in selbständiger Weise weiter ausgearbeitet.

Eine in jeder Hinsicht typische Gestalt besitzt das Eiskar, welches ungefähr auf halber Höhe zwischen dem Valentinthal und der Spitze des Kollinkofels nischenartig in die Wand des devonischen Riffkalks, also in ein gleichförmiges Gestein, eingeschnitten ist. Dasselbe enthält noch jetzt den einzigen echten Gletscher der Karnischen Alpen, ein winziges Gebilde von $\frac{1}{4}$ km Breite und kaum $\frac{1}{2}$ km Länge, das seine Entstehung den von der Kellerwand und dem Absturz des Kollinkofels hinabgleitenden Schneemassen verdankt. Ein eigentliches Firnfeld fehlt daher vollkommen. In manchen Jahren, so in dem schneereichen Sommer 1888, apert kaum der unterste Teil des Gletschers aus¹⁾, in anderen Jahren, so 1889, war derselbe trotz seiner gegen Sonnenbestrahlung geschützten Lage fast gänzlich schneefrei.

In dem klaren bläulichen Eise sind überaus zahlreiche, wenn auch feine Radialspalten sichtbar. Querrisse fehlen dagegen fast vollkommen; der Neigungswinkel der Oberfläche ist unbedeutend.

An dem allgemeinen Rückzug der ostalpinen Eisströme ist auch unser Gletscherchen beteiligt; in geringer Entfernung von dem Ende des Eises erhob sich im Herbst 1889 ein typisch ausgeprägter, ungefähr 8 m hoher Endmoränenwall.

Das Eiskar besitzt große Ähnlichkeit mit dem nördlichsten Gletschergebilde der deutschen Alpen, dem Blau eis am Watzmann. Die Entstehung aus herabgefallenen Schneemassen — das Fehlen einer eigentlichen Firnmulde ist beiden gemeinsam; nur ist, entsprechend der verschiedenen geographischen Lage, die Schneegrenze verschieden. Das Eiskar liegt in etwa 2300 m Höhe und der im Süden aufragende, $1\frac{1}{2}$ km lange Grat besitzt durchschnittlich 2800 m Höhe; oberhalb des Blau eis misst die höchste Spitze nur 2600 m.

1) „Ausapern“ (von *aperire*) bedeutet das Abschmelzen des Schnees.

5. Die Seen und ihre Entstehung.

Durch zahlreiche neuere Arbeiten ist der Nachweis erbracht worden, daß die Entstehung der Mehrzahl aller Seen auf eine frühere Vergletscherung zurückzuführen ist. Auch in unserem Gebiet sind die Seen mit Ausnahme einer verschwindenden Minderzahl durch Gletscher erodiert, durch glaciale Ablagerungen aufgestaut oder als Wasseransammlungen auf der unebenen Moränenoberfläche zu deuten. Die Hauptkette der Karnischen Alpen ist im allgemeinen ziemlich seenarm, und auch die Anzahl der zugetorften, entwässerten oder mit Sedimenten ausgefüllten Seen ist nicht eben bedeutend.

a) Die Seen glacialer Rotation und Korrasion.

Inmitten einer grofsartigen Hochgebirgslandschaft, am Südfufse der Kalkwände des Monte Coglians und des Seekopfs, liegt, 1997 m hoch, der Wolayer See. (Man vergleiche den Kupferlichtdruck in der Zeitschrift des Deutsch-Österreichischen Alpenvereins 1890.) Im Norden und Nordosten dehnen sich die grünen Matten des Rauchkofels und Maderkopfes aus. Der nur $\frac{1}{4}$ qkm grofse See liegt vollkommen auf Kalkuntergrund; man versteht kaum, wie sich in einer überall von Spalten und Klüften durchsetzten Gebirgsart eine gröfsere Wassermenge in so bedeutender Höhe zu erhalten vermochte. Die frühere Eisbedeckung, deren Spuren man in schönen Gletscherschliffen auf dem anstehenden Silurschiefer nördlich vom See wahrnehmen kann, liefert den Schlüssel zur Erklärung.

Der See liegt auf einem, an sich nicht sehr erheblichen Querbruch, welcher die Schichten des Westufers um $\frac{1}{2}$ – $\frac{1}{3}$ km nach Süden verschoben hat. Dieser Störung entspricht die tiefe Einschaltung des Kalkgebirges, durch welche der Weg nach Collina hinüberführt. Eine Verwerfung vermag der Verwitterung also auch dann einen Angriffspunkt zu bieten, wenn das Gestein jederseits dasselbe ist. In der Gegend des Wolayer Sees bestand wohl schon vor der Eiszeit eine Vertiefung, und die Eismassen, welche infolge des Zusammenfließens von verschiedenen Seiten in eine rotierende Bewegung gerieten, höhlten dieselbe weiter aus. Der Gletscherschlamm, welcher in Folge des nördlichen Angrenzens von Schiefen grofsenteils thonige Beschaffenheit besafs, verstopfte die Spalten des Kalkgebirges und verhinderte einen unterirdischen Abflufs.

In ähnlicher Weise ist offenbar der kleine Stuckensee gebildet worden, welcher in gleicher Höhenlage im obersten Abschnitt des Leitenthales inmitten einer wohlausgeprägten Rundhöckerlandschaft liegt. Auch hier ist der Einflufs der Gesteinsbeschaffenheit auf die Seenbildung unverkennbar. Ein Riegel festerer quarzitischer Gesteine

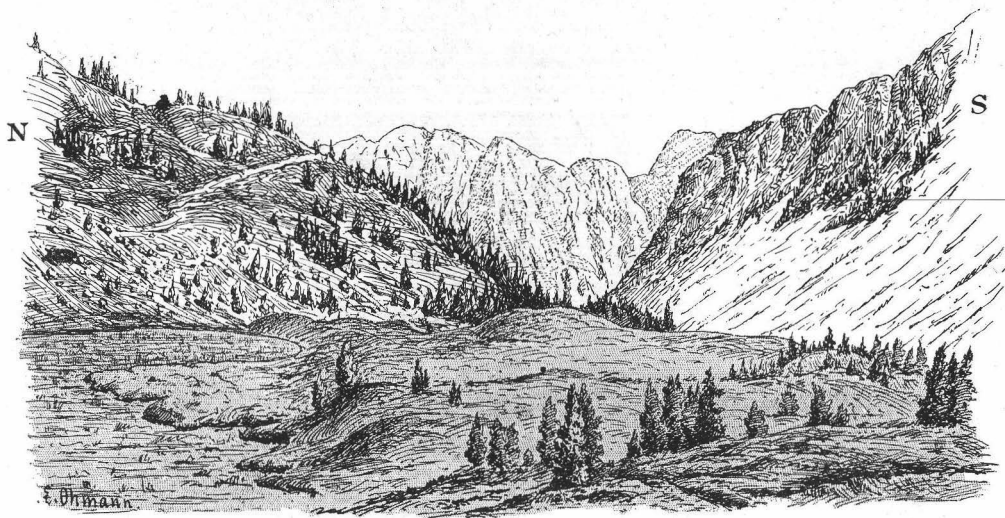
durchzieht unterhalb des Sees das Thal, und die zusammenströmenden Gletscher haben oberhalb dieser Schwelle in dem weicheren Thonschiefer das flache Becken, ein weites Kar, ausgeschaufelt. Weiter aufwärts liegt inmitten der Rundhöcker noch ein zweiter, auf der Karte nicht eingezeichneter Tümpel.

Noch deutlicher tritt der Einfluß der Gesteinsbeschaffenheit in den beiden Seen des bei Kartitsch mündenden Winkler Thales zu Tage, deren einer allerdings bereits erloschen ist. Das Thal wird von zwei Kalkzügen gekreuzt, die in ihrer stratigraphischen und tektonischen Stellung verschieden sind, aber den gleichen Einfluß auf die Oberflächenformen ausgeübt haben. Beide durchsetzen als scharf ausgeprägte Querriegel das Thal; der schneeweiße, beiderseits von dunkeln Schiefeln begrenzte silurische Marmorzug im Norden, dessen steiler Absturz auf einer schräg aufsteigenden hölzernen Stiege überschritten wird, ist einer der typischsten Felsriegel, die man sich denken kann. Die devonische Kalkfalte des Obstoanser¹⁾ Sees keilt unmittelbar westlich von dem letzteren aus und bildet daher ein weniger bemerkbares Hindernis.

Oberhalb der beiden Riegel findet sich je ein kleines Becken, und ein Gegner der Glacialerosion könnte die Behauptung aufstellen, daß das fließende Wasser in irgendwelcher Weise die Hohlformen geschaffen habe. Jedoch widerlegt sich diese Anschauung von selbst angesichts des Umstandes, daß das tiefere Becken „ob Stoans“ (zwischen 1900 und 2000 m) bereits vollkommen durch den zusammengeschwemmten Schutt ausgefüllt worden ist und jetzt eine vollkommen ebene, von Wiesen bedeckte Alluvialfläche bildet. Der höhere Obstoanser See (zwischen 2200 und 2300 m) verdankt seine bisherige Erhaltung dem Umstand, daß in größerer Höhe die Erosion und Akkumulation weniger energisch arbeitet.

Der Zollner See (1700 m) südlich von Dellach, drei kleine Seen südlich vom Monte Terz bei Tischlwang, und das zugetorfte Becken des Nafsfeldes (1525 m) bei Hermagor (vergl. die Tafel XV) ähneln in bezug auf ihre Lage inmitten höherer, unmittelbar ansteigender Berge den soeben beschriebenen Becken und dürften wie diese durch glaciale Rotation entstanden sein. Auch ein kleiner, auf der Karte nicht angegebener See südlich vom Monte Dimon (Tischlwang) gehört

¹⁾ Die Spezialkarte trägt einen der vielen unrichtig geschriebenen Ortsnamen „Obstanzer See“. In der Sprache der Umwohner lautet die Bezeichnung ganz deutlich ob Stoans, „oberhalb des Steines“, und mit demselben Namen belegt man die (auf der Karte namenlose) Wiesenfläche. In beiden Fällen ist offenbar die den See begrenzende Kalkwand als der „Stoan“ angenommen.



Nach einer Photographie von Prof. K. Müller.

Das Nafsfeld bei Pontafel.

Die Glacialbildungen sind dunkel gehalten. Rechts im Vordergrund die Rundhöcker (auf karbonischem Konglomerat) des Nafsfeldgletschers. Links der alte zugetorfte Seeboden des Nafsfeldes.

demselben Typus an. Jedoch hat hier nicht die Verschiedenheit des Gesteins bei der Entstehung mitgewirkt, vielmehr liegen sowohl der Zollner See wie das Nafsfeld in durchaus gleichartigen Gesteinen. An dem sumpfigen Zollner See hat die intensive Verwitterung des Silurschiefers und die Vegetation die glacialen Oberflächenformen etwas verwischt. Hingegen finden sich südlich vom Nafsfeld bezeichnende Rundhöcker, und die Form eines Kares mit weniger steil geneigten Wänden ist deutlich ausgeprägt. Die weitere Bahn des Gletschers wird im oberen Winkler Thal und im Bombaschgraben durch Moränenreste gekennzeichnet.

Bei einer anderen Gruppe kleiner Hochgebirgsseen, die im anstehenden Gestein auf abgeflachten Kämmen oder Terrassen liegen, kann die Entstehungsursache nur glaciale Korrasion, d. h. die einfache Ausschürfung durch Gletscher sein. Auf einer Terrasse südlich von der Elferspitze (Plöcken), in einer Höhe von 2000 m, liegen fünf kleine flache Tümpel. Auf oder unmittelbar unterhalb der Höhe des Kammes findet man zwei kleine Becken nördlich vom Collen Diaul (nahe dem Zollner See) sowie ein kleines Wasserbecken südlich vom Promoser Jöchel (Plöcken). Das letztere liegt auf der Grenze zwischen oberdevonischem Kalk und Culmschiefer in dem letzteren. In diesem Fall hat der Gletscher seine erodierende Kraft unterhalb des härteren Gesteins entfaltet, während der Obstoanser See oberhalb des Kalkriegels ausgehöhlt worden ist. Am Promoser See verhinderte die unmittelbare Nähe des Kammes die Bildung eines aufwärts gelegenen Beckens.

