

Bau und Formenschatz des Zoferer und des Leoganger Steinbergs

Don Dr. Norbert Lichtenegger

Sonderabdruck aus der Zeitschrift
des Deutschen und Österreichischen
Alpenvereins 1926 (57. Band)

München 1926

Deutscher und Österreichischer Alpenverein

Bau und Formenschaß des Loferer und des Leoganger Steinbergs

Begleitwort zu den Karten des Steinberggebietes

Von Dr. Norbert Lichtenegger, G. Ostmark-Wien

Vor einem Vierteljahrhundert hat H. Cranz in der gleichen Zeitschrift über die Steinberge eine für die damalige Zeit mustergültige Monographie geschrieben. Nach seinen eigenen Worten tat er das in der Erwartung, dadurch das bergsteigerische Interesse für diese Gebirgsgruppen zu beleben. Freilich konnte er auch mit seinen vielseitigen Ausführungen nicht die vom großen Verkehr abseitige Lage dieser Berge wettmachen, die nach wie vor einem stärkeren Besuch hindernd im Wege steht. Dazu kommt noch etwas anderes: Der Kletterer kann hier zwar ungewöhnlich schöne Touren machen, doch ermüden die langen, nicht immer leicht zu findenden Anstiege, bis man an den Fels kommt. Die Lage der Passauer Hütte ist eine weitere Ursache, daß zumindest die Westhälfte des Leoganger Steinbergs nur sehr selten besucht wird. Das bedeutendste Hindernis aber hat der D. u. S. Alpenverein jetzt durch die Herausgabe seiner neuesten Karten aus dem Wege geräumt. Mit Freuden begrüßen sie die Freunde dieser Gruppe, die sich durch keinen widrigen Umstand abhalten lassen, die prachtvollen Gratwanderungen in den Steinbergen zu unternehmen.

Überaus reizvoll ist dieses Gebiet und seine stille Abgeschlossenheit kann heute nur als Vorzug gewertet werden. Doch bloß dem ausdauernden Bergsteiger, der sich mit Vorliebe seinen Weg selbst sucht, erschließt sich die herbe, aber reiche Schönheit dieser Berge vollends. Angehemmte Fernsicht bieten die höchsten Gipfel der Gruppe, wie etwa das Hinterhorn oder das Große Ochsenhorn, besonders aber das Birnhorn oberhalb Leogang. Von ihnen aus ermißt man am besten die eigenartige Lage der Steinberge.

Im Westen dehnt sich bis zur Rißbüheler Ache die leicht gewellte Hochfläche der Kirchberggruppe, die rund 1000 *m* tiefer liegt als die Gipfelregion der Steinberge; auch gegen Norden überragen die Loferer um etwa 7—800 *m* die freudlichen mattenüberkleideten Ruppen der Kammerföhr und der Loferer Alm. Im Osten erscheint der Saalach entlang zwischen dem Westabfall des Steinernen Meeres und der Steinberge eine Tiefenzone eingeschaltet, der die Gipfel des Hochfranz, Gerhardstein und Hundshorn angehören (1550—1950). Und um abermals rund 600 *m* werden die im Süden vorgelagerten Rißbüheler Schieferalpen von den Leogangern überhöht.

Macht der Umstand, daß die Steinberge rings von weit niedrigeren Berggruppen umgeben sind, ihre Lage zu einer auffälligen, so wird der Eindruck ihrer Geschlossenheit gefördert durch die tiefen Täler, die sie allseitig umziehen. Im Osten durch das Saalachtal von den Vorbergen des Steinernen Meeres, im Süden durch das Leoganger Achtental von den Schieferalpen geschieden, werden die Steinberge gegen Westen durch die Pillerseetalung von der Kirchberggruppe, nordwärts durch das Strubtal von den Kammerföhr- und Loferer Almen getrennt. Der tiefste Punkt dieser Talumrahmung liegt bei Lofere in etwa 620 *m* Höhe, der höchste am Hochfänkener Sattel bei 968 *m*. Rund 1500—1800 *m* ragt die Gipfelregion über die begrenzenden Tiefenlinien empor. So erhebt sich bei wagrechter Entfernung von 4 *km* das Birnhorn 1830 *m* über die Leoganger Ache, das Hinterhorn im Loferer Steinberg 1750 *m* über die Sohle des Strubtals, das Große Ochsenhorn bei gleicher Entfernung ebensohoch über den nördlichen Schüttachgraben, ja das Breithorn steigt bei nur 3 *km* wagrechter

Entfernung 1700 *m* hoch über dem Paß Strub auf. Hält man sich gleichzeitig vor Augen, daß die Gipfelregion, die in den inneren Teilen der beiden Gruppen durchschnittlich zwischen 2300 und 2500, bzw. 2600 *m* Höhe schwankt, an den Rändern nur selten bis 2100 *m* herabsinkt, so wird die massige Wucht dieser beiden Gebirgsstöcke so recht begreiflich. Betont wird sie durch den Gegensatz der steilen Flanken zu den breiten, freundlich grünen Sohlen der umgebenden Täler, die durch flache Talwasserscheiden untereinander verbunden werden. Umwandert man die Steinberge durch die obengenannten Täler, so trifft man nur zweimal auf der ganzen, über 60 *km* langen Strecke festes anstehendes Gestein im Talgrund: wenn man die Leoganger Ache aufwärts verfolgt, unmittelbar bevor man den Sattel von Hochsilzen erreicht, und ein zweites Mal nördlich des Pillersees in der Schlucht der Ulricher Ofen; östlich von ihr ist das eigentliche Tal hoch hinauf von Gletscherablagerungen aus der Eiszeit erfüllt (vgl. S. 299). Von diesen beiden Ausnahmen abgesehen, wandert man stets auf einer Schottersohle.

Nur am Paß Luftenstein im Saalachtal südlich von Loferer und am Strubpaß im gleichnamigen Tale treten an ihre Stelle von Bergsturztrümmern erfüllte Engen, in denen das Flußgefälle zunimmt.

Die Gliederung der Steinberge

Durch eine tiefe Furche werden die Steinberge voneinander geschieden. Vom Hochsilzener Sattel zieht der Südliche Schüttachgraben nach Nordosten zum Ramernsattel¹⁾ empor (1208 *m*), dem tiefsten Einschnitt zwischen den beiden Gruppen. In der gleichen Richtung führt jenseits des Passes der Nördliche Schüttachgraben zum Saalachtal hinab. Der Verbindungskamm zwischen den beiden Gebirgsstöcken erfährt im Norden des Ramernpasses eine zweite Einsattelung: Aus dem Rotschüttgraben, einem Ast des Nördlichen Schüttachgrabens, gelangt man gegen Westen über den Sattel beim Hochkaser, 1499 *m*, in den Schmidtgraben, ein Seitental des Grieseltales, das in das Beden von St. Ulrich entwässert wird. Die beiden genannten Pässe und die durch sie verbundenen Täler gliedern einen schmalen Bergzug ab, dessen Gipfel nahezu felslos sind und nur wenig über 1700 *m* emporragen (Kirchel 1700, Hochsäl 1756 *m*).

Zu den umgebenden Haupttälern und der Talung des Ramernsattels führen von den Steinbergen nur kurze, steile Gräben herab, die wie die Speichen eines Rades angeordnet sind. Besonders gilt das vom Leoganger Steinberg. An der Südseite ziehen solche enge Gräben wie der Birnlochgraben, Badhausgraben oder andere empor, gabeln sich gar bald in steile Runsen, die schließlich hoch oben in den Wänden als Steinschlagrinnen enden. An der Nord- und Ostseite steigen gleichfalls nur wenig zerschnittene Steilhänge zu den Graten und den dazwischen eingebetteten Kären an.

Die höchsten Gipfel liegen am Südrand der Gruppe in dem vom Griesener Hochbrett, 2467 *m*, über die Dreizinthörner, 2484 *m*, und das Birnhorn, 2634 *m*, ostwärts führenden Grat, der im Plattenkopf, 1910 *m*, nahe dem Saalachtal endet. Vier Grate zweigen nordwärts ab: der westlichste leitet über die Marchandhörner, 2370, 2302 *m*, und das Heued, 1757 *m*, zum Ramernsattel und schließt mit dem östlich benachbarten Sauhörnergrat, 2360—2190 *m*, das langgestreckte Kar der Großen Saugrube ein. Der bedeutendste Grat zweigt im Nördlichen Hundshörndl vom Hauptgrat ab und führt über das Kleine, 2455 *m*, zum Großen Rothorn, 2466 *m*; unmittelbar nördlich davon sinkt er zur Heitsmannscharte, 1853 *m*, ab und setzt sich jenseits im Ramm des Lahnerhorns, 2025 *m*, fort, der bis an die Mündung des Nördlichen Schüttachgrabens in das Saalachtal vorspringt; dadurch erscheint das Lahnerhorn wie losgelöst von dem geschlossenen Stock der Leoganger.

Der Rothhörnergrat schließt im Westen mit dem der Sauhörner die Kleine Saugrube ein, während sich nach Osten die weite Fläche des Nebelsbergkars dehnt; sie wird durch den Grat, der vom Birnhorn in nördlicher Richtung zum Kuchelhorn, 2500 *m*, und weiterhin über die Schoßhörner, 2287 *m*, gegen das Saalachtal zieht, von dem östlichsten großen Kar, der sogenannten Grub, geschieden. Diese breiten und langgestreckten Kare senken sich allmählich nord-, bzw. nordostwärts und werden von den begleitenden Graten bloß um etwa 200—400 *m* überhöht. Die angeführten Rämme, von denen nur wenige kurze Seitengräte abzweigen, weisen zahlreiche Einschaltungen auf, über die sich die Gipfel, deren Form meist der einer Pyramide ähnelt, selten um mehr als 200 *m* erheben. Aus größerer Entfernung sehen darum die Grate der Leoganger Steinberge verhältnismäßig einförmig aus (s. Bild 1 u. 3).