In ähnlicher Weise ist ein ehemaliger, jetzt abgezapfter und zugertorfter kleiner Hochgebirgssee nördlich vom Findenig-Kofel (Paularo) an die Gesteinsgrenze gebunden. Hier bestand an der Stelle, wo Silurkalk und Oberkarbon durch eine gewaltige Verwerfung neben einander gerückt sind, schon vor der Eiszeit in dem Kalkstein eine durch chemische Auflösung geschaffene Vertiefung, die dann durch Gletscherwirkung weiter ausgehöhlt wurde.

b) Die Glacialschuttseen.

In anderer Weise läßt sich der Ursprung einer weiteren Gruppe kleiner Seebecken auf die ehemalige Vergletscherung zurückführen. Die Glacialschuttseen verdanken ihre Entstehung der Ansammlung von Wasser in den unregelmäßigen Vertiefungen auf der Oberfläche von Moränen. Ein solches Gebilde ist der flache Eggersee, der fast ganz von Moränen umgeben ist und einer baldigen Vertorfung entgegengieht. Verschiedene kleinere Tümpel sind diesem Schicksal bereits erlegen, wie man auf dem Wege vom See zur Egger-Alp beobachten kann. Die flachen Wiesen und Moore auf der Hochfläche von Seltschach,

die so zahlreiche Spuren von Glacialwirkung erkennen läßt, dürften ebenfalls als erloschene Glacialschuttseen anzusprechen sein.

Einer ganz anderen Gruppe von Seen gehören die Abdämmungsbecken an, deren Entstehung auch zum großen Teil in die Eiszeit zurück zu verlegen ist.

c) Abdämmungsseen der Eiszeit.

(Der erloschene Bladener See, Valle Visdende, Weifsensee.)

Schon etwas außerhalb der Grenzen des engeren Gebietes der Karnischen Hauptkette liegt Bladen (Sappada), dessen alte See- und Schotterbildungen wegen ihres allgemeinen Interesse hier kurz besprochen werden mögen. Wer von Forni Avoltri durch das Aqualena-Thal nach Cima Sappada emporgestiegen ist, wird überrascht sein, hier 1300 m hoch im Gebirge eine vollkommen ebene, wiesenbedeckte Fläche von fast 1 qkm Ausdehnung zu finden. Das Vorhandensein eines alten Seebodens, das man zunächst anzunehmen geneigt ist, scheint durch die Oberflächenformen der heutigen Berge in keiner Weise gerechtfertigt zu sein. Doch löst sich das Rätsel, sobald man die Aufschlüsse am Weg nach dem Hauptorte des Hochthals untersucht: Der Schuttkegel eines verhältnismäßig kleinen, am Hobolt entspringenden Wildbachs, des Eckergrabens¹⁾, hat in längst vergangener Zeit den Zözbach (Torrente Sesis) zu einem See aufgestaut. Der Schuttkegel, dessen äußere Umrisse noch erkennbar sind, erfüllte einst das ganze Thal bis zum jenseitigen Ufer und gehört seiner Entstehungszeit nach wohl der letzten Abschmelzperiode der großen Gletscher an; die mit Moränen und Glacialschotter bedeckten Abhänge waren damals gegen die Wirkungen verheerender Hochwasser durch keinerlei Vegetationsdecke geschützt und entsandten selbst aus wenig umfangreichen Quellgebieten gewaltige Muhren ins Thal.

Das abgedämmte Seebecken wurde von dem Zözbach allmählich mit horizontal gelagertem Sand und Schotter²⁾ angefüllt, bis das Wasser überfloss, den Schuttkegel allmählich durchnagte und teilweise zerstörte; jetzt ist der Zözbach bereits mit der Erosion des früher aufgehäuften Seealluviums beschäftigt. Ein anderer durch ähnliche Wildbäche aufgestauter, jetzt erloschener kleinerer See liegt halbwegs zwischen Cima Sappada und Forni Avoltri. Das Hauptthal von Bladen ist ebenfalls vollkommen mit verschiedenartigen Schotterbildungen ausgefüllt, die Kirche von Granvilla steht auf einem alten Schuttkegel.

¹⁾ Derselbe mündet zwischen den Weilern Cretta und Ecke und ist auf der G. St. K. nicht mit Namen bezeichnet.

²⁾ Dieselben sind am Wege zwischen Bladen und Cima Sappada in etwa 25 m hohen Wänden aufgeschlossen.

Ausgedehnter als das eben beschriebene ist das alte Seebecken des Valle Visdende, dessen ausgedehnte Schotterterrassen und tief eingeschnittene Erosionsrisse sogar auf dem sonst ziemlich mangelhaft gezeichneten Blatt Sillian-S. Stefano deutlich hervortreten. Die Entstehung einer Thalerweiterung im Herzen des Gebirges ist auf das ausgedehnte Vorkommen von leicht verwitternden Grödener Sandsteinen zwischen den harten paläozoischen Schiefern und den Triasdolomiten zurückzuführen. Die Ausschürfung des beim Eintritt der Eiszeit stark zersetzten Gesteins dürfte im wesentlichen durch Eis erfolgt sein; wenigstens ist der südlich gerichtete Abfluskanal, der Torrente Cordevole, so schmal, daß ein Wassertransport des gesamten erodierten Materials auf diesem Wege unmöglich erscheint.

Die Aufdämmung des Sees erfolgte — wohl gegen Schluß der Eiszeit — dadurch, daß der schmale Abfluß durch einen Damm irgendwelcher Art verstopft wurde. Ob — was am wahrscheinlichsten ist — eine Endmoräne, ob ein Bergsturz oder ein Schuttkegel das Hindernis gewesen ist, kann bei dem vollkommenen Fehlen irgendwelcher Bildungen derart im Torrente Cordevole nicht mehr ausgemacht werden. Jedenfalls beweist die Ausdehnung und Mächtigkeit der Seeterrassen, daß zur Ausfüllung des Beckens ein beträchtlicher Zeitraum erforderlich war. Nach Ausfüllung des Beckens floß das Wasser über, entfernte zunächst das Hindernis aus dem Abzugskanal und schnitt sich dann tiefer und tiefer in die Terrassen ein. Die einzelnen Stadien der Entwässerung lassen sich noch an den niedrigeren, weniger ausgedehnten Terrassenbildungen wahrnehmen. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß den Bewohnern des Valle Visdende die Anschauung, daß sie auf altem Seeboden wohnen, ganz geläufig ist. Trotzdem kann es sich angesichts des bedeutenden Betrages der bereits geleisteten Erosionsarbeit nicht um ein Ereignis der jüngeren Vergangenheit handeln.

Verwickelterer Art sind die Vorgänge, welche während der Eiszeit die Bildung des Weifensees bedingt haben. Vergleicht man die Breite des moränenbedeckten, in westlicher Richtung zur Drau führenden Thales mit der geringen Ausdehnung der heutigen ostwärts gerichteten Erosionsrinne, erwägt man ferner, daß das einzige Vorkommen anstehenden Gesteines in dem ersteren 100 m unter dem heutigen Seespiegel liegt, so erscheint die Annahme einer früheren nach Westen zu erfolgten Entwässerung des Weifensee-Thales sehr naheliegend. Dasselbe war vor Beginn der Eiszeit, wie die meisten Alpenthäler, wahrscheinlich bis hoch hinauf mit Alluvialgebilden erfüllt, die der Gletscher aufwühlte und fortschaffte.

In östlicher Richtung gabelte sich der Eisstrom; der eine Arm

floss nach Nordosten in das Drauthal, der andere nach Südosten in das Gebiet der Bodenalp, wo er auf der Wasserscheide seine Moränen abgelagerte (1242 m). Aus der Breite der Wasserscheide, auf welcher sich ein kleiner See befindet, läßt sich schliessen, daß der Gletscher hier irgendwelche Veränderungen in den Abflussverhältnissen hervorgerufen habe, wie das auch beim Eggersee, am Fusse des Poludnigg südlich von Hermagor und in großartigerem Mafsstab im Ursprungsgebiet der Wurzener Save und des Gailitzbaches der Fall war. (Vergl. S. 362.)

Bei seinem Rückzug lagerte der Gletscher die ausgedehnten Moränen im Osten des Weifensees ab; dieselben erstrecken sich bis auf die Pafshöhe des Kreuzberges (1096), von dort in großer Ausdehnung hinüber in das Drauthal, und setzen im Süden nach kurzer Unterbrechung durch anstehendes Gestein weiter in das Gitschthal fort. Als der Gletscher nicht mehr in das Gitschthal hinüberfloss, lagerte er die Gesamtmasse des Schuttes im westlichen Teile des Weifensee-Thales ab. Die Höhe der westlichen Moräne ist noch jetzt größer als diejenige der Gebirgsschwelle, welche die Einsenkung des Weifensees im Osten begrenzt, und war früher offenbar noch bedeutender. Es ergibt sich schon hieraus, daß die Schmelzwässer ihren Abfluß nicht mehr wie vor dem Eintritt der Eiszeit im Westen, sondern im Osten gesucht haben. Dieselben ergossen sich über die schmale Schwelle in das Thal des Tschernieheimbaches und sägten sich tiefer und tiefer ein. Es dürfte hierdurch auch die nachträgliche Senkung des Wasserspiegels erfolgt sein, auf welche das Vorhandensein ziemlich ausgedehnter, terrassenartiger See-Alluvien am Ost- und Westende hinweist. Dieselben können nicht durch einfließende Bäche angehäuft sein; denn im Westen mündet nur ein kleiner Bach, welcher am Fusse der Moräne entspringt. Sonst erhält der See keinen Zufluß aus dieser Richtung. Die Moräne selbst bildet die Wasserscheide gegen die Drau; wäre sie nicht vorhanden, so würden die Wässer des Weifensees unzweifelhaft in dieser Richtung abfließen.

In vielen Beziehungen bildet der Achensee ein Analogon zum Weifensee; auch dieser ist ein vom Hauptthal aus durch Moränen aufgedämmter Nebenbach, der jetzt in einer der früheren entgegengesetzten Richtung abfließt.

d) Der Presseker See bei Hermagor.

Anhangsweise mag in diesem Zusammenhang die Entstehung des einzigen im Gailthale selbst liegenden Sees besprochen werden, dessen Bildung der jüngsten geologischen Vergangenheit angehört. Derselbe stellt eine eigentümliche, bisher wohl kaum beobachtete Modifikation

eines „Schuttkegelsees“ dar. Unterhalb, nicht wie es sonst der Fall zu sein pflegt, oberhalb eines in das Hauptthal hineingebauten Schuttkegels ist ein neuer See entstanden. Die südöstlich von Hermagor liegende moränenbedeckte Hochfläche von Egg bildet den Ausläufer der Phyllitberge südlich des Gitschthales und ist von diesen nur durch einen schmalen Erosionsrifs, den heutigen von Hermagor nach Süden gewandten Lauf des Gössering- (= Gitsch-) Baches, getrennt. Einst floss der letztere in dem breiten, nördlich der Egger Hochfläche gelegenen Thal in östlicher Richtung zur Gail ab. Das Gefälle auf dieser Thalstrecke war infolge des massenhaft von Norden herabgeführten Gehängeschuttes sehr gering; es bedurfte somit nur eines geringen Anlasses, um eine Verlegung zu bewirken. Östlich von Hermagor kommt aus dem Moränengebiete von Radnig der überaus geschiebene Fellbach herab; der bis an das südliche Gehänge reichende Schuttkegel desselben hat, wie eine aufmerksame Betrachtung der Gegend lehrt, den Gösseringbach abgelenkt und zum Ausweichen nach Süden gezwungen. In dem durch die Absperrung gebildeten toten Arme des Gössering blieb nun der sumpfige Presseker See zurück. Seine Erhaltung wurde wesentlich dadurch begünstigt, daß die vor der alten Gösseringmündung vorbeifließende Gail ihr Bett durch Geschiebeablagerung fortwährend erhöht und somit eine Ableitung des Sees verhindert.