Anders in den Lofsern. Aber ehe wir uns auch über sie einen kurzen Überblick verschaffen, sei einer Erscheinung Erwähnung getan, die, trotzdem sie auffallend genug ist, bis heute nicht Beachtung fand: der Ähnlichkeit zwischen dem Leoganger Steinberg und der um rund 400 *m* höheren zentralen Dachsteingruppe. Abgesehen davon, daß ihre Areale fast dieselben sind, stimmt die Anordnung der Rämme geradezu seltsam überein; vergleicht man die Firmmulde des Karlseisfeldes mit dem Nebelsbergkar, die des Schladminger Gletschers mit der Grub und die Kare der Gosaugletscher mit den beiden Saugruben, so ist es nur die Eisfüllung der Firmmulden im einen, ihre Gletscherleere im anderen Fall, die den landschaftlichen Unterschied zwischen beiden Gruppen ausmacht. In der Tat haben die Leoganger, wie wir noch hören werden, auch hinsichtlich der Vergletscherung am Ausgang des Eiszeitalters so ausgesehen, wie wir den zentralen Dachstein heute kennen.

Etwas reicher als sein Nachbar ist der L o f e r e r S t e i n b e r g gegliedert. Von Nordosten steigt gegen die Mitte der Gruppe das Loferer Tal an; es mündet mit einer kleinen Stufe über dem Strubtal, oberhalb der eine breite Sohle zwischen steilen Talflanken den Wanderer bergwärts begleitet, bis sich im Talhintergrund ganz unvermittelt ein Steilhang zu den darüberbefindlichen Karen aufschwingt. Von der entgegengesetzten Seite, vom Ultricher Beden her, greift das Lästal zurück. Der Weißbachgraben im Norden, der Steinberggraben im Westen und die Aste des Grieseltales im Süden haben immerhin eine stärkere Auflösung der Gipfelregion bewirkt. Während man beim Leoganger Steinberg sofort den Eindruck einer Nord-, bzw. Nordost-geneigten Scholle hat, läßt sich die Tatsache, daß auch bei den Lofsern die Hauptabdachung nach Nordosten schaut, schwer aus einer andern als aus dieser Richtung erkennen. Der Hauptgrat führt von dem ob dem Tal des Pillersees gelegenen Rothhörndl, 2394 *m*, ostwärts zum Hinterhorn, 2504 *m*, von hier in einem nach Süden gekrümmten Bogen über die Reishörner, 2487 *m*, zum Großen Ochsenhorn, 2513 *m*, und weiterhin zum Vorderhorn, 2110—2040 *m*. Von ihm steigt man über die niedrige Kuppe des Dürreneds, 1370 *m*, zum Saalachtal hinab. Vom Rothhörndl zweigt nordwärts ein Grat ab, der in den Wurzköpfen gegen das Strubtal vorspringt, während ein zweiter Ast zwischen dem Steinberggraben und dem Lästal nach Südwesten zum Seehorn (Ulrichshorn, 2152 *m*) zieht. Am Kleinen Reishorn löst sich vom Hauptkamm der Weiselhorngrat, 2297 *m*, ab, westlich des Großen Ochsenhorns der Ast der Traunspitze, der sich rasch zu dem gegen den Ramernpaß führenden Verbindungskamm erniedrigt. Vom Hauptkamm steigt man in zwei große Kare nieder, die sich gegen Nordosten über dem Loferer Tal öffnen und durch die vom Großen Reishorn vorspringende „Nase“ voneinander getrennt werden: gegen Norden wird die westlich gelegene Große Wehrgrube durch den Grat Hinterhorn—Breithorn, 2413 *m*, abgeschlossen, während sich im Osten der Kleinen Wehrgrube ein Grat vom Großen Ochsenhorn loslöst, der nordwärts in der Prag, weiterhin in der Schwarzwand seine Fortsetzung findet. In der Nordost Ecke der Gruppe wird der nied-

rige Rauchenberg, 1300 *m*, durch das Loferer Tal im Westen, im Süden durch den Wechselsattel, 1057 *m*, und das kurze Kirchtal in auffallender Weise von dem ganzen Gebirgsstock abgetrennt.

Die stärkere Auflösung der Grate in den Loferern hat zur Folge, daß hier eigenartigere Gipselformen zu finden sind als im Leoganger Steinberg: die massigen und regelmäßigen Pyramiden des Hinterhorns und des Breithorns, das schlanke Rothörnle, die kühngeschwungenen Reifhörner und der wichtige Klotz der Geißelhörner treten um den Preis der Schönheit (s. Bild 2 u. 4).

Der innere Bau der Steinberge

ist überaus einfach²⁾. Aus dem Tal der Leoganger Ache steigt man gegen die Südwände des Steinbergs bis zu einer Höhe von durchschnittlich 1100 *m* über rote, bisweilen auch grün und violett gefärbte Schiefer empor, die sog. Werfener Schiefer, die der untersten Trias angehören. Darüber lagert zunächst Raubwade und hier und da eine Schicht von Gutensteiner Kalk, dann folgt lichter, oft ganz weißer Ramsaudolomit, in dessen Hangendem ein schmales, nur wenige Meter mächtiges Band von schwarzen Mergeln und Kalken, Dolithen sowie schwarzen Schiefen auftritt. Diese sog. Raibler Schichten vertreten die Karnische Stufe, also die mittlere Trias, und sind nicht überall entwickelt. Steil nordfallend ziehen sie oberhalb des Badhausgrabens (westlich von Leogang) in einer Höhe von etwa 1500 *m* dahin; ebenso hoch liegen sie am Ostende des Hauptgrates zwischen Plattenkopf und Saliterköpfl, von wo sie rasch gegen das Saalachtal sinken: unter der Brandalm stehen sie nur mehr in einer Höhe von etwa 1300 *m* an; an der Westseite der Bergsgruppe tritt diese Schichtserie flach nordfallend an der fast 1700 *m* hoch gelegenen Marchandalm auf.

Über den Raibler Schichten lastet Dolomit, dessen mitunter dunkler, unterster Teil noch der Karnischen Stufe zugerechnet wird. Nach oben zu wird er hellgrau, sein Kalkgehalt nimmt zu, bis er in einer Höhe von etwa 2000 *m* allmählich in gutgeschichteten Dachsteinkalk übergeht; für den Dolomit im Liegenden der Kalk hat *H a b n* den Ausdruck Dachsteindolomit vorgeschlagen; seine Mächtigkeit beträgt im Durchschnitt etwa 500 *m*, die des gleichfalls obertriadischen Dachsteinkalkes ist ungefähr die gleiche. Die Schichten dieser ganzen Sedimentreihe fallen im allgemeinen regelmäßig nach Norden ein, unter einem Winkel, der im Mittel etwa 20—30° beträgt.

Als das Liegende der kalkalpinen Schichtserie sind die Gesteine der Schieferalpen im Süden anzusehen. Meist sind das wenig metamorphe Schiefer, deren genauere Altersstellung unsicher ist, südlich des Oberlaufs der Leoganger Ache taucht unmittelbar unter dem Werfener Schiefer eine steil nordfallende Breccie — *Berrucano* — auf; sie trennt ihn von dem braungrauen, rötlich verwitternden Schwazer Dolomit, der dem Silur und Devon angehört und die Gipfel zwischen Risbücheler Horn und Spielberghorn aufbaut; dieser Streifen paläozoischen Dolomits endet im Osten an dem Vorsprung des Burgsteinpalfens südlich von Hütten.

Es ist interessant, am Südbang der Leoganger die Höhenlage der Grenze zwischen den Werfener Schiefen und dem Ramsaudolomit zu verfolgen. Nördlich des Hochfalkener Sattels steht nur Dolomit an; in der Nähe der Häuser von Berg, 950 *m*, tauchen die roten Schiefer empor; im Weißleograben stehen sie schon bei 1100 *m*, im Vorderrettengraben bei 1256 *m* an, ebenso hoch im Badhausgraben; im Sonnberg östlich davon liegt die Grenze bei 1300 *m*, dann sinkt sie rasch gegen Osten, bis die Werfener in der Nähe von Euring, 721 *m*, am Ausgang des Leoganger Tales wieder in die Tiefe tauchen. Gerade unter dem höchsten Gipfel, dem Birnhorn, liegt also diese Grenze am höchsten, von dort sinkt sie gegen Westen und noch mehr gegen Osten. Halten wir uns gleichzeitig vor Augen, daß die Schichten in der Gipfelregion — sie

liegt zur Gänze in Dachsteinkalk — im westlichen Teil im allgemeinen nach Nordnordwest, im östlichen nach Nordost fallen, so werden wir uns darüber klar, daß der innere Bau des Leoganger Steinbergs ein flaches, Nordnordost-gekipptes Gewölbe darstellt, dessen Neigungsachse man sich gleichlaufend dem Rothörner—Lahnerhornkamm, etwas östlich von ihm gelegen, vorzustellen hat.

Dementsprechend reicht der Dachsteinkalk vornehmlich an der Nord- und Ostflanke der ganzen Gruppe tiefer hinab als im Süden und Westen. Ja, im Lahnerhorn zieht er so weit hinab, daß er bis an die Mündung des Schüttachgrabens in das Saalachtal reicht. Allerdings ist hier an der Nordostede außerdem die Mächtigkeit des Kalkes auf Kosten des liegenden Dachsteindolomits größer geworden, eine Erscheinung, die sich am ganzen Ostrand der Gruppe verfolgen läßt. — Jüngere als triadische Gesteine fehlen bis auf rötliche und weiße Hierlachkalle (unterster Jura), die zwischen dem Brandlhörndl und der Fischlergrub auf der Nordseite des Hauptkammes dem Dachsteinkalk aufliegen. Das Band der Raibler Schichten ist von der Nordseite der Leoganger nicht bekannt geworden, an der Ostseite ist es zweifellos tief versenkt. Am Westhang des Lahnerhorns hat F. Hahn*) in 1150 m Höhe „ganz dünne, unzusammenhängende Bänder von roten und bräunlichen Letten“ gefunden, in denen er die Karnische Stufe vermuten möchte. Aber solche dünne Lettenlagen erscheinen in den Dolomitkomplexen der Steinberge zu häufig, als daß man sie stratigraphisch verwenden könnte.

Wenn auch der Dachsteinkalk häufig von Verwerfungen durchsetzt wird, an denen die dort rascher fortschreitende Verwitterung dem Kletterer manchen Ramin geschaffen hat, so sind diese Brüche doch untergeordneter Natur und stören den Schichtverband nur auf kurze Strecken. Der bedeutendste unter ihnen verläuft in der Richtung West—Ost zwischen dem Großen Rothorn und dem Kamm des Lahnerhorns; er erhält in der Einsattlung der Heilmannscharte sinnfälligen Ausdruck.

Erst westlich von Hochfilzen taucht der Werfener Schiefer unter der Buchensteinwand, 1455 m, wieder empor und bildet weiterhin die Unterlage des Südbabfalls der Kalkstein-Kirchberggruppe. Der eingangs erwähnte niedrige Zug Kirchel—Hochsäul im Norden des Sattels setzt sich zur Gänze aus Ramsaudolomit zusammen, der hier zum Teil als Kalk entwickelt ist und häufig ziemlich gut gebankt ist. Er fällt nahe von Hochfilzen nur wenig, weiter nördlich stärker, etwa 30° nach Norden ein. Wenn auch die hohe Lage der Raibler Schichten an der Marchandalm und das gleichzeitige Hinabtauchen der Werfener Schiefer an der Südwestede der Leoganger beweist, daß die Mächtigkeit der ladinischen Stufe, welche eben als Ramsaudolomit entwickelt ist, westwärts zunimmt, so macht doch die Tatsache, daß die Raibler Schichten im Loferer Steinberg erst nördlich des Grieseltals knapp unter den Südwänden erscheinen, die Annahme notwendig, daß hier mehrere Verwerfungen die Dolomitmasse mächtiger erscheinen lassen, als sie in Wirklichkeit ist. Die Verhältnisse in der benachbarten Kirchberggruppe sprechen ebenfalls für diese Auffassung.

So wie im Leoganger Steinberg die obere Grenze des Werfener Schiefers die Gewölbeform der Gruppe schon ahnen läßt, so ergibt sich Ähnliches aus der Verfolgung der Raibler Schichten am Südrand der Loferer. In gleicher Entwicklung und ebenfalls fossilführend wie in der Nachbargruppe hat sie Hahn an der Hochschüttachalm südlich des Großen Ochsenhorns in einer Höhe von 1500 m gefunden^{*)}. Auch hier tragen sie dunkle, schwärzliche Dolomite. Wegen Osten lassen sie sich in geringeren Höhen nur stellenweise verfolgen.

Nah dem Saalachtal fallen die Schichten der oberen Trias nach Nordosten, so daß wir uns so wie in der südlichen Gruppe auch am Ostrand der Loferer die Raibler Schichten tief versenkt vorstellen müssen. Fossilführend sind sie im westlichen Tal der Südhänge bisher nur aus der Nähe der Schifflingalm unter den Weiselhörnern be-

kanntgeworden, wo sie der Verfasser im Vorjahr an dem von der genannten Hütte in das Hafenschloß führenden Jagdsteig in 1300 m Höhe gefunden hat. Auch hier stehen wieder nur wenige Meter mächtige schwarze Kalk und ebensolche Schiefer an, schwach bergwärts einfallend und überlagert von dunklem Dolomit. Gleich hoch liegen westlich davon am Weißleitberg feingrußige, schwärzliche Dolomite, mit lettigen rötlichbraunen Lagen gemengt, die möglicherweise ebenfalls den Raiblern angehören. Es steht zu erwarten, daß die schwarzen Raibler Kalk noch an anderen Stellen nördlich des Grieselbaches auftreten, da ihre fossilführenden Schotter sehr häufig in dem Schuttkegel zu finden sind, den der Bach ins Uricher Becken hinausbaut. U m p f e r e⁴⁾ zeichnet in einem Profil die Raibler Schichten hier durch Nord—Süd ziehende Staffelbrüche gegeneinander verworfen, wofür sich keine Anhaltspunkte finden lassen. Von der Westseite der Gruppe sind typische Vertreter der Karnischen Stufe nicht bekanntgeworden: der die tieferen Teile aufbauende Ramsaudolomit geht nach oben ohne wahrnehmbare Grenze in den Dachsteindolomit über. Das Gleiche gilt von der Nordseite der Loferer.

Die Mächtigkeit des Dachsteindolomits über den Raibler Schichten bzw. dem Ramsaudolomit im Liegenden entspricht der im Leoganger Steinberg. Wie dort geht er auch hier, zunehmend an Kalkgehalt und Bankung, in den Dachsteinkalk der Gipfelregion über. Die obere Trias ist hier stellenweise bis ins Rhät vertreten: H a b n hat es aus den fossilreichen Dachsteinkalkbänken am Vorderen Ochsenhorn, aber auch am Paß Lufstein nachgewiesen. Der Schichtverband der ganzen Gruppe fällt sehr regelmäßig nach Nordnordost, besonders steil an der Nordseite des Vorderhornzuges⁵⁾, wo die breiten Kalkplatten mit 60—70° hinunterschließen gegen das Kirchental. Im allgemeinen beträgt der Neigungswinkel etwa 20°. Eine Ausnahme macht der westlichste Teil, wo der Dachsteinkalk in der Gegend des Wehrgrubensjoches, 2216 m, südlich vom Hinterhorn nahezu schwebende Lagerung aufweist, während die Schichten am Seehorn etwa 30°, etwas flacher an den Geißelhörnern nach Südost geneigt sind. Der Grat Rothörndl—Wurzköpfe läßt Nordfallen unter einem Winkel von 5—10° erkennen.

In der Gegend des Strubpasses und gegen die Saalach reicht der Dachsteinkalk bis ins Tal hinab. Wie sich aus dem Gesagten ergibt, gleichen sich die beiden Steinberge nahezu, soweit ihr innerer Bau in Frage kommt. In den Loferern läßt sich entlang einer Linie, die aus dem Steinberggraben südlich des Rothörndls und des Wehrgrubensjoches nach Ostsüdost zieht, eine Sattelzone erkennen; fast die ganze Gruppe gehört demnach der Nordflanke dieser Schichtwölbung an. Wie in den Leogangern gibt es auch hier nur unbedeutende Störungszonen mit Ausnahme der Verwerfung, die aus der Kleinen Wehrgrube der Schwarzwand entlang ins Loferer Tal zieht (vgl. S. 296). Eine zweite, weit kleinere quert, zu ihr gleichlaufend, den Sattel westlich von dem gegen den Strubpaß vorspringenden Anderlkopf, 1464 m; hier liegen in die Dachsteinkalk eingemuldet Hierlachkalk, Radiolarit (Jura) und Aptyschenschichten (Kreide). Ein dritter nur kurz verfolgbarer Bruch verläuft nördlich des benachbarten Eiblhorns in nordöstlicher Richtung. Um die tektonische Stellung des Rauchenberges zu verstehen, müssen wir die weitere Umgebung der Steinberge betrachten.

In der Kalkstein—Kirchberggruppe beobachten wir eine steile Schrägstellung der Schichten nach Norden. Die Hochfläche im Süden liegt in untertriadischen Kalken und Dolomiten; ihr Hangendes, die Raibler Schichten und weiterhin Dachsteindolomit, quert man nordwärts gegen das Innerwaldtal absteigt, das von Waidring zur Großache führt. Nördlich davon wird die Fellhorngruppe von Dolomiten und darüber von flach nordfallendem Dachsteinkalk aufgebaut. Weiter im Osten unter der Kammerköhrplatte ergibt sich das gleiche Profil; doch erhebt sich über dem hier bloß 250 m mächtigen Dachsteinkalk, von ihm durch eine schmale Zone von Rößener Schichten getrennt, in einer langgezogenen Felsmauer der oberrhätische Riffkalk der Sonn-

wendwand. Vom Strubtal bis zum Sonntagshorn an der bayerischen Grenze spannt sich nördlich der Loferer eine große Mulde, in welcher die Trias des geschilderten Querschnitts von mehreren 100 m mächtigen Jura- und Kreideschichten überlagert wird. Diese sehr einfachen und wenig gestörten tektonischen Verhältnisse im Westen und Norden der Steinberge stehen in scharfem Gegensatz zu deren Nachbarschaft im Osten.

Jenseits des Saalachtals erhebt sich das Steinerner Meer, dessen Südrand stratigraphisch als die Fortsetzung der Leoganger anzusehen ist. Die Schichten fallen in der Nähe der Hohlwege, wie das enge Saalachtal im Gegensatz zum breiten Mitterpinzgau genannt wird, nach Nordwesten. Nördlich der finsternen Diesbachschlucht wird der Dachsteinfalk von weichen Jura- und Kreidesteinen überlagert, deren guter Boden ausgedehnten Almbetrieb ermöglicht. Darüber bauen weißgraue massige Kalken den Gipfel des Hochfranz auf. Auch die Kalkplatte der Gerhardssteinhochfläche ruht auf Kreideschichten. Im Osten des Loferer Beckens tauchen diese nur mehr tief unten an der Talsohle auf; darüber liegt Ramsaudolomit und in dessen Hangendem am Rienberg und Hundshorn Dachsteinfalk, der in seinem Aussehen etwas anders geartet ist als der der Steinberge. Abgesehen von seiner Fossilarmut ist er meist etwas dolomitisch entwickelt. Da er auch die Hochfläche der Reiteralm aufbaut, hat man ihn als Reiteralmfalk bezeichnet. Im Wildental, das die Erhebungen des Hundshorns und des Gerhardssteins trennt, ist zwischen der nordwestwärts untertauchenden Kreide und dem Ramsaudolomit Werfener Schiefer aufgeschlossen. Die Gipfelkette des Hochfranz und Gerhardssteins hat $H a h n^{\circ}$, nachdem sie auch den Lerchkogel nordöstlich von Loferer zusammensehen, Lerchkogelfalk genannt. Seine stratigraphische Stellung ist mangels gut bestimmbarer Fossilien nicht geklärt; während Hahn in ihm einen Vertreter der oberen Trias vermutet, hält $A m p f e r^{\circ}$ es für möglich, daß es sich um Wettersteinfalk (untere Trias) handle. Wie dem immer sei, jedenfalls liegen, wie schon die vom Hundshorn geschilderten Verhältnisse beweisen, über einem Profil, das aus der Trias bis in die Kreide geht, wieder Triasgesteine: wir stehen am Westrand einer großartigen Deckenüberschiebung; es gibt nur wenige Gebiete in den Ostalpen, wo man diese Erscheinung so gut wie hier, am besten etwa vom Gipfel des Lahnerhorns, beobachten kann. Die sogenannte „juvavische“ Decke, der die obengenannten niedrigen Gruppen östlich der Saalach, aber auch weiterhin Reiteralm, Lattengebirge und Untersberg zuzurechnen sind, liegt auf der „tirolischen Basis“, die hier zwischen den Steinbergen und dem Steinernen Meer, die ihr beide angehören, an einem der Saalach entlanglaufenden Streifen mit samt der Deckenlast tief versenkt erscheint.