Trotzdem sind die Tage des Sees gezählt, da sowohl die Torfbildung, wie zwei von Norden her vorrückende Schuttkegel ständig an der Zuschüttung arbeiten.

Ein langgestrecktes, jetzt ganz erloschenes, zugetorfes Seebecken zwischen Maglern und Draschitz hängt ebenfalls mit der postglacialen Stromgeschichte der Gail zusammen, entstammt aber einer älteren, etwa mittelalluvialen Periode. Der alte Seeboden liegt etwa 90 m über dem jetzigen Spiegel der Gail, während die benachbarten Moränen von Hohenthurm noch 40 m, diejenigen bei Seltschach noch 100 m höher liegen. Die Gail oder wenigstens ein Arm derselben floss einstmals südlich von Feistritz über Achomitz, Dreulach, Draschitz nach Maglern, von wo ab das heutige Gailbett dem alten Gaillauf folgt. Das heutige breite Gailbett wurde erst später ausgetieft. Die Längseinsenkung ist überaus deutlich ausgeprägt und besitzt fast durchweg die gleiche Höhenlage: Achomitz 624 m, Draschitz 626 m. Verschiedene Schotterterrassen deuten auf mannigfache Niveauverlegungen hin. Zu einer Seebildung ist es in diesem westlichen Abschnitt wohl kaum gekommen, da bei Dreulach ein Erosionsrifs nach Norden durch die Moränenablagerungen hindurch leitet. Jedoch entspricht eine Terrasse oberhalb von Draschitz ungefähr der Höhenlage des zwischen

dem genannten Orte und Maglern liegenden Sees. Derselbe wurde durch seitliche Schuttbildung aufgestaut und dann allmählich teils durch Alluvionen, teils durch Torfbildung angefüllt. Jetzt liegt die Oberfläche des Torfes 10 m höher als der Ort Draschitz (626 m).

III.

Die jüngste geologische Vergangenheit und ihre Einwirkung auf die Oberflächenformen.

1. Erosion und Thalbildung im Gail- und Drauthal.

Der Anblick, den die Alpen nach dem letzten Rückzug der großen diluvialen Eismassen boten, entspricht, wenn man großes mit kleinem vergleichen will, dem Bilde, welches ein eben vom Gletscher verlassener Thalboden gewährt: Flach gelagerter Glacialschotter und ein wirres Haufwerk von Moränenblöcken mit zwischenliegenden unregelmäßigen Vertiefungen erfüllte die Thäler. Kahl und schroff, ohne Spur einer Vegetationsdecke erhoben sich die abgeschliffenen Felswände und die Spitzen, welche von dem Eismeer unberührt geblieben waren. Die Erosion des fließenden Wassers arbeitete in demselben Maße, wie der Gletscher zurückwich, an der Einebnung und Fortschaffung der in den Thälern aufgehäuften Schuttmassen, die chemische und mechanische Verwitterung an der Abtragung und Erniedrigung der freiliegenden und der durch Erosion freigelegten Felsen. Das Endergebnis der Erosion war je nach der Beschaffenheit des Untergrundes verschieden. Im oberen Gailthale sind, wie ein Blick auf die Karte zeigt, die gesamten Ablagerungen der Diluvialzeit fortgeschafft. Im Lessachthal konnte sich hingegen auf der festen Felsterrasse eine Anzahl von Denudationsrelikten der Glacialschotter erhalten, die zum Teil nicht unbeträchtlichen Umfang besitzen (Wodmeier, St. Lorenzen, St. Jakob), und von einander durch die Cañons der Nebenthäler getrennt sind. Hier hat sich trotz der langandauernden Erosionsarbeit der Gail noch kein auch nur annähernder Gleichgewichtszustand ausgebildet: fortwährend stürzt der durch den Fluß unterwaschene Schotter nach und bewirkt so unausgesetzt Abschwemmungen und Zerstörungen des spärlichen Ackerlandes.

Die gewaltigen Schutt- und Sandmengen, welche den Unterlauf des Flusses erhöhen und die Gailregulierung zu einer wahren Sisypusarbeit machen, stammen zum guten Teil aus dem Lessachthal. Ähnliche Schwierigkeiten bereitet die lebhaftere Erosion dem Verkehr. Die tiefeingerissenen „16 Gräben“ des Lessachthales sind in Kärnten sprichwörtlich; bei jedem derselben führt die Thalstrafe 100—200 m hinab, um auf der anderen Seite mühselig wieder emporzuklimmen.

Selbstverständlich arbeitet der Fluß darauf hin, den Höhenunter-

schied zwischen den beiden Thalabschnitten allmählich auszugleichen; der 2 km lange Einschnitt zwischen Mauthen und Wezmann ist von der rückschreitenden Erosion aus der oberen Thalterrasse seit Schlufs der Eiszeit herausgearbeitet worden.

Die langgestreckte Kette der Karnischen Alpen mit ihrer einheitlichen Kammlinie bedingt ein regelmässiges Abfliefsen der Gewässer nach Norden und Süden. Die Form des Querthales ist also bei weitem vorherrschend und viel regelmässiger ausgebildet, als man bei der Mannigfaltigkeit der Gesteinszusammensetzung erwarten sollte. Nur im Dolomitgebirge haben die Nebenthäler einen bei weitem unregelmässigeren Verlauf als im Schiefer. Trotz des geradlinigen Verlaufs des tektonischen Längsthalcs Fella-Save bedingt die regellose Zerklüftung des Dolomites, in dem die Wasserzirkulation teilweise unterirdisch erfolgte, mannigfaltige Abweichungen von den Grundformen des Querthales.

Die Beschaffenheit der Nebenbäche und die Masse des Schuttes, welcher ihre Thäler erfüllt, steht in unmittelbarer Abhängigkeit von dem Erosionsstadium, in welchem sich das Hauptthal befindet. Im oberen Lessachthal, insbesondere auf der Strecke Kartitsch — Ober-Tilliach sind die oberflächlich von Gehängeschutt bedeckten Glacialablagerungen ziemlich unverändert liegen geblieben; die Nebenbäche münden daher ohne irgendwelchen steileren Absturz eben in das Hauptthal aus. Infolge des geringen Gefälles haben sie nicht die Kraft besessen, den auf den Gehängen durch die fortschreitende Verwitterung aufgehäuften Schutt zu entfernen; die geologische Karte zeigt daher bis Maria Luggau hinab eine bedeutende Ausdehnung dieser oberflächlichen Gebilde. Von dem genannten Dorf an nimmt der Cañon des Gailflusses mehr und mehr an Tiefe zu. Die erodierende Kraft der Nebenbäche wächst dem entsprechend und hat bereits an der Mündung in das Hauptthal den Gehängeschutt überall fortgeschafft; auch weiter oberhalb sind die Schuttmassen dann weniger mächtig und weniger zusammenhängend (Frohn-, Niedergailthal). Das am unteren Ende der oberen Thalterrasse mündende Valentinthal enthält nur vereinzelte und wenig zusammenhängende Reste von Gehängeschutt.

Weiter abwärts ist das Hauptthal stark ausgetieft und die Nebenbäche endigen daher mit einem mehr oder weniger deutlich ausgeprägten Abfall von 200 m durchschnittlicher Höhe. Die Bäche des Gailthales zeigen somit überall die drei typischen Grundbestandteile eines Wasserlauf-Schemas: Sammeltrichter, Abzugsrinne und Schuttkegel. Gefälle und Erosionskraft sind viel bedeutender als im oberen Thalgebiet. Dem entsprechend beobachtet man nirgends in den Nebenthälern vom Kronhofbach (Mauthen) bis zum Bistrizza-Graben (Achomitz)

ein ausgedehnteres Vorkommen von Gehängeschutt; derselbe erfüllt das Hauptthal in Gestalt von Schuttkegeln.

Die kürzeren und von vornherein mit steilerem Gefälle versehenen Nebenbäche der nördlichen Gailthaler Kette sind überall auch im oberen Lessachthal frei von Gehängeschutt. Sie zeigen viel häufiger Wildbachcharakter als die Nebenflüsse des Südgehänges und haben daher in höherem Maße zur Entstehung von Schuttkegeln Veranlassung gegeben. Die schönste Ausbildung zeigt der Kegel, auf welchem das große Dorf Ober-Tilliach liegt. Weiter abwärts zwischen Liesing und St. Jakob ist der ehemals breite und zusammenhängende Thalboden durch die Erosion der Haupt- und Nebenbäche so tief ausgefurcht, daß die Vorbedingung zur Entstehung von Schuttkegeln fehlt. Unterhalb von Mauthen, wo sowohl im Norden wie im Süden die Nebenthäler jetzt schutfrei sind, ist das erodierte Material in Form von Kegeln in das Hauptthal hinein gebaut. Der ausgedehnteste dieser Kegel, ein wahres Prachtexemplar in seiner Art, liegt westlich von Reifsach. Die leicht verwitternden Triaskalke des steil aufragenden Reifskofels treten überaus nahe an das Thal heran und werden von einer breiten Zone des ebenso rasch zersetzbaren Grödener Sandsteins im Süden begrenzt. Die Geröllhalde, welche den unzugänglichen Südabsturz des Reifskofels umsäumt, läuft ohne Unterbrechung in den Schutt des Kegels aus.

Das Drauthal zeigt in seiner ganzen Erstreckung von Sillian bis in die Gegend von Villach denselben Erosionstypus wie das untere Gailthal. Durch die Thätigkeit des Hauptstroms wurde fast jeder Überrest der Glacialzeit beseitigt und ein ebener, nicht terrassierter Thalboden geschaffen, der von ausgedehnten Schuttkegeln bedeckt ist. Einer derselben, welcher oberhalb von Lienz die Einmündung des Iselthales verengt, übertrifft sogar den Reifsacher Kegel an Größe und erscheint vor allem dadurch ausgezeichnet, daß der Bach in zwei vollkommen getrennten Wasserläufen hinabrinnt.

Im Drauthal beobachtet man wie im Gailthal eine fortgesetzte Erhöhung des Flußbettes durch Schotterablagerung und eine hierdurch bedingte Versumpfung des Thalbodens. Besonders bei Oberdrauburg sind diese Zustände zu einer besorgniserregenden Höhe gediehen. Der größte Teil des Thales, ehemals fruchtbares Ackerland, ist von sumpfigen Mooren und Seebildungen allerjüngster Zeit bedeckt. Dieselben Verheerungen, welche der Gailfluß in seinem Mittellauf infolge der ungünstigen natürlichen Verhältnisse anrichtet, verursacht die Drau bei Oberdrauburg infolge des unverständigen Vorgehens der Drau-„Regulierung“. Die Verwaltungen der Kronländer Tirol und Kärnten haben ohne jeden Zusammenhang gewirtschaftet und hierdurch

Zustände geschaffen, wie sie etwa zwischen zwei kriegführenden Staaten bestehen könnten, deren einer den oberen und deren anderer den unteren Lauf eines Flusses beherrscht. Die Kärntner folgten dem landesüblichen Grundsatz des „Lei¹⁾-Rinnen-Lassens“, das auf den ersten Blick energielos erscheint, aber in den meisten Alpentälern den hydrographischen Verhältnissen viel besser entspricht, als das schneidige Eindämmen und Regulieren. Der Schaden, welcher durch den Austritt eines unregulierten Flusses angerichtet wird, beschränkt sich — vorausgesetzt, daß die Wohnhäuser nicht im Flußniveau liegen — auf die teilweise Vernichtung der Ernte und die Versandung oder Verschotterung einzelner Äcker. Dieser Schaden wird einigermassen dadurch wett gemacht, daß der größere Teil des kulturfähigen Bodens mit fruchtbarem Alluvialschlamm überzogen wird. Eine nach den alten Regeln durchgeführte Regulierung, welche den Fluß durch Abschneidung der Krümmungen und systematische Eindämmung zu rascher und energischer Transportarbeit veranlaßt, ist nur dort empfehlenswert, wo nach verhältnismäßig kurzem Flußlauf ein See die natürliche Ablagerungsstätte des Schuttmaterials bildet. Ein Musterbeispiel einer solchen rationellen Flußregulierung ist diejenige der Aar oberhalb des Brienzer Sees.