Westlich der Saalach sind Teile der juvavischen Decke erst in der Nähe von Loferer zu finden: Der Rauchenberg wird von Lerchkogelfalk aufgebaut, der mit einer steilen Verwerfung über dem Kirchental gegen die „tirolischen“ Dachsteinfalke im Süden absetzt. Am Sattel des Wechsels tauchen dazwischen Felsen von Jura und Kreide auf. Im Westen müssen wir uns die Verwerfung, die die Schwarzwand begleitet (vgl. S. 310), unter dem Boden des Lofertales fortgesetzt denken. Sie gibt uns hier den Westrand der Decke an; seine nördliche Fortsetzung findet er jenseits des Strubtales in der „Steingasse“ zwischen dem Lerchkogel und dem Lachfeldkogel. Am Ostabfall der Loferer Alm wird weiterhin die tirolische Basis von den Schubmassen bedeckt. Hier hat am Ende des Quartärs unter dem Grubhörndl, 1750 m, jener ungeheure Bergsturz⁹⁾ stattgefunden, bei dem sich ein Rest der juvavischen Decke von der schrägen Oberfläche des tirolischen Untergrundes löste und bestend zu Tal stürzte. In der Abrisnische des Bergsturzes liegt die Bräugföllalm, seine Aufschüttungsmassen setzen die Scheffsnother Au nördlich von Loferer zusammen.

$H a h n$ hat die tektonischen Verhältnisse entlang der Saalach durch seine vorzüglichen Aufnahmen geklärt; vor kurzem konnte $A m p f e r^{\circ}$ im Liegenden der Schubbahn an mehreren Stellen Gosauablagerungen (Obere Kreide) feststellen. Damit rückt

die Zeit dieser Überschiebung in das Tertiär. Da weiter im Westen im Bereich des Inntales auch Alttertiär noch von Schubmassen überfahren wurde, kommt als Schubzeit vor allem die Wende zwischen Alt- und Jungtertiär in Betracht. Wir müssen uns vorstellen, daß die juvavische Decke ursprünglich südlich der tirolischen Basis so wie diese auf paläozoischem Untergrund ruhte, also deren Fortsetzung bildete. Daß ihre Gesteine von etwas abweichender Ausbildung (Fazies) sind als die tirolischen, nimmt nicht wunder, wenn man bedenkt, daß ja auch die Ablagerungsbedingungen auf größere Strecken hin stets etwas verschieden sind. Am Ausgang des Alttertiärs führte ein nordwärts gerichteter Druck eine weitgehende Faltung, Schuppung im Alpenkörper herbei; damals wurde auch der südliche Teil der tirolischen Basis von der paläozoischen Unterlage losgelöst und auf den nördlichen aufgeschoben.

Wir müssen uns vorstellen, daß die gewaltigen Bewegungen, die damals in jenem Raum stattfanden, den heute das Hochgebirge der Alpen einnimmt, hauptsächlich in die Tiefe zu wirksam waren. Erst als die Deckenüberschiebungen und Verfaltungen ihr Ende fanden, tauchte diese gesamte, ihrer inneren Struktur nach so komplizierte Masse über das Alpenvorland auf. Im großen und ganzen stieg sie verhältnismäßig langsam und nicht überall gleichmäßig empor. Auf die Entwicklung der Landschaft jener Zeit kommen wir später zurück (vgl. S 308).

Es erübrigt sich, die Gesteine, die am Aufbau der Steinberge beteiligt sind, hinsichtlich ihrer Widerstandsfähigkeit gegenüber den zerstörenden Wirkungen der Witterungseinflüsse zu betrachten. Am Südabfall der Leoganger erheischen die Werfener Schiefer unsere Aufmerksamkeit: ihre Undurchlässigkeit und ihre Weichheit sind schuld an zahlreichen Rutschungen und Muren, die dort fehlen, wo an die Stelle des Schiefers der festere Buntsandstein tritt.

Den größten Teil der Gehänge nimmt der Dolomit ein. Dieses brüchige, häufig in kantigen Grus zerfallende Gestein ist wenig witterbeständig und darum sehen wir in seinem Bereich Verwitterung und Erosion die raschesten Fortschritte erzielen. Steile wilde Täler durchfurchen die Berghänge, sich in zahllose Gräben auflösend, zu denen lange Schuttreihen niederziehen. In größeren Höhen werden die Flanken dieser Runsen von Latschendidichten bedeckt, während grobes Blockwerk und von Lahnen mitgerissene Holztrümmer ihren Grund einnehmen. Häufig ist dieser Schuttbelag so mächtig, daß das Wasser darin versickert und nur dort, wo härtere Bänke des Dolomits kleine Stufen bilden, in Miniaturfällen zutage tritt. Je höher der Wanderer steigt, desto seltener hört er Wasser rauschen. Mit der Zunahme des Kalkgehalts wird das Gestein fester und durchlässiger. Die hohen, in der Sonne blendend weiß leuchtenden Felswände der Steinberge werden fast durchwegs von Kalk aufgebaut, dessen Zankung in breiten Bändern, den sogenannten „Reifen“, zum Ausbruch kommt. Sie und da erscheinen schmale Zwischenlagen von gelben und rötlichen Mergeln, die manchmal noch in bedeutender Höhe einen spärlichen Wasseraustritt ermöglichen. Die große Klüftigkeit des Dachsteinkalks bedingt nicht nur weitgehende Verkarstung, sondern ist auch die Ursache zahlreicher Bergstürze. Nicht unerwähnt darf bleiben, daß der Kalk streckenweise stark dolomitisch wird, wie das z. B. am Westhang des Lahnerhorns zu beobachten ist.

Die Steinberge im Eiszeitalter

Die Fernvergletscherung

Einen eigenartigen Anblick müssen die Steinberge während der Hocheisstände im Diluvium gewährt haben. Aus den Zentralalpen stammende Granit- und Gneisblöcke, die wir in ihrem Bereich antreffen, verraten uns, wie hoch das Eis damals hier emporreichte. Schloffer¹⁰⁾ hat zentralalpine Geschiebe in den Leogangern noch

über 1700 *m* angetroffen; im Grieselbachtal lassen sie sich bis 1600 *m* verfolgen. Im allgemeinen sind sie nur an den tieferen Gehängen häufiger; dafür findet man sie auf den umgebenden Hochflächen in um so größerer Zahl, so z. B. in der Kirchberggruppe bis wenige Meter unter dem Kirchberggipfel. Diese ganze Gruppe war also zu Zeiten des höchsten Eisstandes noch überflossen. Zwischen Fellhorn und der Waidringer Steinplatte lag die Eisoberfläche bei etwa 1600 *m*; von dort senkte sie sich ostwärts gegen das Saalachtal; auf der Loferer Alm gehen die Erratika nur bis 1440 *m* empor, so daß wir hier einen höchsten Stand von 1450 bis 1500 *m* anzunehmen haben. Am Südbabfall der Leoganger reichte das Eis bis etwa 1800 *m*. Aus den Karen der Steinberge schoben sich Lokalgletscher auf die Ferneismasse, die die Täler unter sich begrub. Es ragten also nur die Grate als schmale Streifen über die Eisoberfläche empor.

Die Pillerseetalung im Westen der Steinberge birgt aus der Würmeiszeit, der letzten großen Vereisung in den Alpen, ausgedehnte Ablagerungen, die uns gestatten, das Ausklingen des Eiszeitalters hier genau zu verfolgen.

Der langgestreckte Pillersee liegt in einem flachen, nur wenige Meter tiefen Becken, das von Moränenmassen gebildet wird. Seine Ausdehnung war einst viel größer: von der Gegend der Beutinghöfe reichte er bis gegen den Sattel von Fleden, über den man das Tal von Fieberbrunn erreicht. Das „Fledner Ried“ ist vom See durch den großen Schuttkegel, den der Lasbach in das Becken von St. Ulrich vorbaut, abgeschnürt worden und erfährt durch die Geröllmassen des Grieselbaches, der darein mündet, rasche Zuschüttung, die besonders in den letzten niederschlagsreichen Jahren große Fortschritte gemacht hat. Aber auch in den See selbst schieben sich große Schuttkegel vor, die vornehmlich von den steilen Gräben am Seehornwesthang mit Geröll beliefert werden.

St. Adolari steht auf zentralalpiner Moräne, die am Westhang des Tales gegen die Rechensauer Alm bis über 1000 *m* hoch emporreicht. Nördlich davon ist der flache Sattel der Rechensau ganz mit Moränen überkleidet; der Griesbach, der dem Pillersee entströmt, hat den Osthang des Rechersberges, 1020 *m*, in der wilden Schlucht der Ulricher Ofen tief zerschnitten, während unmittelbar daneben das alte Tal von mächtigen Moränenmassen verstopft ist, auf denen die Beutinghöfe stehen. Bei Waidring biegt der Griesbach ostwärts um und fließt auf einer breiten Sohle durch das Strubtal, das sich gegen die Enge des Strubpasses immer mehr verengert; schäumend eilt der Bach hier über Bergsturzböcke hinweg dem Saalachtal zu.

Die geräumige Talwasserscheide von Waidring erhebt sich kaum 20 *m* über dem Knie der Haselach²¹⁾ und wird von Gletscherschutt aufgebaut; das unruhige Gelände von Waidring weist schon darauf hin, daß wir es hier mit Endmoränen zu tun haben. Weiter im Westen reichen diese Ablagerungen bis gegen 900 *m* an den Hängen des Innerwaldtales empor. Dort, wo das Moratal von Norden her in dieses mündet, gehen die Moränen in eine Schotterterrasse über, die beiderseits mit scharfen Rändern 10 *m*, weiter westlich noch tiefer zum Bach abfällt; sie reicht auch in das Moratal aufwärts.

Leider sind, abgesehen von dieser Schotterterrasse, nur wenige Aufschlüsse in dem besprochenen Gebiet anzutreffen. Doch an den Hängen eines kleinen Tälchens, das südlich der Straße in die Lodermassen bis zu der an der Mündung des Moratals gelegenen Brücke eingesenkt ist, kann man verfolgen, daß das lettige Moränenmaterial westwärts immer mehr in Schotter übergeht.

Während F. S a h n²²⁾ die Waidringer Moränen als Grundmoränen ansieht, hält L e v y²³⁾ die Schotterterrasse, die bis zur Mündung ins Großachtal reicht, ebenso wie die Sattelregion von Waidring für Endmoräne, abgelagert von einem Ast des Großachengletschers, der von Erpfendorf in das Innerwaldtal hereinreichte. A m p f e r²⁴⁾ spricht von zwei Schotterterrassen, die ineinander eingeschachtelt seien. Auch

die Lockermassen, die das alte Tal bei Beuting verstopft haben, trennt er in einen tieferen Horizont mit bunten konglomerierten Schottern und einen höheren mit größerem Material. Tatsächlich steht unmittelbar vor dem oberen Eingang der Ulricher Ofen ein hartes Konglomerat von feinen bunten Schottern an, doch ist es lediglich beschränkt auf die tiefsten Hangteile, wo es dem Dolomit anlagert¹⁵). Gegen die Rechensau ist es nur in einzelnen, sehr kleinen, bis in eine Höhe von 900 m verfolgbaren Felsen an der Talflanke erhalten geblieben. Dieses Konglomerat ist nichts anderes als der Rest einer ehemaligen Schotterausfüllung des Grieselbachtals, das vermutlich durch den Gletscher nahezu völlig davon ausgeräumt und später wieder durch seine Moränen ausgefüllt wurde.

Südlich des Rechensauer Sattels finden sich in einer Höhe von rund 1000 m grobe Gneisblöcke am Gehänge. Einen weiteren Anhaltspunkt gibt die Moräne, die weiter im Süden im Lindtal, das von der Kirchberggruppe zum Ulricher Beden herabzieht, in einer Höhe von 1020 m aufgeschlossen ist.

Ein Ost des Saalachgletschers reichte am Ende der Würmeiszeit über Hochfilzen und Gschwendt bis ins Ulricher Beden und weiterhin bis in die Gegend von Waidring. Hier baute er bei längerem Stillstand seine Endmoränen auf, die nicht nur einen See abdämmten, sondern auch den Sattel der Rechensau überkleideten, das alte Tal hoch hinauf verstopften und die Waidringer Talwasserscheide schufen; die Schmelzwässer dieses Gletschers bauten das Schotterfeld im Innerwaldtal auf, das erst später zerschnitten und in Terrassen aufgelöst wurde. Die glazialen Ablagerungen im Lindtal sind als Ufermoräne anzusehen; berücksichtigen wir die Konvergenz des Gletscherzungenquerschnittes, so läßt sich die Höhe ihrer Oberfläche im Ulricher Beden mit etwa 1150 m angeben. Sie senkte sich nordwärts nur wenig, rasch vermutlich beim Austritt in die breite Quertalung von Waidring.

Es ist möglich, daß hier dieser Gletscher mit einem zweiten, von Lofer über den Strubpaf kommenden Ost des Saalachgletschers zusammentraf und gemeinsam endete; doch läßt sich dafür kein Beweis erbringen; die Schottersohle des Strubtals endet mit einer scharfen Kante an den Moränenmassen von Waidring. Für den Fall, daß das Strubtal damals eisfrei war, muß man wohl annehmen, daß jener Teil der Moränen, welche der durch das Ulricher Beden kommende Gletscher in das Strubtal vorbaute, später durch den Griesbach teils zerstört, teils von ihren Schottermassen bedeckt wurde.

Jedenfalls ist es sehr wahrscheinlich, daß erst durch diesen Gletscherstand die niedrige Talwasserscheide von Waidring geschaffen wurde. Bis dahin dürfte der Strubpaf als wirklicher Paf das Einzugsgebiet der Saalach und der Grofhache getrennt haben¹⁶). Dafür spricht außer anderen Gründen, die sich aus der Verfolgung der benachbarten Hochflächen ergeben, hier aber nicht besprochen werden können, vor allem das allmähliche Breiterwerden der Talfurche gegen die Grofhache hin.

Als sich der Gletscher infolge fortschreitenden Sinkens der Schneegrenze weiter zurückzog, zerschnitt sein Abfluß die eisfrei gewordene Moränenlandschaft nördlich des Sees, traf aber nicht auf den Grund des alten Tales, sondern auf dessen Westhang, wo er schließlich den Dolomit zersägte. Die Ulricher Ofen sind also epigenetischer Natur¹⁷). Ihre Entstehung behütete die Moränen von Beuting — sie reichen bis in den Sattel, 873 m, der den Mühlberg, 1050 m, vom Loferer Steinberg abtrennt — vor rascher Zerstörung.

Im Süden des Sees wird das Ulricher Beden von den ausgedehnten Schuttkegeln des Lashaches und des Grieselbaches eingenommen. Die Schottermassen, die der zweitgenannte hier ausgebreitet hat, werden südlich von Schwendt von weichgeformten Hügeln 20 bis 30 m hoch überragt. Über sie führt der Weg nach Hochfilzen. Mehrere tiefe Trichter, sogenannte Sölle, lassen im Verein mit den zentralalpiner Findlingen und gekrümmten Geschieben erkennen, daß wir es auch hier mit Moränen zu tun haben.

Sonderbar genug mutet hier das Entwässerungsnetz an. Folgt man dem Grieseltal bergwärts, so umgeht man in einem Bogen den Unterberg, 1200 *m*, der durch den flachen „Hals“ vom Loferer Steinberg losgelöst erscheint. Jenseits dieses Sattels erreicht man das Tal, durch welches der Raßlbach, der Abfluß des weiter südlich gelegenen Wiesenfees, dem Ulricher Beden zueilt. An der Südostede der Schwendter Moränen gabelt sich dieses Tal; eine regelrechte Bifurkation liegt hier vor: der südliche gegen Fleden gerichtete Talast birgt ein wasserloses Bachbett, das nur bei Hochwasser beneht wird, der zweite führt zwischen dem Unterberg und den Hügeln nach Schwendt; durch dieses Tälchen ist der Raßlbach an einer Sägemühle vorbeigeleitet worden. Am Tannentogl, 1301 *m*, ist jenseits des südlichen Talastes noch Moräne angelagert; dagegen steht an der Südostseite der Schwendter Hügel Dolomit an, so daß die nördliche Furche zur Gänze in festes Gestein eingeschnitten erscheint. Auch sie ist epigenetischer Entstehung: der Gletscher unterbrach seinen Rückzug durch einen längeren Stillstand, als seine Zunge gerade noch in das Ulricher Beden hineinreichte; an ihren Rändern flossen die Schmelzwässer dahin und nagten den Untergrund an; dabei schnitt das nördliche Rinnsal in den anstehenden Dolomit ein. Die Gabelung des Raßlbachtales ist ein sicherer Beweis dafür, daß dieser Gletscherast vom Hochfilzner Sattel herkam.

Auch im Bereich dieses Sattels finden sich Ablagerungen, die einen weiteren Gletscherhalt kenntlich machen. Im Südosten des Ortes ragt ein langgestreckter niedriger Rücken auf, der von Moränenmaterial zusammengesetzt wird. Von der Kirche zieht nordwärts gegen die Kurve der Bahn eine flache Bodenschwelle, die im Westen durch den Graben der Rotache aufgeschlossen und dort als Moräne erkennbar wird. Dem Hang angelagert, findet sich weiterhin Gletscherschutt oberhalb der Häuser von Warming und, gut aufgeschlossen, an der linken Seite der Mündung des Schüttachgrabens. An dem Gletscher, der bis an die Ostflanke der Buchensteinwand, 1455 *m*, heranreichte, stauten sich die Schottermassen dieses Seitentales auf; es fällt durch seine breite und nur wenig gegen den Sattel geneigte Sohle auf, die fast bis unmittelbar an den Kamernpaß heranreicht und dadurch ihre bei den Einheimischen gebräuchliche Bezeichnung begründet macht: man nennt diese Schotterflur hier den „Langboden“. — Als der Gletscher schwand, ward die Ufermoräne durchbrochen und ein Teil der Geröllmassen fortgeräumt. Der Griesensee am Hochfilzener Sattel ist durch Schuttkegel abgedämmt worden. Seine Zuschüttung ist nahezu vollendet; nur wenige schilfbestandene Sümpel erinnern noch an ihn.

Nach dem Hochfilzener Gletscherhalt muß sich die Schneegrenze um ein bedeutendes gehoben haben, denn erst im Mitterpitzgau sind wieder Gletscherablagerungen anzutreffen: im Bühlstadium baute der Saalachgletscher die Moränenwälle von Saalfelden auf. Die Hohlwege und das Leoganger Ahtental waren um diese Zeit schon frei von Eismassen. Im Saalachtal sucht man vergeblich nach Moränen, die denen von Waidring—Zeutling, bzw. Schwendt und Hochfilzen gleichgestellt werden könnten. Nördlich von Lofer ist nur wenig Gletscherschutt im Bereich der Scheffsnother Au aufgeschlossen, die sich, wie schon erwähnt, fast zur Gänze aus Bergsturztrümmern zusammensetzt. Vermutlich hat die Saalach die glazialen Ablagerungen zerstört oder mit ihren Schottern überdeckt.

Es ist begreiflich, daß der Gletscherast, der durch das Leoganger Ahtental bis in die Pillerseefurche reichte, auch in das Fieberbrunner Tal übergeflossen sein muß. Tatsächlich sind in ihm Moränen anzutreffen, doch ohne daß sie besonders charakteristisch in Erscheinung treten würden. Zur Zeit des Waidringer Haltes war naturgemäß auch der breite Sattel von Fleden vom Eis überflossen, das sich westlich von Fieberbrunn mit dem oben erwähnten Gletscher vereinigte; diese Eismassen erreichten noch den Fuß des Obingkogels (Endmoränen von Enterpfarr). Die glazialen Ablage-

rungen unterhalb Faistenau (westlich von Hochfilzen) lassen sich denen von Schwendt gleichstellen¹⁸⁾.