Ganz andere Verhältnisse treten dort ein, wo man den langgedehnten Lauf eines Alpenflusses zu regulieren beginnt. Anfangs werden zwar eine Anzahl von Ländereien in der Nähe des Flusses gewonnen und die lästigen Wirkungen kleinerer Überschwemmungen beseitigt. Nur selten wird jedoch das Wasser die Gefälligkeit besitzen, den Schutt bis zu einer wertlosen, versumpften Fläche des Thalbodens hinabzuführen und dort niederzulegen. Meist wird schon vorher an einer weniger geeigneten Stelle eine Ablagerung im Flußbett infolge zu schwachen Gefälles oder zu bedeutender Schottermenge stattfinden. Die Folge ist eine periodisch notwendige Erhöhung der Dämme, bis dieselben bei einem besonders starken Hochwasser reifen. Der größte Teil des kulturfähigen Thalbodens wird dann mit grobem Geröll bedeckt, und die Zerstörung auch von solchen menschlichen Wohnstätten erscheint unabwendbar, die vor der künstlichen Erhöhung des Flußbettes gegen Wassergefahr gesichert waren. Im Etschthal zeigen sich bereits die segensreichen Folgen einer derartigen Regulierung.

Noch unheilvollere Wirkungen hat die einseitige Drau-Regulierung gehabt. Seit den vierziger Jahren ist auf dem Tiroler Gebiet der

1) „Lei“ ist ein im Kärntner und Pusterthaler Dialekt viel gebrauchtes aber schwer übersetzbare Flickwort, das meist ein gewisses gemüthliches Beharren bezeichnet.

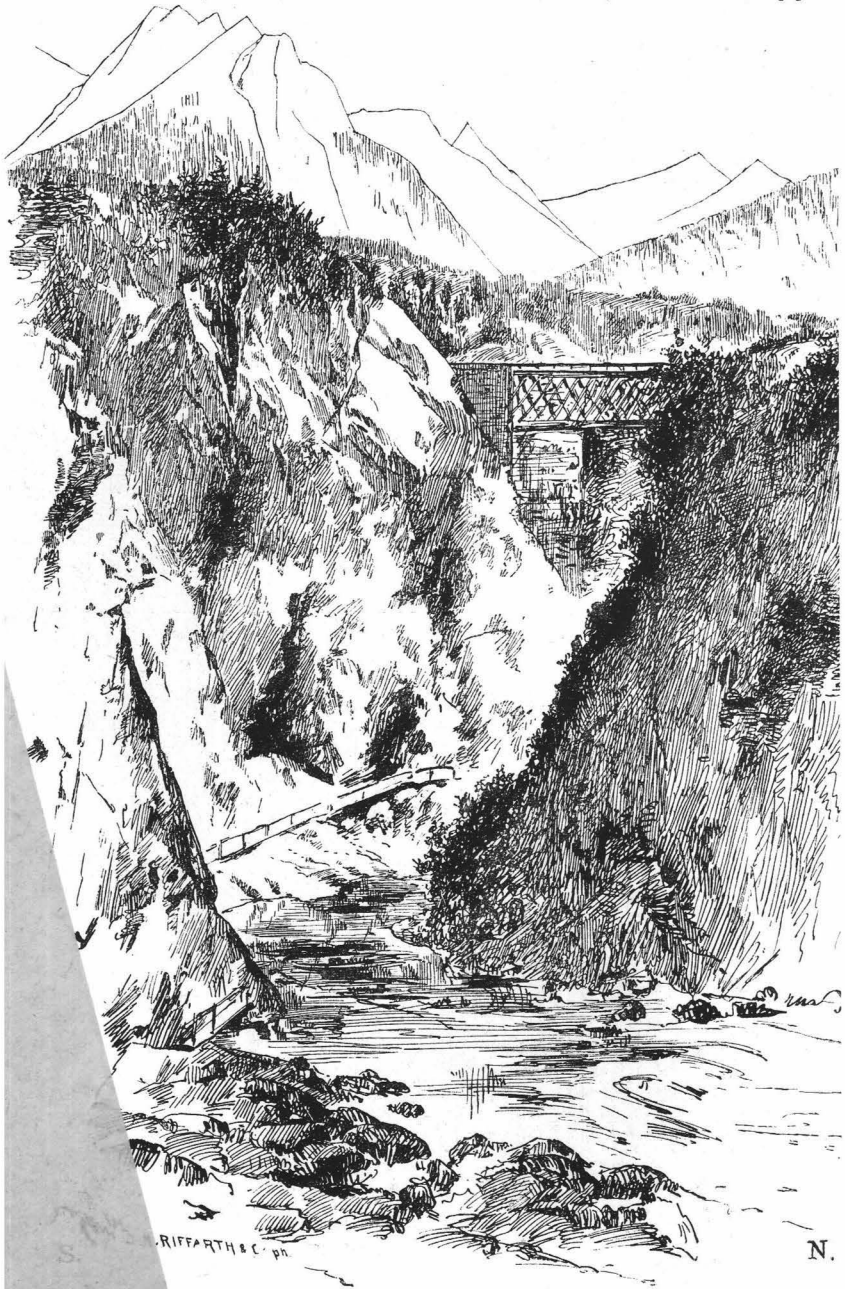
Draulauf eingedämmt; man vermag oberhalb von Oberdrauburg sogar auf der Spezialkarte (1 : 75000) den Punkt anzugeben, wo die Dämme aufhören und das bis dahin geradlinig verlaufende Flußbett die natürliche, geschlängelte, inselreiche Form annimmt. Für das aufwärts liegende Land ist unter diesen Umständen die Regulierung von Vorteil gewesen. Weiter abwärts lagert sich aber aller aus dem oberen Flußgebiet herabgeschaffte Schotter ab, und mit jedem Jahre nimmt unabwendbar die Zerstörung des anbaufähigen Landes und die Gefährdung des Ortes Oberdrauburg zu. Jetzt könnte selbst eine Beseitigung der aufwärts angebrachten Dämme wenig ändern — ganz abgesehen davon, daß die Tiroler sich weigern würden, zu Gunsten eines unsicheren Vorteiles ihrer Nachbarn auf einen sicheren Schutz zu verzichten.

2. Erosion und Thalbildung im Gebiet der Fella, Gailitz und Save.

Die Grundanlage des Gebirgsbaues, auf der die Entstehung des südlichen Längstales Fella-Gailitz-Save beruht, ist dieselbe wie bei Drau und Gail. Ein bedeutender Längsbruch hat Gesteine von verschiedenem Härtegrad in unmittelbare Berührung gebracht. Jedoch verursachen die klimatischen Verhältnisse sowie das Vorwiegen der Triasdolomite im Süden einige Verschiedenheiten.

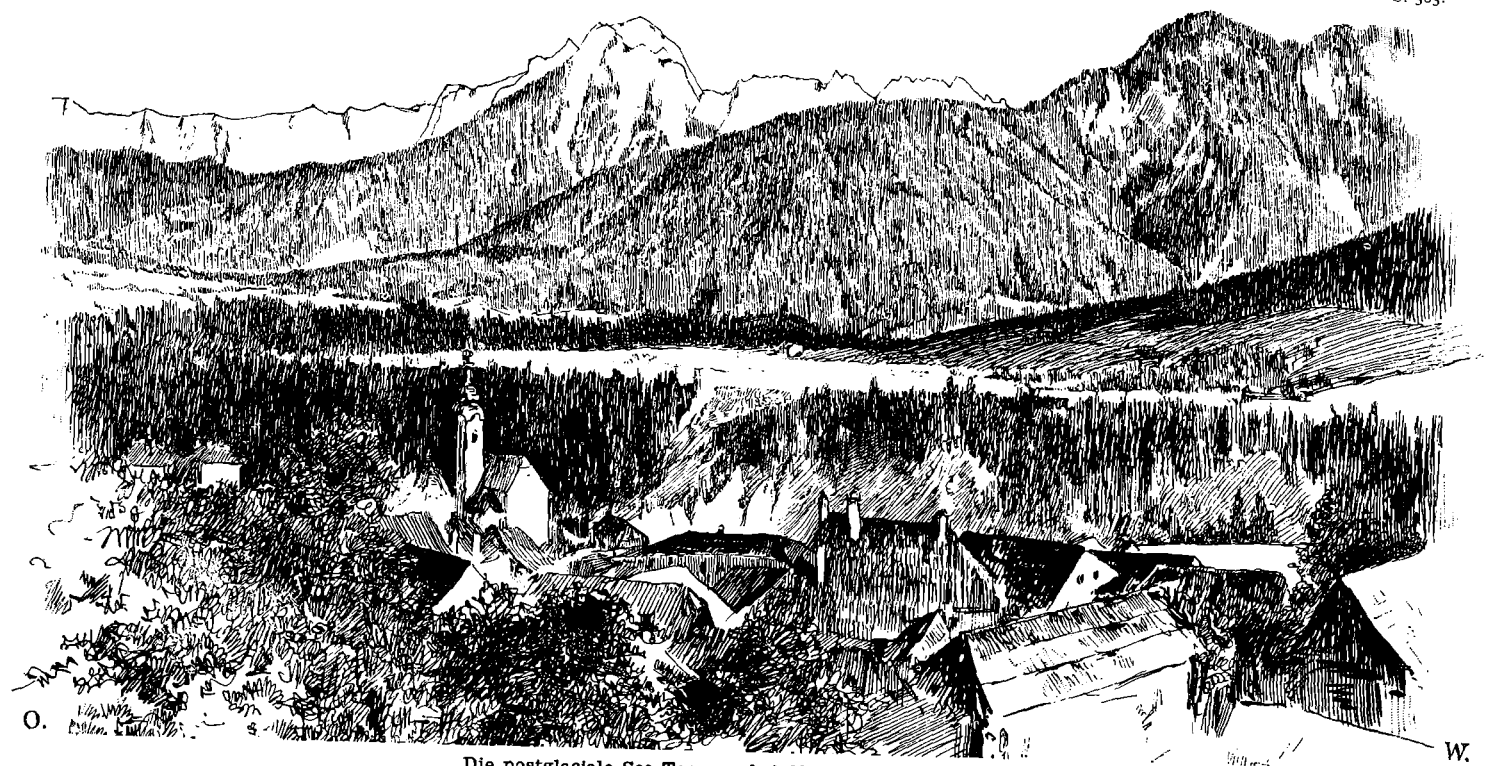
Der Umstand, daß das in Rede stehende Längsthal zu drei verschiedenen Flußsystemen gehört, ist wohl nur auf lokale Ursachen zurückzuführen. Jedoch ist der Umstand von Interesse, daß die beiden im Norden vorkommenden Typen der Thalwasserscheiden auch im Süden wiederkehren. Im Toblacher Feld bildet bekanntlich der kaum hervortretende Schuttkegel eines Nebenbaches die Scheide zwischen Drau und Rienz. Dasselbe Verhältnis beobachten wir in der Gegend von Saifnitz, wo die Grenze zwischen Fella und Gailitz liegt. Daß hier kleinere Verlegungen der Wasserscheide in geologisch junger Zeit stattgefunden haben, beweisen die niedrigen Flußterrassen der Gegend von Saifnitz und der aus Dolomit bestehende, inmitten des Thales allseitig von Alluvium umgebene „Kogel“ (841 m) bei Uggowitz.

Die Wasserscheide zwischen Gailitz und Wurzener Save wird ähnlich wie bei Kartitsch von Grundmoränen gebildet, die von dem Julischen Hauptgletscher herrühren. Eine Betrachtung der geologisch-tektonischen Karte scheint zu dem Ergebnis zu führen, daß in präglacialer Zeit das tektonische Längsthal Fella-Save seinen Ursprung westlich von Pontafel und seine Mündung östlich im Laibacher Senkungsfeld gehabt habe. Allerdings dürfte ein direkter Nachweis für die Richtigkeit dieser Vermutung schwer zu erbringen sein. Die heutigen



Nach einer Photographie gezeichnet von O. Berner.

Der Cañon der Schlitza bei Tarvis.
Tiefe Erosionsschlucht aus postglacialer Zeit.



Die postglaciale See-Terrasse bei Obertarvis von Norden.
Im Hintergrunde die Julischen Alpen.

Höhenunterschiede (Pontafel 571 m, Wasserscheide bei Saifnitz 800 m, bei Ratschach-Weifsenfels 850 m) lassen dieselbe nicht eben naheliegend erscheinen. Doch ist es andererseits schwer, sich einen zutreffenden Begriff von der Bedeutung der glacialen Schuttanhäufung und dem Betrag der postglacialen Erosion im Innern der Alpen zu machen.

Wenn auch die ältere Thalentwicklung auf der Strecke Saifnitz—Pontafel nicht mehr vollkommen klar zu legen ist, so kann andererseits kein Zweifel über den jungen, postglacialen Ursprung des Gailitzcañons unterhalb von Tarvis bestehen.

Die Schroffheit der Wände des Cañons, die Flachheit des Thalbodens, in welchen derselbe eingeschnitten ist (vergl. Tafel XVI), und die Vernichtung sämtlicher Glacialbildungen auf der Strecke Tarvis—Thörl sind hinreichende Beweise für die Richtigkeit dieser Anschauung. Außerdem münden die Schlitza, der Weifsenbach und der Seebach in das ursprünglich von West nach Ost abgedachte tektonische Längsthal und wurden erst durch die Moränenanhäufungen bei Ratschach gezwungen, einen Ausweg in nördlicher Richtung zu suchen.

Offenbar hat die Aufstauung der Schlitza und des Weifsenbaches zunächst die Bildung eines postglacialen Sees veranlaßt, in dem sich die hohe und ausgedehnte Terrasse bei Obertarvis abgelagert hat (vergl. Tafel XVII). Isolierte Fortsetzungen davon finden sich bei Greuth und Goggau in gleicher Höhe. Die niedrigeren, vom Eisenbahnwagen bequem zu übersehenden Terrassen, deren man im ganzen vier, mit Hinzurechnung einiger weniger hervortretenden Stufen sogar sechs zählt, deuten die kürzeren oder längeren Ruhepausen in der Austiefung der Gailitzschlucht an und liegen etwas östlich von dem Flecken Unter-Tarvis. Bei Thörl tritt der Fluß aus dem Schlerndolomit in das Gebiet silurischer Schiefer über, und mit der Änderung des Gesteines geht die Umwandlung der Thalform Hand in Hand. Während man Analoga für den oberen Cañon im amerikanischen Westen, in Neu-Mexiko oder Arizona suchen könnte, erinnert der untere, vielfach geschlängelte Gailitzlauf an die Flüsse des Rheinischen Schiefergebirges; ebenso stimmen die Formen der Berge und des Waldes durchaus mit dem Landschaftscharakter überein, den man z. B. im Ahrthal zu treffen gewohnt ist.

Der äußere Anblick, den die Flächen der südlichen Thäler, das Val di Pietro, das Val del Ferro (unterhalb Pontafel) und das Tagliamento-Thal, gewähren, ist von dem der nördlichen Thäler durchaus verschieden. Während bei diesen Schuttkegel und Alluvialböden von dichtem Pflanzenwuchs bekleidet sind, erscheint die ganze Fläche jener Thäler von vegetationsleerem Geröll überdeckt, das bei jedem Hochwasser von neuem aufgetürmt und umgelagert wird. Die Heftigkeit

der Regengüsse ist im Norden und Süden der Karnischen Hauptkette dieselbe, aber die weiter vorgeschrittene Entwaldung hat auf der italienischen Seite das Erdreich und den Gehängeschutt jedes Haltes beraubt. Dazu kommt noch als weiterer ungünstiger Umstand die tiefgreifende Zerklüftung der im Gebirge vorherrschend entwickelten Triaskalke und Dolomite, welche eine Wiederbewaldung außerordentlich erschwert.

Im Oberlauf der Fella, in der Gegend von Pontafel, machen sich diese Übelstände noch nicht in so hohem Maße fühlbar. Allerdings ist auch hier der Fluß aufser Stande, die gewaltigen, durch Nebenbäche zugeführten Geröllmassen fortzuschaffen. Durch die Ablagerung derselben wird der Thalboden daher unaufhörlich erhöht und der Lauf des Flusses periodisch verlegt. Das wenige noch vorhandene Ackerland und sogar die Chaussee erscheinen daher fortdauernd bedroht; eine besonders gefährdete Stelle liegt unterhalb von Pontebba.

Der östliche Teil der Karnischen Alpen enthält eine Anzahl von kleineren Längsthälern, deren Anlage auf tektonische Ursachen zurückführbar ist (vgl. Abschn. I), deren weitere Umgestaltung jedoch als ein Werk der jüngeren geologischen Vergangenheit angesehen werden muß.

Das bezeichnendste Beispiel dieser Art ist die über 10 km lange, größtenteils vom Vordernberger Wildbach¹⁾ durchflossene Furche, in welcher der schon mehrfach erwähnte Eggersee liegt. Das Thal entspricht dem östlichen Drittel des langen Hochwipfelbruches, der auf einer weiten Strecke den devonischen Riffkalk des Poludnigg und Osternigg von den weicheren Gesteinen des Silur scheidet, endlich aber die letzteren in einer kurzen Erosionsschlucht durchbricht. Die Verschiedenheit der Gehänge tritt besonders scharf im östlichen Teil des Thalzugs hervor, dessen Südseite von den jäh abstürzenden, über 800 m hohen Kalkwänden des Starhand gebildet wird, während sich im Norden sanft gerundete, mit Buchenwäldern und Alpweiden bedeckte Berge erheben.

Ähnlich wie der Vordernberger Wildbach entspricht auch der mittlere Lauf der Pontebbana mit der Pradulina, ihrer westlichen Fortsetzung, fast genau einem Bruch zwischen den harten Kalken der oberen Trias und den weichen Mergeln der Werfener Schichten; in genau derselben Weise folgt der Oberlauf des Rio di Lanza bei Paularo der Verwerfung, welche Triaskalk und Schiefer des oberen Karbon von einander trennt.

¹⁾ In seinem oberen Teile Seebach genannt; das Thal bildet westlich von der Dellacher Alp eine kleine Abweichung von dem Streichen der Verwerfung.

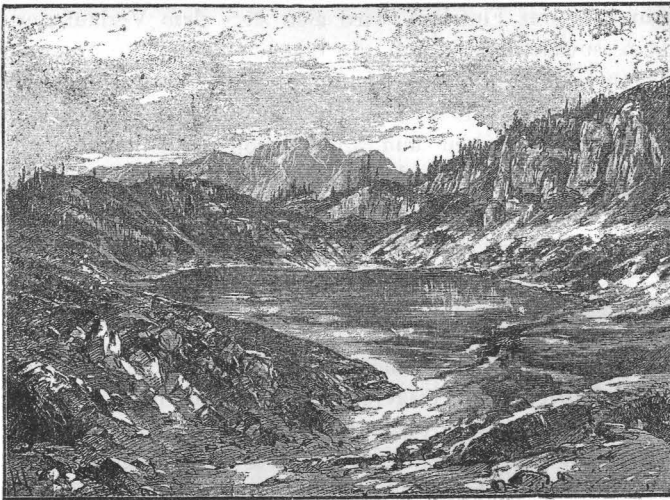
Auch der Winkler Bach, welcher am Madritscheng entspringt und nach seiner Vereinigung mit anderen Wasserläufen den Namen Bombaschgraben annimmt, entspricht einem Bruch. Doch ist hier ein Unterschied zu beobachten: der Bach hat sich seitlich in das weichere Schiefergebirge (wie die Gail) eingegraben, folgt aber dem Verlauf der Bruchlinie nur noch im allgemeinen. Man darf wohl die Erklärung für dies abweichende Verhalten in der verschiedenen Neigung des Bruches suchen. Verwerfungen stehen nur ausnahmsweise senkrecht, sondern fallen meist unter verschiedenen Winkeln gegen den Horizont ein. Wenn nun die Bruchlinie gegen die festen Schichten geneigt ist, so wird das fließende Wasser, das sich naturgemäß in die weicheren Gesteine eingräbt, die ersteren unterwaschen und allmählich zum Absturz bringen. Der Flußlauf wird also stets dem Verlauf der Bruchlinie folgen, soweit nicht durch die eigenen Sedimente untergeordnete Ablenkungen bedingt werden. Ist hingegen die Verwerfung umgekehrt gegen die weicheren Schichten geneigt, so wird der Fluß sich in diese mehr und mehr einsenken und folglich von der Bruchlinie abgleiten, die Parallelität mit derselben jedoch noch im großen und ganzen beibehalten. Bei senkrecht stehenden Brüchen dürfte die Ablenkung im wesentlichen wie im zweiten Fall erfolgen. Der Winkler Bach und die Pontebbana, welche nur durch den Zug des Rofskofels von einander getrennt werden, bilden bezeichnende Beispiele für die beiden theoretisch erörterten Fälle (man vergleiche die Karte: Bl. 6).

Der Winkler Bach biegt in seinem unteren Lauf um und durchbricht in großartiger, tief ausgefurchter Schlucht die Mauer des Kalkgebirges. Dieser Einschnitt wird durch die heutigen Oberflächenformen des Gebirges nicht erklärt. Wie die Karte zeigt, liegt zwischen dem Gartner- und dem Rofskofel ein durch Brüche allseitig begrenztes Gebiet. Dasselbe setzt sich aus leicht verwitterndem Schiefer zusammen, während die höheren Berge im Osten, Norden und Süden aus widerstandsfähigem Dolomit und Kalk bestehen. Nur nach Westen und Nordwesten besteht ein Zusammenhang mit anderen, nach dem Gailthal zu abfallenden Schieferbergen. Entsprechend der leichteren Verwitterbarkeit dieser Felsart und der allgemeinen Neigung wird das das Nafsfeld umgebende Gebirge zum Teil nach Westen entwässert. Jedoch durchbricht nicht nur der Bombaschgraben das Kalkgebirge, auch im Norden bahnt sich der viel unbedeutendere Garnitzenbach seinen Weg quer durch die Kalkmauer des Gartnerkofels.

Aus den heutigen Höhenverhältnissen sind diese eigenartigen Thalbildungen nicht zu erklären; bleiben doch die centralen Schieferberge hinter den umgebenden Kalkkämmen bei weitem an Höhe zurück. Man muß vielmehr voraussetzen, daß die früheren Höhen-

verhältnisse von den heutigen gänzlich verschieden waren. Denn zur Annahme einer rückwärts arbeitenden Erosion liegt keine Veranlassung vor¹⁾).

Einstmals ragte das heutige Niederungsgebiet des Nafsfelds und der Krone über den Gartnerkofel sowie den südlichen Kalkkamm empor und entsandte seine Gewässer über jene hinweg nach Nordosten, Nordwesten und Süden. Die Verwitterung trug die Schieferhöhen rascher ab als die Kalkgebirge, aber die Tätigkeit der fließenden Gewässer hielt mit der Verwitterung gleichen Schritt und schnitt tiefer und tiefer, der alten Richtung folgend, in die Kalkmauern ein — die Thäler sind also älter als die Berge.