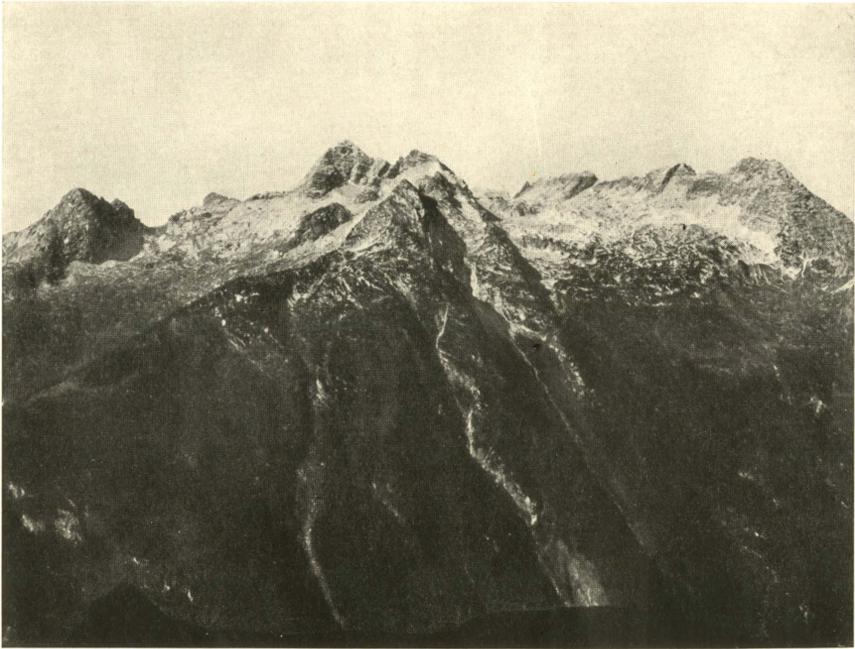
Wie in der Quertalfurche von Waidring, so sind auch in der Talung des Pillersees die Entwässerungsverhältnisse sehr eigenartig. Über die offene Talwasserscheide von Fleden, 880 *m*, gelangt man aus dem für den Bach, der es durchzieht, viel zu geräumigen Moosbachtal in das Ulricher Beden, das sich nordwärts immer mehr verengt. Auch hier scheint es zu einer Umkehrung der Entwässerungsrichtung gekommen zu sein; die ehemalige Wasserscheide dürfte einst nördlich des Pillersees verlaufen sein, wofür u. a. die hohe Lage der Mündungsstufe des Steinberggrabens, 1060 *m*, spricht. Von Hochfilzen, genauer von der Rotache her, erreicht man mit einem Anstieg von nur 6 *m* den Sattel von Warming, 852 *m*, der vom Schuttkegel des Lammbacher gebildet wird; er staut den Wiesensee auf, dessen Abfluß nordwärts durch eine Talenge ins Ulricher Beden geht. Hier scheint erst das Ferneis die Verlegung der Wasserscheide bewirkt zu haben. — Wenn man aus dem Grieselbachgraben talaus sieht, so schweift der Blick über den „Hals“ hinweg nach Fleden. Die Breite dieses Sattels wie der Umstand, daß am benachbarten Knie des Grieselbachgrabens der Bach nur wenige Meter unter der Sattelhöhe dahinfließt, dann aber in einem Wasserfall zu seiner nordgerichteten Fortsetzung niederstürzt, legt den Gedanken einer vor nicht allzulanger Zeit von Norden her erfolgten Anpassung des ursprünglich südlich des Unterbergs ins Ulricher Beden führenden Grieselbachgrabens nahe. Leider fehlen Terrassen, deren Verfolgung diese an sich berechtigten Vermutungen zu sicheren Erkenntnissen umwandeln könnte.

Eine auffallende Erscheinung ist die rund 5 *km* lange Sattelzone von Hochfilzen, zu der im Fieberbrunner wie im Leoganger Aemental Terrassen emporziehen. Nur wenig durch Gletscherschurf erniedrigt, stellt der Sattel eine Keifform dar, die darüber Aufschluß gibt, daß das Gefälle der durch ihn verbundenen Täler einst viel geringer war als heute.

Die Eigenvergletscherung

Im Bühlstadium ist das Gebiet der Steinberge frei von Ferngletschern. Schon zur ausgehenden Würmeiszeit — ihr allmähliches Ausklingen haben wir eben verfolgt — ziehen aus den Karen der Steinberge Lokalgletscher herab, deren Zungen sich dem Ferneis der umrahmenden Haupttäler aufschoben. Im Bühlstadium enden sie meist an den Mündungen der Seitentäler (vgl. die Rärtchen S. 301).

Der Gletscher, der aus den beiden Wehrgruben (Große 1920, Kleine 1900 *m*) gespeist wurde, zog sich in gewaltigen Eisbrüchen über die „Tretter“ in das Loserer Tal hinab, wo seine Zunge unmittelbar an der niedrigen Stufe über dem Strubtal ihr Ende fand. Das bezeugt die Blockmoräne, die an der Talmündung die Fernmoränenmassen überlagert. In dem wirren Blockwerk verschwindet der Egenbach, um weiter unten wieder zutage zu treten. Über das Wehrgrubensloch hinweg stand dieser Gletscher in Verbindung mit dem Lastalferner, der hauptsächlich aus den Karen der Ulricher Grube, 1950 *m*, und dem Mitterhornfar¹⁹⁾, 1950 *m*, beliefert wurde, aber auch von den nur wenig entwickelten Firnmulden zwischen Rothörnndl und Hinterhorn Zufluß erhielt. Der Aufstieg zum Hinterhorn führt im Lastal in einer Höhe von 1000 bis 1150 *m* über die mächtige Endmoräne, die vor der steilen Gletscherzunge hier abgelagert wurde. Große, gut zugerundete und geschrammte Blöcke von Dachsteinkalk werden durch die Hochwässer aus diesen Lockermassen ausgeräumt. Auch im nördlich benachbarten Steinberggraben zog ein Eisstrom talwärts, der, wie seine Ablagerungen beweisen, erst kurz vor dem Beginn der Teufelsklamm endete. Das Kar, in dem er seinen Ursprung nahm, liegt unter den Nordwänden des Seehorns, etwa 1750 *m* hoch,



1. Der Leoganger Steinberg von Nordost.



2. Oberes Lastal und Reifhörner vom Seehorn aus.



3. Der Leoganger Steinberg von Westen.



4. Der Loferer Steinberg von Südwesten.

und ist durch einen jüngeren Moränenwall abgeschlossen. Steile Schuttfelgel senken sich von den umrahmenden Felswänden in das Kar.

Einen eindrucksvollen Anblick muß zu jener Zeit die Nordflanke des Loferer Steinbergs geboten haben: Von den Wänden des Rothhörndls und der Rothhörner ziehen mächtige Schuttfelgel in zwei Kare hinab, die in 1600 *m* von Moränenwällen abgeschlossen werden. Weiter östlich tritt in einer Höhe von etwas über 2000 *m* eine auf fallende Leiste auf, über der schwach ausgeprägte Firnmulden liegen, während unter ihr steile Wände absinken zu 400 *m* tiefer ansehenden Karböden. Diese Stufe wird westlich der Gaidstatt unterbrochen durch eine von den Eismassen ausgefüllte Schlucht, die aus dem 2000 *m* hoch gelegenen Kar nördlich der Waidringer Nieder, 2302 *m*, herabzieht. Durch sie führt der Anstieg aus dem Strubtal empor. Im Osten der Gaidstatt ist in die erwähnte Leiste, die sich hier stark verbreitert, ein weiteres Kar eingesenkt. Auch am Osthang des Breithorns trifft man in Verfolgung dieses Gehängeknides auf eine allerdings nur mäßig entwickelte ehemalige Firnmulde; die Mittelhöhe ihres schrägen Bodens beträgt 1950 *m*. Nördlich davon öffnet sich in einer Höhe von 1850 *m* das schmale, längliche Kar der Barmshoß über dem Strubtal.

Der Eispanzer der Nordabstürze der Loferer reichte im Bühlstadium bis ins Haupttal hinab. Einen ähnlichen Anblick bot die Nordseite des Ochsenhorn—Vorderhornzuges. Die Stufe, mit der das Kirchtal über dem Becken von Lofer—St. Martin mündet, ist von groben Blockwerkmassen verhüllt. Hier endete zu jener Zeit ein Gletscher, der aus vier Karen gespeist wurde: Durch die als Lawinenbahn berücksichtigte „Lahnfahrt“ steigt man steil empor zu der Großen Schneegrube, 1800 *m*, deren Eismassen über den Lärchsattel hinweg mit den in der westlichen Lärchgrube, 1720 *m*, gesammelten in Verbindung standen; das Lärchhörndl ragte als Torfsäule über den Gletscher empor. Aus einem steilen kleinen Kar, das in die Wände zwischen dem Mittleren und Vorderen Ochsenhorn eingebettet ist, brachen Eislawinen auf jene tieferen Firnfelder nieder. Ein Grat, der sich vom Vorderen Ochsenhorn löst und in einer Höhe von 1550 *m* endet, trennt die westliche von der östlichen Lärchgrube, 1650 *m*. Einen weiteren Zustrom erhielt der Kirchtentaler Gletscher aus dem Kar der Kleinen Schneegrube; der steile Boden dieses tief unter den plattigen Nordabstürzen des Vorderhornzuges gelegenen Kares hat eine Mittelhöhe von nur 1350 *m*.

Von der Südseite des Ochsenhorn—Vorderhorn-Grates sind nur das kleine Steinkar, 1800 *m*, und die ehemalige, heute stark verschüttete Firnmulde des „Fellerer Sandes“, 1900 *m*, zu erwähnen. Durch sie führt der Weg zum Rotzchartl empor, dem Übergang in die Kleine Wehrgrube. Weiter im Westen liegt unter dem Hörndl ein Doppelkar, 1570 *m*; zur Zeit des Bühlstadiums reichte hier, wie mächtige Moränen erweisen, ein Gletscher im Wohlauergraben bis in eine Höhe von 1300 *m* herab. Noch um 100 *m* tiefer endete im benachbarten Hafenschloch ein Ferner, der in einem durch seine Wildheit eindrucksvollen Kar unter den Reifhornwänden seinen Ursprung hatte. Der Schrägboden dieser Firnmulde, im Mittel 1780 *m* hoch, ist gegen die Geißelhörner zu durch eine berücksichtigte Lawinengasse zerstört.

Auf der Nord-, bzw. Ostseite der Leoganger zogen in jener Periode des Eiszeitalters vier mächtige Gletscher zu Tal. Die Ferner der beiden Saugruben (Große 2020, Kleine 2120 *m*) vereinigten sich dort, wo der trennende Grat im Saurüssel unvermittelt endet, und schoben ihre gemeinsame Zunge bis an die Rothrudklamm vor, durch die der Rotzschüttbach in den Schüttachgraben herunterstürzt. Zwischen dem Hinterkafer Jagdhaus und der Dalsenalm sind die dazugehörigen, von Rachen zer-rissenen Moränenmassen ausgezeichnet aufgeschlossen. S a h n²⁰) hat sie irrümlich als Fernmoräne kartiert. Die tiefe Endlage dieses Saugrubengletschers berechtigt zu der Annahme, daß die Ferner, die aus dem Nebelsbergkar, 2200 *m*, und der Grub, 2000 *m*, gespeist wurden, bis ins Saalachtal herabreichten; ihre Endmoränen hat

die Saalach zerstört. Überaus scharf geben unterhalb des Nebelsbergklares unterschrittene Felswände zu beiden Seiten die Ränder des Gletschers an, der hier in schimmernden Eiskaskaden zum Haupttal abstürzte. Ähnliches ist am Nordosthang des Lahnerhorns zu sehen, wo aus einem Kar, 1750 *m*, das in die breite, dem Ramm vorgelagerte Plattform eingesenkt ist, eine schmale Eiszunge herabhing. Weiter im Süden, östlich der Rote 1936, belieferte ein zweites Kar, 1650 *m*, durch seine Eislawinen den unter ihm wegziehenden Nebelsberggletscher.

Den zentral gelegenen vier großen Firnmulden der Leoganger gefellen sich im Gegensatz zum Loferer Steinberg nur wenige kleine Kare zu. An der Westflanke öffnet sich südlich des Heueds ein steiles verschüttetes Kar, 1850 *m*, über einem Seitental des südlichen Schüttachgrabens.

Der Gletscher der Grub erhielt Zufluß aus einem Kar, das östlich vom Mitterhorn, 2205 *m*, in 1800 *m* Höhe gelegen ist. Steile Dolomitrunsen ziehen in diese alte Firnmulde herab, unter der eine vom Eis ausgekoltete Schlucht ansteht. Auch östlich des Säulgangs, 2099 *m*, öffnet sich ein kleines Kar, 1660 *m*, über der Niedergrub.

Die Rückwand des Nebelsbergklares ist infolge der Untergrabung durch den Firn und der Rückwitterung derartig zerstört worden, daß das Eis zwischen dem Nördlichen Hundshörndl und dem Birnhorn unmittelbar an die Südflanke heranreichte und dadurch mit den überaus steilen Eiszungen in Verbindung trat, die im Riechenkar, im Schorleitentar, weiters im Reifensand und einer zwischen den beiden letztgenannten gelegenen Rinne gegen das Leoganger Ahtental jählings herabsanken²¹).

Im Bühlstadium lag die Schneegrenze rund 900 *m* tiefer als heute, in unserem Gebiet also etwa 1600 *m* hoch²²). Später hob sie sich weiterhin um 300 *m* und aus dieser Zeit, dem sogenannten Gschnitzstadium, sind uns abermals zahlreiche Moränen erhalten geblieben: Wenn man im Loferer Steinberg über die Tretter gegen die beiden Wehrgruben ansteigt, so findet man in einer Höhe zwischen 1450 und 1700 *m* undeutliche Moränenhügel, die am Weg manchmal aufgeschlossen sind und zahlreiche gekritzte Geschiebe führen. Wohlentwickelte Gschnitzmoränen schließen die benachbarte Große Schneegrube in einer Höhe von 1650—1800 *m* ab. Das Gleiche gilt für die Lärchgruben. Am Ausgang des Bühlstadiums erreichte übrigens der aus diesen Karren gespeiste Gletscher nicht mehr die Stufenmündung des Kirchentales, sondern endete, wie grobe Bloßmassen erkennen lassen, am unteren Ende des Lärchzippes, 1050 *m*, der die Lahnfahrt und den östlich benachbarten Graben trennt.

Weitere Endlagen aus der Gschnitzzeit bezeugen die Moränenwälle, welche die Kare nördlich des Rothörner-Hinterhorngrates in einer Höhe von 1600 *m* abschließen. Etwas höher liegt der Moränenkranz unter dem Steinberggrabenkar. Mit Ausnahme des Gletschers, der aus den Wehrgruben bis zu den Trettern herabzog, waren damals die Eismassen auf die Kare allein beschränkt.

Das Gleiche gilt für die Leoganger. Hier umspannen mehrere nicht ununterbrochen verfolgbare Moränenzüge den Ausgang der Grub von der Mittagscharte bis unter das Tierkar, das durch das Mehshörndl von der Grub geschieden wird. Der Grat zwischen Ruchelhorn und Mehshörndl wurde teilweise durch das Eis zerstört, so daß die letztgenannte Erhebung als „Torsäule“ über den Gletscher aufragte. An ihrem Fuße sind die Gschnitzmoränen, 1800 *m*, am besten erhalten. Im Nebelsbergkar²³) tritt östlich der Rothörner eine alte Ufermoräne auf; damals erreichte der Gletschertrand offenbar nicht mehr den Fuß der benachbarten Wände; der Gschnitzgletscher dürfte hier immerhin bis in die Gegend des Nebelsbergjagdhauses, 1450 *m*, gereicht haben. Östlich davon ist in der „Hinteren Schoß“ ein treffliches Beispiel dafür zu sehen, wie ein steiler Lawinengraben durch einen Gehängegletscher verändert wird.

Über auch im letzten Stadium des ausgehenden Eiszeitalters, im sogenannten Daunstadium — die Schneegrenze lag damals in einer Höhe von etwa 2100 bis

2200 *m* — waren die Grub und das Nebelsbergkar, die beiden Saugruben und im Loferer Steinberg die Große und Kleine Wehrgrube in ihren höchsten inneren Teilen von kleinen Gletschern bedeckt. Der Weg, der im Loferer Steinberg aus der Großen Schneegrube am Sattelhorn vorbei zur Schmidthütte führt, quert in der Kleinen Wehrgrube in einer Höhe von 1950 *m* eine Moräne, welche die Endlage eines Daungletschers bezeichnet. Die kümmerlichen Ferner, die zu jener Zeit in den Steinbergen vorhanden waren, vermochten immerhin in den Rarhintergründen kleine Mulden auszuschrufen, so z. B. die Schneegrub, 2250 *m*, im obersten Teil der Großen Saugrube.

Auch heute verschwinden im Sommer in diesen höchsten Regionen nur selten zur Gänze die Schneemassen, die während der kalten Jahreszeit hier aufgehäuft werden. Aber auch in tieferen Teilen finden sich perennierende Schneereise, wie z. B. im Birngraben unter dem Birnhorn, wo Lawinenfirn noch in einer Höhe von etwa 1150 *m* den Sommer überdauert²⁴). Auch im Hasenloch liegt, trotzdem es wie der vorgenannte Graben gegen Süden offen ist, jahraus jahrein Schnee, der stark verfirnt ist und in einer Höhe von 1700 *m* von bedeutenden Querspalten durchsetzt wird.

Noch einer eigenartigen, mit dem Eiszeitalter zusammenhängenden Erscheinung muß Erwähnung getan werden. Häufig fällt schon von weitem an den Abhängen der Steinberge, besonders an der Südseite der Leoganger und an der Westseite der Loferer, gelblich gefärbter Schutt auf, der in großen Mengen in die steilen Gräben eingelagert ist. Die Bäche sind im Begriff, die losen, mitunter gut geschichteten Geröllmassen, die sich aus mäßig abgerollten, der Umgebung entstammenden Dolomit- und Kalkbroden zusammensetzen, auszuräumen. Diese Ablagerungen haben den Charakter von Massen, die durch Wasser verfrachtet und abgelagert worden sind. Vermutlich handelt es sich um Schuttkegel, die, als gegen Ende der Würmeiszeit die Ferneisströme zu schrumpfen begannen, aus den obersten Teilen der freiverdenden Gräben auf die Gletscher hinausgebaut wurden. Infolge des Sinkens der Eisoberfläche erfuhren die Geröllmassen eine Anstüdelung nach unten zu, während sie von oben her durch die Bäche bereits zerschnitten wurden. An einem solchen aufgeschlossenen Schuttkegel führt in einer Höhe von 1200—1400 *m* der Aufstieg von Leogang zur Mittagscharte vorbei.

Am Westhang des Seehorns erscheinen an den von diesem Schutt teilweise schon wieder freigelegten Hängen des engen Schaflgrabens harte, steil talaus fallende Bänke einer Geröllbreccie; ihre Gesteinszusammensetzung ist dieselbe wie die des jüngeren losen Schuttes. Es muß sich der Vorgang der Zuschüttung und Ausräumung also wiederholt haben. Vielleicht ist die Bildung dieser Breccie, die auch von der Nordflanke der Steinberge oberhalb des Strubpasses bekannt ist, an das Ende der vorletzten Eiszeit, der Rißzeit zu stellen.

Es ist begreiflich, daß die Ferneismassen die Haupttäler erweitern und vertiefen mußten, nenngleich das Ausmaß dieser Veränderung nicht überschätzt werden darf. Die Verlegung von Wasserscheiden an der Westseite der Steinberge wurde schon erwähnt. Sichere Angaben über die Höhenlage der präglazialen Talgründe lassen sich vorläufig nicht machen. Im Saalachtal sind zahlreiche Stufen und Terrassen an das Auftreten harter Gesteine gebunden. Andererseits lassen sich manche Mündungsstufen wie z. B. die des Rirchentales deshalb nicht zur Rekonstruktion eines voreiszeitlichen Saalachtalbodens verwenden, da die Hängetäler darüber verkarstet sind und infolgedessen ihre Tiefertlegung gegenüber jener der Haupttalsöhle — gleichgültig ob diese durch Wasser oder Eis erfolgte — zurückbleiben mußte.

Die Übertiefung der Haupttäler fand weniger während der Hocheisstände statt, da zu diesen Zeiten wohl nur die oberen Teile der Eismassen sich langsam in der Richtung gegen das Vorland bewegten, während die tieferen als tote Massen die Talgründe erfüllten; aber in den Perioden des An- und Abflauens der einzelnen Eis-

zeiten mußten die nur wenige hundert Meter mächtigen Ferneisströme die Haupttäler ohne Zweifel gegenüber manchen von Lokalgletschern freien Seitengräben vertiefen und erweitern. Zu den auf diese Weise entstandenen Mündungsstufen gehören die des Obenbaches, die später durch die prächtige Vorderkaferklamm zerschnitten wurde, ferner die benachbarte Stufe des Rotschüttgrabens, die der Bach durch die Anlage der Rofrudschlucht schon weitgehend zerstört hat. Auch die schöne, nur wenig bekannte Teufelsklamm an der Mündungsstufe des Steinberggrabens im Norden des Pillersees ist an dieser Stelle zu erwähnen.