Nach einer Photographie von Prof. K. Müller.

Der Trog bei Pontafel. 1553 m.

Ein Kesselthal mit sichtbarem unterirdischem Abfluss.

Die geologische Untersuchung bestätigt diese aus den Oberflächenformen abgeleitete Vermutung. Die Triaskalke, welche an steil verlaufenden Verwerfungen an die Steinkohlenschiefer angrenzen, sind in die Tiefe gesunken, die letzteren hingegen in ihrer Lage verblieben. Die heutige Oberflächenform bietet also gerade das umgekehrte Bild, wie der innere geologische Bau.

Eine ganz eigentümliche Oberflächenform, ein Kesselthal im

¹⁾ Die Bäche erodieren nur auf der Wetterseite nach rückwärts; da die im vorstehenden besprochenen Wasserläufe nach Norden und nach Süden gerichtet sind, erscheint diese Erklärung wenig annehmbar.

Hochgebirge, findet sich in der Einsenkung zwischen Rofskofel und Trogkofel, westlich vom Rudniker Sattel. (Man vergleiche die nebenstehende Ansicht.) Das Vorkommen dieses eigentümlichen Kesselthals wird in erster Linie durch Gebirgsstörungen bedingt. Zwischen den beiden genannten, aus Triaskalk bestehenden Hochgipfeln zieht ein schmaler, durch Brüche begrenzter Streifen von weicheren Steinkohlenbildungen hindurch, dessen Ausdehnung genau der der leichter verwitternden Gesteine entspricht. Die schmale, grabenartige Einsenkung würde sich zweifellos zu einem nach Westen geöffneten Bachlaufe entwickelt haben, wenn nicht das Karbon im Westen ausschließlich durch Kalke gebildet würde, deren deutliche Schichtung und starke Zerklüftung dem Wasser einen unterirdischen Abfluss eröffnet hat. Der ganze Trog besteht aus zwei Terrassen, in deren unterer sich ein auf dem Bilde deutlich wahrnehmbares Abzugsloch für das zusammenströmende Wasser befindet. Die Anschwemmungen desselben haben den Boden der unteren Stufe vollkommen ausgeebnet. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß das Kesselthal durch Gletschererosion eine weitere Vertiefung erfahren hat; so würde dann der „Trog“ in bezug auf die Art der Entstehung dem Wolayer See zu vergleichen sein, nur daß bei letzterem die Abflussspalten des Kalkgebirges durch Gletscherschlamm verstopft worden sind.

2. Bergstürze.

Für Bergstürze ist das Gebiet der Gailthaler Alpen von besonderer Bedeutung. Das gewaltigste Ereignis derart, welches in historischer Zeit innerhalb der Alpen vorgekommen ist, hat den Südabhang des Dobratsch bei Villach betroffen. Wie gleichzeitige Chroniken berichten, stürzte infolge eines Erdbebens der Südabhang des Berges in das Gailthal hinab, erfüllte die ganze Breite des Thales bis zum gegenüberliegenden Gehänge, verschüttete 17 Dörfer¹⁾ und staute die Gail zu einem See auf, der das ganze untere Thal bis Hermagor aufwärts erfüllte.

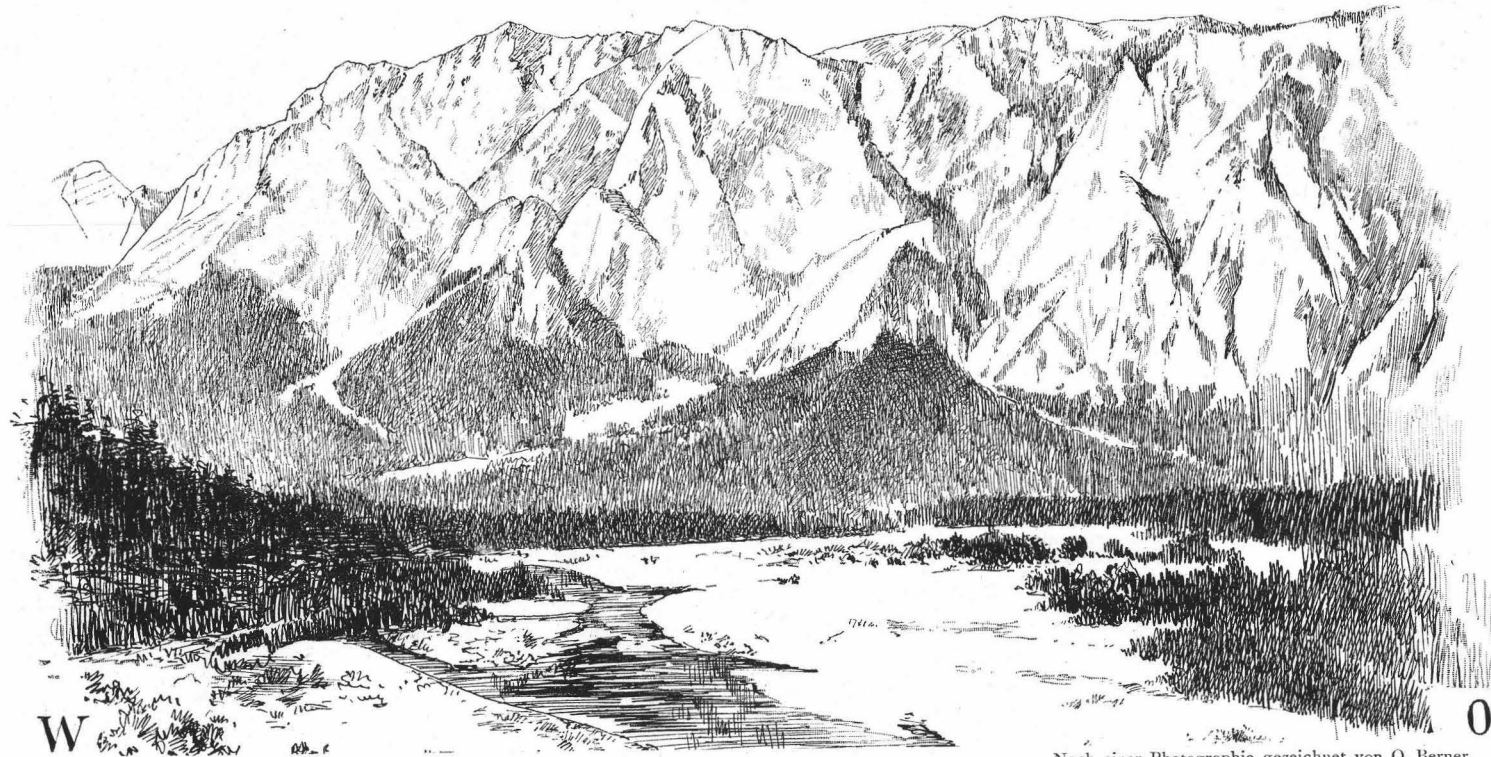
Der Abt Floriamundus soll von dem Kloster Arnoldstein aus, das thatsächlich verschont geblieben ist, den Sturz beobachtet haben. *Marians Austria sacra* berichtet (nach Neumayr, Über Bergstürze, Zeitschr. d. Deutschen und Österreichischen Alpenvereins 1889, S. 36):

¹⁾ Die Namen der verschütteten „Dörfer“ sind: 1. St. Johann, 2. Forst oder Datzforst, 3. Roggau oder Rogga, 4. Obermaifsbach, 5. Untermaifsbach, 6. Mussach, 7. Prugg oder Prieg, 8. Soriach, 9. Weinzirkel, 10. Nohl oder Zohl, 11. Tetrich, 12. Kamnitz, 13. Ammofs, 14. Zettnitz, 15. Satzrä, 16. Dellach, 17. Podgöriach. Aus dem Umstand, daß nur neun Kirchen als verschüttet erwähnt werden, ergibt sich, daß unter diesen „Dörfern“ auch Weiler und größere Gehöfte einbegriffen waren.

„Floriamundus war ein frommer Prälat, der im Jahre 1348 den 25. Jänner eben am Tage der Bekehrung St. Pauls um die Vesperzeit und bei hell scheinender Sonne, gleich darauf aber bei mit finsternem Gewölk überzogenem Firmamente ein entsetzliches und (wie der Bericht behauptet) von den Zeiten des Leidens unseres Herrn noch nie gehörtes, weder bis dahin gefühltes Erdbeben auf des Klosters eigentümlichem Distrikte erleben, fühlen und endlich selbst schauen mußte. Denn der Berg Dobratsch an der Villacher Alpe, gerade von dem nur eine Stunde weit entfernten Kloster gegenüber und auf der mitternächtlichen Seite, zerbarstete plötzlich so gewaltig, daß er 17 Dörfer, 3 Schlösser und 9 Kirchen im Schutte begrub. Das Klostergebäude litt dabei nicht wenig und man sah von dieser entsetzlichen Spaltung bei zwei Spannen hoch Staub selbst im Kloster liegen; in den Wäldern aber Bäume an Bäume gewaltig schlagen: die Glocken an den Türmen hörte man insgesamt von selbst ertönen und allerseits nichts als Jammer und Wehklagen. So war alles ertarrt und gleichsam aufser sich in Meinung, es wäre der jüngste Tag vor Augen. Was das Elend erst meist empfindlich und ganz unvergeßlich machte, war, daß weil der Absturz des Berges auch selbst den Gailfluß etliche Tage in seinem Laufe gehemmt, der gewaltige Ausbruch des so aufgetürmten Wassers alles noch Lebende überschwemmte und ertränkte, sonst aber unbeschreiblichen Verlust hinterließ. Auf dies in ganz Deutschland herum verwüstende Erdbeben kam die fast allgemeine Pest, in der so viele Menschen hingerafft wurden, daß kaum der dritte Teil mehr übrig geblieben.“

Noch immer ist auf dem Südabhang die klaffende Wunde des Berges nicht verharrscht (vgl. Tafel XVIII); noch immer rollen dort Steine herunter, wiewohl von irgend welcher Gefahr für die Anwohner keine Rede mehr sein kann. Die Einwohner von Nötsch und Sack erzählen zwar, daß ein neuer Sturz sich vorbereite; doch bewies mir eine Untersuchung des in Frage kommenden Gehänges, daß weder die Steilheit des Kalkes hier gefahrdrohend ist, noch irgendwelche in Bewegung befindlichen Klüfte den Berg durchsetzen.

Die mächtigen Trümmersmassen, welche den Berg unmittelbar umsäumen, „die Schütt“, haben bereits durch spätere Überrieselungen mit kleinerem Geröll das glatte Aussehen angenommen, welches derartige Schutthalden überall besitzen. Andererseits sind die Blöcke, welche das flache Thal der Gail bedecken, noch stellenweise in ursprünglicher Wildheit über einander gehäuft. Das Felsenmeer bei Pökau führt seinen Namen mit vollem Recht. Doch hat bereits vielfach eine dünne, humusreiche Lehmdecke die Kalktrümmer überzogen. Dann ähnelt das Schuttfeld mit seinen zahlreichen Hügelchen und un-



Das Bergsturzgebiet des Dobratsch.
(Südabhang des Berges.)

Nach einer Photographie gezeichnet von O. Berner.

Der Steilabhang und die Schutthalden sind durch den Bergsturz des Jahres 1348 entstanden, der das ganze Thal in einer Breite von 3 km mit Trümmern erfüllte.

regelmäßigen Vertiefungen vollkommen einer Moränenlandschaft. An wenigen Stellen hat sogar der Ackerbau auf den Kalktrümmern schon wieder begonnen. Die letzten Ausläufer der Trümmernmassen sind ein kleiner Hügel bei Arnoldstein und ein etwas höherer bei dem Dorfe Gailitz¹⁾. Die hervorstehende Form des letzteren ist auf Erosion, vielleicht auch auf menschliche Bearbeitung zurückzuführen. Denn auf beiden Höhen sind, wohl zum Andenken an das furchtbare Naturereignis, kirchliche Bauten aufgeführt.

Über die Einzelheiten des Sturzes sind wir, wie das obige Citat beweist, immerhin nur mangelhaft unterrichtet; doch läßt sich aus der gewaltigen, durch die Karte veranschaulichten Ausdehnung des Schuttetes auf dem Thalboden folgern, daß das überall beobachtete horizontale Hinfeigen, das „Fliefsen“ des Gesteins über die Ebene, auch hier in großartigstem Mafsstab erfolgt ist. Die größte horizontale Entfernung, welche die Felstrümmer auf dem ebenen Thalboden, neben der Gailitzer Kirche, zurückgelegt haben, beträgt fast drei Kilometer.

Interessante Folgerungen ergeben sich, sobald man den tieferliegenden geologischen Ursachen nachforscht, welche den Bergsturz bedingt haben. Wie die Übersicht der geologischen Leitlinien erkennen läßt, verläuft der Gailbruch nach mehrmaligem Umbiegen am Südbhang des Dobratsch etwa in der Linie des heutigen Gaillaufes. Vergleicht man nun unsere tektonische Karte mit der Erdbebenkarte Kärntens, welche H. Hofer²⁾ ausschließlicly auf Grund historischer Nachrichten, ohne Zuhilfenahme geologischer Untersuchungen konstruiert hatte, so ergibt sich ein Zusammenfallen des tektonischen Bruches mit der Erdbebenlinie. Ich hebe hervor, daß mir die Karte Hoefers erst zu Gesicht gekommen ist, nachdem ich die Aufnahmen im Gebirge zum Abschlufs gebracht hatte.

Die seismische Kraft, welche in grauer geologischer Vergangenheit den Bau der Erdrinde umgestaltete und später die Entstehung des Thals bedingte, ist also bis in historische Zeit lebendig geblieben und hat bedeutungsvoll in die Entwicklung des Thales eingegriffen.

Im einzelnen könnte man die Ursachen des Sturzes etwa folgendermaßen rekonstruieren: Parallel zu der Hauptverwerfung, welche den Triaskalk von den die gegenüberliegenden Karawanken zusammensetzenden Schiefen schied, verlief eine Reihe kleinerer Klüfte in dem erstgenannten Gestein. Die Erosionskraft der Gail, welche den Fuß

¹⁾ Nachgrabungen in der Gegend der Gailitzer Bleihütte haben erwiesen, daß an dieser Stelle vor dem Sturz ein Messingwerk bestanden hat.

²⁾ Denkschriften der kais. Akademie (Wien) math. - naturw. Kl. 42. Bd, II. Abt. S. 30.

des Dobratsch unmittelbar bespülte, verhinderte die Anhäufung ausgedehnter Schutthalden, welche den steilen Wänden als teilweise Stütze hätten dienen können. Das Erdbeben, welches der Richtung des alten Gailbruches folgte, traf somit hier eine zerrüttete, von steilen Wänden begrenzte Kalkmasse an.

Die Reste einiger kleinerer Bergstürze, die an Bedeutung mit dem des Dobratsch nicht entfernt wetteifern können, finden sich im oberen Lessachthal. Die Hartkarspitz besteht aus einem ziemlich schmalen, in die älteren Schiefer eingefalteten Zuge devonischen Kalksteins und wird im Norden von einem wohl erhaltenen Kar begrenzt, dessen flacher Boden die oberste Stufe des Luggauer Thales bildet. Ein Teil des Kalkes ist nun vor unbestimmbarer Zeit auf den Karboden hinabgebrochen und hebt sich schon durch seine Farbe scharf von dem Schiefer ab; das teigartige, z. T. an Gletscher erinnernde Fliesen des spröden Gesteins ist an diesem kleinen Bergsturz besonders gut zu beobachten.

Ausgedehnter ist der Bergsturz, der in den Thonschiefern des Hoheck (2474 m, südwestlich von Obertilliach) seinen Ursprung und den winzigen, noch jetzt bestehenden Schönthal-See — eigentlich nur eine Verbreiterung des Baches — aufgedämmt hat. Die graue Narbe am Ostabhang des Berges ist im ganzen oberen Lessachthal weithin sichtbar.

Dafs durch Bergstürze Seen aufgedämmt werden, ist eine bekannte Thatsache. Eines der schönsten und, wie ich glaube, noch nicht veröffentlichten Beispiele sind die beiden Obernberger Seen westlich vom Brenner; dieselben liegen mitten in den kolossalen Kalktrümmern eines vom Obernberger Tribulaun stammenden Sturzes.

3. Die Formen der Berge.

(Gesteinsbeschaffenheit und Lagerung, Dislokationen, Vegetation, Höhenlage, Wetterseite.)

Für die Modellierung der landschaftlichen Formen des Gebirges ist, abgesehen von der Erosion des fließenden Wassers und der vorübergehenden Einwirkung der Bergstürze in erster Linie die Denudation, die chemische und mechanische Verwitterung und Abtragung der Oberfläche von Bedeutung. Die Wirkung derselben ist von der gröfseren oder geringeren Niederschlagsmenge, oder mit anderen Worten von der Lage der Wetterseite, ferner von der Meereshöhe und der Vegetationsbedeckung, endlich von der mineralogischen Beschaffenheit und der Lagerung des Gesteins, sowie von den etwa vorkommenden Verwerfungen abhängig.

Die formgebenden Charaktere eines Gesteins werden erst in einer bestimmten Höhenstufe deutlich wahrnehmbar. Von 1600 bis 1700 m an abwärts verleiht die Vegetation, vor allem dichte Waldbedeckung, den Bergen eine ziemlich gleichbleibende abgerundete Form. Allerdings wird auch hier eine schroffe Kalkwand oder ein Bachriß die Natur des Gesteins erkennen lassen. Jedoch sind morphologische Unterschiede nur in der Gestaltung der Thäler, vor allem in der größeren oder geringeren Neigung ihres Gehänges, wahrnehmbar. Cañons mit steil abfallenden Wänden, wie der wilde, in Dolomit eingeschnittene Malborgeter Graben oder die Schlitza-Schlucht, sind im Schiefergebirge undenkbar.

Hingegen sind die Bergformen von der erwähnten Höhenstufe an abwärts gleichartig. Am auffälligsten tritt die Ähnlichkeit des Umrisses bei Verschiedenheit des inneren Baues in dem östlichen Teil der Karnischen Alpen hervor. Blickt man von der Spitze des Osternigg nach Südosten, so bilden den Vordergrund des großartigen Gebirgs panoramas der Julischen Alpen eine Reihe gleichmäßig gerundeter, tannenbewachsener Berge, auf der G. St. K. als Schwarzer Berg (1566 m), Kapin (1734 m), Göriacher Alp (1695 m) bezeichnet. Einige schneeweiße Geröllhalden am südlichen Abhang des Höhenzuges lassen das Vorhandensein von Dolomit erkennen; aber während bei höheren Bergen die Gestalt des Umrisses ohne weiteres einen Rückschluss auf die innere Zusammensetzung gestattet, fehlt hier jede Andeutung der Art. Erst eine Anzahl von Begehungen lieferten das unerwartete Ergebnis, daß Nord- und Südseite unseres Gebirgszuges in bezug auf die geologische Zusammensetzung die größten Verschiedenheiten aufweisen. Im Norden findet sich schwarzer oder dunkler, steil aufgerichteter Silurschiefer, im Süden schneeweißer, flach gelagerter Triasdolomit. Beide Bildungen sind durch eine gewaltige, Tausende von Metern betragende Gebirgsstörung, die ungefähr dem Verlauf des Kammes folgt, von einander getrennt. Der Einfluss der Verwitterung und Erosion, sowie die Thätigkeit der Pflanzenwelt haben die Spuren dieses tiefgreifenden Gegensatzes äußerlich vollkommen verwischt, ja gewissermaßen in das Gegenteil verkehrt.

Der gestaltgebende Einfluss der Höhenlage tritt an wenigen Bergen so deutlich hervor, wie in den massigen Kalkriffen der Devonzeit. Das Hochgebirge des Hochweissteins (Paralba) und der Kellerwand besteht aus ganz demselben Material wie die Kammlinie, welche vom Osternigg nach dem Poludnigg und Kersnitzten zieht. Die Gipfel der einen Gruppe liegen zwischen 2600 und 2800 m, die der anderen zwischen 1700 und 2000 m. Die gerundeten, nur hier und da von steileren Wänden unterbrochenen Bergformen des Osternigg und Po-

ludnigg sind physiognomisch von den angrenzenden Schieferhöhen kaum zu unterscheiden und tragen beinahe den Charakter des „Mittelgebirges“. Die wildzerrissenen Wände, die schroffen Schneiden und Gipfeltürme des Kollinkofels, der Kellerwand, Avanza und Paralba erinnern an die grofsartigsten Gebirgsbilder der Dolomiten. Einen unglaublich wilden Eindruck machen die aus einem Haufwerk von Blöcken bestehenden Gipfel; die schroffen Gegensätze von Hitze und Kälte, welche innerhalb eines Tages auf den grofsen Höhen eintreten, die sprengende Wirkung des Spaltenfrostes und gelegentliche Blitzschläge sind die Gründe dieser Erscheinung.

Die Schroffheit der Wände wird vor allem bedingt durch die Neigung des ungeschichteten Kalkes zu senkrechter Absonderung; die ursprünglich bestehenden Klüfte werden durch die auflösende Kraft des im Innern zirkulierenden Wassers erweitert. So bröckelt ein Stück nach dem anderen ab und vergröfsert die Schutthalden, welche sich unter jeder Steinschlagrinne bilden und schliesslich die Wände in ununterbrochenem Zuge umsäumen.

Die Steilheit und Unzugänglichkeit der Abstürze wird durch die Lawinen vergröfsert, welche die Kalkwände teilweise glatt abschleifen.

Die Unterscheidbarkeit der verschiedenen Bergformen wird in den Karnischen Alpen dadurch erleichtert, dafs infolge der tief eingreifenden Störungen des Gebirgsbaus die meisten Formationen auf ganz bestimmt abgegrenzte Gebiete beschränkt sind. Nur der silurische Schiefer setzt den ganzen Nordrand des Gebirges zusammen; schon die devonischen Riffkalke sind auf einzelne Bezirke, den Osternigg, das Gebiet zwischen den Tischlwanger Kofel und Hochweisstein (Paralba), sowie auf die westliche Gruppe der Porze und Königswand beschränkt. Dagegen findet sich Culmschiefer nur zwischen Forni Avoltri und Paularo, oberes Karbon nur zwischen der Oharnachalp und der Krone, die Triasbildungen endlich nehmen nur im Osten Teil an der Zusammensetzung des Hauptstocks. Bis zu einem gewissen Grade werden die Verschiedenheiten dadurch ausgeglichen, dafs Culm- und Silurschiefer sehr erhebliche, Trias- und Devonkalk wenigstens einige physiognomische Ähnlichkeit besitzen. Aus dem einförmigen, wenig gegliederten Kamm des Schiefers¹⁾, welcher den ganzen westlichen, landschaftlich nicht eben hervorragenden Teil der Karnischen Hauptkette zusammensetzt, heben sich die aus widerstandsfähigem Quarzit gebildeten Gruppen der Hochspitz-Raudenspitzen-Steinwand und der Rofskarspitzen-Heret wirkungs-

¹⁾ Untersilurischer Thonschiefer und Thonglimmerschiefer von höherem paläozoischen Alter.

voll ab. Die schroff aufragenden Kämme und die meist 2500 m erreichenden Gipfel erinnern im äußeren Umriss ein wenig an ungeschichtete Kalke; jedoch ist die Farbe des Gesteins ein lebhaftes Blaugrün.

Nur vereinzelt erscheint am Monte Dimon (unweit Tischlwang) ein ausgedehnteres Vorkommen von vulkanischen Massen, die zur Steinkohlenzeit als Eruptivdecken und Tuffe den Meeresboden bedeckt haben. Doch erklärt die geringe Erhebung von etwa 2000 m die auffallende Thatsache, daß diese Gesteine landschaftlich von den umgebenden Schiefen trotz der abweichenden mineralogischen Beschaffenheit kaum verschieden sind.

Ebenso großen Einfluß wie Gesteinsbeschaffenheit und Höhenlage übt die Lage der Wetterseite auf die Gestaltung der Bergformen aus. Die Menge der atmosphärischen Niederschläge und die hierdurch bedingte Energie der Verwitterung und Abtragung ist auf den beiden Abhängen eines Gebirgszuges fast stets verschieden. Auf der „Wetterseite“ wird das Gebirge gewissermaßen angefrassen, während dasselbe auf dem entgegengesetzten Abhang seine Form viel besser zu bewahren im Stande ist. Man beobachtet daher, daß der steilere Abfall der Berge einer bestimmten Kette fast stets derselben Himmelsrichtung zugewandt ist. In den Karnischen Alpen liegt die Wetterseite nördlich, nach den Tauern zu.

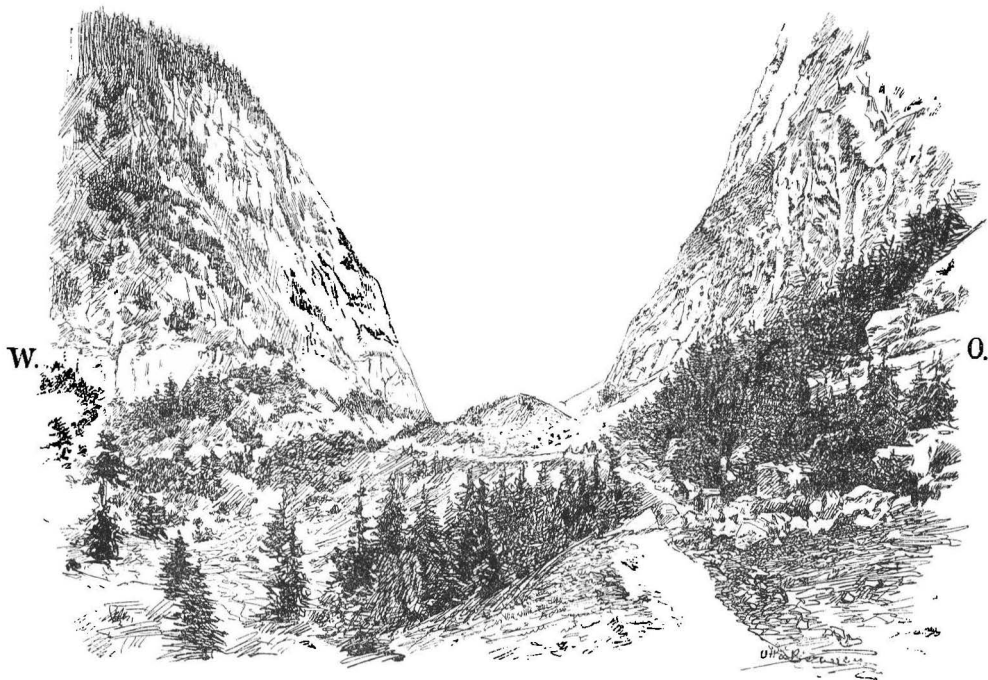
Der Südabhang bietet somit hier für die Ersteigung entweder den einzigen, oder wenigstens den bei weitem besser zugänglichen Weg. Der nördlich von Tischlwang (Timau) gelegene Tischlwanger Kofel, der Osternigg, der Pollinigg, Cellonkofel, Mooskofel, Plenge, Seekopf Gartnerkofel und viele andere, die nach Norden mehr oder weniger unzugänglich sind, bieten beim Anstieg von Süden keinerlei Schwierigkeiten. Besonders deutlich ist der Einfluß der Wetterseite bei Bergen, die, wie Mooskofel und Tischlwanger Kofel, beiderseits aus demselben Material bestehen und auch keinerlei Verschiedenheit der Lagerung erkennen lassen. Beide stürzen nach Norden in unersteiglichen Wänden ab; der Tischlwanger Kofel ist auf der Südseite mit Alpweiden bedeckt, der Mooskofel nach derselben Seite zwar steil geneigt, aber doch zugänglich. Bei einigen dieser Berge, dem Osternigg und Pollinigg, sowie bei dem Monte Gémula (unweit Paularo), macht sich der Einfluß der Verwerfungen auf den Verlauf der Kämme und die gesamte Oberflächenform in ganz eigentümlicher Weise geltend. Die Gebirgsstörungen unseres Gebietes verlaufen im großen und ganzen von Osten nach Westen, und in den vorliegenden Fällen ist das Verhältnis durchgängig derart, daß an einen Kalkzug, der den steilen Nordabfall und die Höhe des Kammes bildet, im Süden eine durch

Verwerfungen getrennte Schiefermasse angrenzt. Bei gleichmäßiger Verwitterung müßte der Kalk sich als Hochfläche oder als Kamm über den die Tiefe des Thales bildenden Schiefer erheben. Die stärkere Abtragung auf der Nordseite war jedoch trotz der größeren Widerstandsfähigkeit der Kalkmassen ausschlaggebend für die Gestaltung des Gebirges. Der Kalk ragt nur noch unerheblich über den Schiefer empor, der trotz seiner geringeren Härte viel weniger angegriffen wurde. Ein ganz ähnliches landschaftliches Bild gewährt der Kalk der Königswand (im Westen der Hauptkette), welche als eine auf dem Kopf stehende Masse in den umgebenden Schiefer eingefaltet ist. Von Süden aus nimmt man einen niedrigen, 100—120 m hohen Kalkzug auf der Höhe des Kammes wahr; nach Norden zu stürzen schroffe, 500—600 m hohe Wände ab.

Wie in dem oben erwähnten Beispiel der Göriacher Alp erweisen sich also auch hier die abtragenden und zerstörenden Kräfte als wesentlicher für die Gestaltung der Gebirgsformen, als die Beschaffenheit und Lagerung der Gesteine. Auch am Gartnerkofel (zwischen Hermagor und Pontafel) hat die Verschiedenheit der Niederschlagsmengen im Norden und Süden die Formen des Berges viel mehr beeinflusst, als die abweichende Beschaffenheit des Gesteins. Der sanft geneigte, aus Dolomit bestehende Südhang ist fast nur durch die Farbe des Gesteins, nicht durch die Form von den angrenzenden Schieferhöhen verschieden. Nach Norden zu bricht derselbe Dolomit in jähem unzugänglichen Wänden ab.

Von unverkennbarem Einfluß auf die Gestaltung der Berge sind ferner die etwa vorkommenden Störungen, sowie die Lagerung des Gesteins; beide können auch bei gleicher mineralogischer Zusammensetzung wesentliche Formunterschiede bedingen. Die steil aufgerichteten Lager des Kalkes im nördlichen Gailthaler Gebirge erklären die dort vorwiegende Gebirgsform regelmäßiger Ketten, deren Richtung mit dem Streichen der Schichten übereinstimmt. Der Dobratsch (Tafel XVIII) besteht hingegen aus flach gelagertem, durch Brüche begrenztem Kalk. Infolge dessen hat sich hier die Plateauform der nördöstlichen Kalkalpen (Totes Gebirge, Steinernes Meer, Dachstein) ausgebildet. Die Ketten des Gailthaler Gebirges treffen wir dagegen in Nordtirol und Vorarlberg wieder, wo die gleichen Lagerungsverhältnisse herrschen.

Silur und obere Steinkohlenformationen sind in petrographischer Hinsicht einander sehr ähnlich und bestehen aus Schiefer, Grauwackenschiefer und eingelagerten härteren Gesteinen. Das Silur ist jedoch gefaltet und aufgerichtet, die obere Steinkohlenformation im wesentlichen horizontal gelagert. Beide verhalten sich den Einflüssen der



Nach einer Photographie von Prof. K. Müller.

Der Plöckenpaß von Süden.

Tiefe, durch einen Querbruch bedingte Einschartung im Kalkgebirge (Devon).

Verwitterung und Abspülung gegenüber verschieden. Das stark gefaltete Gestein stellt gewissermaßen eine gleichförmige Masse dar, aus der viel steilere Formen herauspräpariert wurden, als aus den horizontal gelagerten Schichten; die letzteren bedingen überall einen sehr geringen Neigungswinkel der Abhänge. Auch der Wasserreichtum und der Charakter der Pflanzenwelt sind infolge des erwähnten, leicht zu übersehenden Umstandes unter sonst gleichen äußeren Verhältnissen wesentlich abweichend. In den flach gelagerten Schichten vermag das Wasser weniger leicht abzulaufen, und die betreffenden Gebiete sind daher durch Häufigkeit von Sümpfen und Mooren ausgezeichnet, während die Silurschiefer normal entwässert werden.

Dafs der Einfluß der Gebirgsstörungen auf die Ausbildung der Thäler je nach den örtlichen Verhältnissen und der Gesteinsbeschaffenheit sehr bedeutend oder aber auch gleich Null sein kann, wurde oben ausgeführt. In diesem Zusammenhang ist noch des Einflusses, welchen quer gegen die Längsrichtung des Gebirges verlaufende Brüche im reinen Kalkgebirge auf die Ausbildung von Pässen haben können, zu gedenken. Der Gailbergsattel, das Bladener Joch (am Hochweisstein), das Seekopf-Thörl (südlich vom Wolayer See), sowie der Plöckenpafs fallen sämtlich mit solchen Querbrüchen zusammen, die der chemischen und mechanischen Erosion trotz der mineralogischen Gleichartigkeit des benachbarten Gesteins den ersten Zugang eröffnet haben.

Die auf diese Weise entstandenen Höhenunterschiede zwischen Pafs und benachbarten Gipfeln sind recht erheblich; sie betragen am Bladener Joch zwar nur 400 m, steigen aber bis auf 800 m (Seekopf-Thörl 1997, Kellerwand 2810; Plöckenpafs 1360 m, umgebende Gipfel 2238 m und 1881 m, der nur wenig weiter entfernte Kollinkofel misst 2800 m) und sogar bis 1000 m. (Gailbergsattel 970 m, Juckbühl 1891 m, Schatzbühl 2095 m.) Die auffallend tief und scharf eingeschnittene Scharte des Plöckenpasses ist auf Tafel XIX dargestellt. Jedoch spielen die beiden im Norden und Süden des Passes entspringenden Bäche nur eine unerhebliche Rolle im Abflusssystem des Gebirges.

In den vorangehenden Abschnitten ist der Anteil dargestellt worden, welchen die einzelnen Abschnitte der Erdgeschichte an der Herausbildung der heutigen Oberfläche gehabt haben. Die Bildung der Gesteine gehört der älteren geologischen Vorzeit, den paläozoischen und altmesozoischen Perioden, die Auffaltung des heutigen Gebirges dem Tertiär an; in die letzten Abschnitte dieser Epoche fällt die Bildung der wichtigeren Thäler. Während der Eiszeit wurden im wesentlichen die durch mechanische und chemische

Verwitterung aufgehäuften losen Massen aus den centralen in die peripherischen Teile des Gebirges geschafft und gleichzeitig durch Gletscher-Erosion manche Oberflächenformen geschaffen, die, wie die Kare und Seen, noch bis jetzt erhalten sind. Die Modellierung der landschaftlichen Formen, welche das reizvolle, abwechslungsreiche Bild eines Gebirges zusammensetzen, ist fast ausschließlich das Werk der — geologisch gesprochen — jüngsten Vergangenheit.