Die vorzeitliche Entwicklung der Steinberge

Aus der Ungleichartigkeit der Karformen in den beiden Steinbergen ergibt sich die Lösung der Frage, wie hier die Hochregion vor dem Diluvium ausgesehen haben mag. Überaus auffallend stehen den kleinen randlichen Karren die großen flachen Firnmulden in den Leogangern und die beiden Wehrgruben in der Nachbargruppe gegenüber. Hoch über den Tälern öffnen sie sich, nur wenige hundert Meter von scharfen Graten überragt (s. Bild 1). Ich habe schon auf die Ähnlichkeit des Leoganger Steinbergs mit dem zentralen Dachsteinmassiv hingewiesen. Aber dort finden wir beiderseits des Karlseisfeldes im nördlichen Teil der umrahmenden Rämme, an den Ochsenfogeln und dem Niedergjaidstein, nicht Grate wie weiter im Süden, sondern über den Karseitenwänden dehnt sich eine Landschaft aus, die durch ein flaches felsloses Relief gekennzeichnet ist. Hier läßt sich also unmittelbar erkennen, daß sich im Eiszeitalter der Firn in breiten offenen Tälern gesammelt hat, die aber lange vorher schon verkarstet waren und deshalb hoch über den der Erosion durch fließendes Wasser weiterhin ausgehauenen Haupttälern lagen. Durch das Eis wurden diese Hochtäler in Kare verwandelt, die trennenden flachen Rücken untergraben und teilweise vernichtet, so daß bis auf geringe Ausnahmen scharfe Grate an ihre Stelle traten.

Wenn wir auch in den Steinbergen nirgends mehr Reste solcher Flachformen finden, so ermöglicht u. a. die Parallele mit dem Dachstein und ähnlichen Vorkommnissen in der unmittelbaren Nachbarschaft — im Steinernen Meer und auf der Reiteralm — die Annahme, daß die Anlage der breiten Kare im zentralen Teil der Steinberge auf das einstige Vorhandensein flacher offener Hochtäler zurückgeht. Ich habe schon eingangs erwähnt, daß die Kalkstöcke in der Umgebung der Steinberge eine kupfige Landschaft tragen, die Höhenunterschiede von etwa 200—400 m aufweist und in den einzelnen Gruppen verschieden hoch liegt. Auch in der Gipfelregion der südlich vorgelagerten Schieferberge finden sich solche Flachformen erhalten. Die nähere Untersuchung der morphologischen Verhältnisse stellt etwa folgenden Entwicklungsgang in unserem Gebiet vor Augen:

Der oligozäne Deckenschub türmte mächtige Massen übereinander, die zunächst den Untergrund einwalnten, so daß die komplizierte Verfaltung dieser ganzen Massen in die Tiefe zu wirksam wurde. Darum entwickelte sich in der folgenden Zeit im Bereich der Alpen eine nur wenig über das Vorland aufragende Landschaft²⁵⁾. Die Flüsse zogen damals aus der Gegend der heutigen Alpen-Hauptwasserscheide nordwärts, ohne den Umweg durch Längsfurchen zu nehmen. Später stiegen die hinabgepreßten wirren Falten- und Deckenmassen in ihrer Gesamtheit langsam wieder empor. Dadurch, daß das nicht überall gleichmäßig rasch geschah, bildeten sich lokale Aufwölbungen, die das ursprüngliche Entwässerungsnetz zerstörten und der Anlaß zur Entstehung jener Ruppenlandschaft wurden, die wir auf den Berggruppen rings um die Steinberge noch erhalten sehen. Das Saalachtal und die anderen umrahmenden Täler, auch die Schüttachgräben wurden bereits damals angelegt. Die Hochtäler, die in den Steinbergen erst viel später zu den großen Karren umgewandelt wurden, gehörten

in das Relief der damaligen Mittelgebirgslandschaft. Sie wurde weiterhin gehoben, wobei die Steinberge rascher anstiegen, während andere Gebirgsteile wie die Kirchberggruppe, Kammerköhr- und Lofereralmen, die westlichen Ausläufer des Steinernen Meeres und die Schieferalpen an Höhe zurückblieben. Es ist klar, daß durch die ungleichmäßige Hebung der einzelnen Berggruppen der Schichtverband gestört werden mußte. In der Tat fällt das Saalachtal mit einer Bruchzone zusammen, während das Strubtal an einer Niederbeugung (Flexur) gelegen ist; auch aus dem Ulricher Becken läßt sich eine Verwerfung bis Waidring verfolgen²⁶). In dieser zweiten Hebungssphase wurde also die ursprünglich zusammenhängende Kuppenlandschaft in einzelne verschieden hoch gelegene Teile zerlegt. Die innere Zerklüftung der Kalkstöcke wurde infolge der mitgemachten Bewegungen immer größer, so daß die Lösungskraft des Wassers in dem kalkigen Gestein immer mehr zur Geltung kommen konnte. Mit anderen Worten: Die flachen Formen in der Gipfelregion fielen einer stets stärker werdenden Verkarstung anheim, während die Erosion des fließenden Wassers auf die großen Haupttäler und deren unmittelbare Nachbarschaft beschränkt blieb. Infolgedessen wuchs der Höhenunterschied zwischen den Talgründen und den verkarsteten Hochflächen unaufhörlich, ein Vorgang, der auch heute noch fort dauert. — In den tiefen Tälern stehen Gesteine an, die wenig oder gar nicht durchlässig und außerdem im Vergleich zu den hangenden Kalkpartien lange nicht so widerstandsfähig sind. Darum weichen die Talhänge rasch zurück; das Gleiche gilt von den steilen Seitengraben, in denen die Erosion, wie eingangs erwähnt, sehr lebhaft am Werke ist. Die Ränder der wasserlosen und darum wenig veränderlichen Karstlandschaft in der Gipfelregion werden deshalb geradezu untergraben und zurückgedrängt. Bergstürze und die Bildung immer höher über die Gräben aufragender Klüften sind die Folge. Es ist das übrigens eine für die ganzen Kalkalpen charakteristische Erscheinung.

Lange vor dem Beginn des Eiszeitalters waren die Steinberge schon ein Hochgebirge; denn von den tieferen Hangteilen leiteten schon vorher Felswände zu dem in seiner Ausdehnung stark eingeschränkten Rest der Kuppenlandschaft in der Gipfelregion empor. Diese selbst wurde aber erst durch die Vergletscherung zerstört, die an die Stelle von flachen Räden und Tälern Grate und breite Kare treten ließ²⁷). Die randlich gelegenen Kare sind dagegen nichts anderes als die durch die Ansammlung von Firn und Eis umgebildeten steilen Quelltrichter der die Gebirgsflanken gliedernden Gräben.

Karstformen

Vornehmlich im Bereich des Dachsteinkalks, also in der Gipfelregion und tief herunter an den Nordostflanken sind die Steinberge verkarstet. Die Kare werden meist von schwer begehbaren Karrenfeldern eingenommen. Tiefe Dolinen sind dort, wo sich Gesteinsklüfte kreuzen, in den Boden der alten Firnfelder eingesenkt. Die Form dieser Karsttrichter wechselt unaufhörlich. In den Wehrgruben sind sie langgestreckt und ihre Anlage an Verwerfungen ist leicht erkennbar. Quert man das wilde Karrenfeld, das nördlich des Kreuzreißhorns gelegen ist, dann gewinnt man Einblick in große Karstbrunnen von meist kreisrundem Querschnitt. Fast senkrecht sinken diese Schlotte ab und nahezu stets verhüllt ein Schneepfropf auch noch im Herbst die Schludlöcher an ihrem Grunde. Es ist klar, daß auch die ausgezeichnete Vankung des Dachsteinkalks die Anlage von Hohlräumen begünstigt, da die Schichtfugen vom Siderwasser verweitet werden können. Die wenigen kleinen Quellen, die in größerer Höhe austreten, gehen meist darauf zurück, daß zwischen die Kalkbänder eine tonig-mergelige Zwischenlage eingeschaltet ist, die schon von weitem durch ihre gelbe, manchmal rötliche Farbe auffällt und wasserundurchlässig ist. Ständige Klustquellen sind nicht nur

in der Gipfelregion, sondern auch an den Gehängen selten; anders nach schweren Regengüssen oder Neuschnee: da wird der ganze Berg lebendig, aber das Wasser, das dann allerorten aus Klüften austritt, versiegt schon nach kurzem Laufe wieder.

Die wenigen während des ganzen Sommers fließenden Quellen in der Hochregion haben *Crantz* und *Cinselle* beschrieben²⁸⁾. Dem erstgenannten verdanken wir auch eine Übersicht über die Höhlen in den Steinbergen²⁹⁾. Seit langem ist das *Lamprechts-Ofenloch*, 653 m, bekannt, das sich nördlich von *Weissenbach* wenige Meter über der Sohle des *Saalachtals* öffnet. Der Höhlengang hat sich längst zu einer Klust entwickelt, welche die *dolomitischen Kalkbänke* am Fuß des *Lahnerhorns* durchseht. Zur Zeit der Schneeschmelze entströmen dem Felsentor gewaltige Wassermassen. Aber auch im *Dolomit* kommt es gelegentlich zur Bildung von Hohlräumen, wie die starke *Seisenbachquelle*, 800 m, beweist, die unter den Nordhängen der *Wurzköpfe* im *Strubtale* zutage tritt. Nicht unerwähnt darf eine *Karstform* bleiben, die in den *Steinbergen* so häufig entwickelt ist, daß ihr die Bevölkerung einen eigenen Namen beigelegt hat: Es sind das die *Tretter*. Unter einem *Tretter*³⁰⁾, manchmal auch *Grub* genannt, versteht man eine *Hohlform*, die an drei Seiten von steilen Wänden umschlossen wird, einen ebenen oder wenig geneigten Boden hat, der an der vierten Seite häufig mit einem *Steilabfall* gegen das tiefere Gelände abbricht. Es sieht also ein solches *Trett* einem *Kar* ähnlich. Am besten ausgeprägt erscheint diese Form in der *Niedergrub*, 1200 m, durch die man aus dem *Saalachtal* zur *Passauer Hütte* aufsteigt. Der Boden dieses *Tretts* ist von *Blodwerk* erfüllt, das teils von den umrahmenden *Steil- und Felshängen* herrührt, teils von *Lawinen*, die vom südlich benachbarten *Hauptgrat* herabstürzen. Aber auch *Gletscherschutt* liegt darin, denn der *Ferner* der *Grub* zog hier einst herab. Die *Rückwand* des *Tretts* ist von dem *Wasserfall*, der im *Frühjahr* über sie herabstürzt, abgeschauert. In etwa halber Höhe dieses *senkrechten hellen Streifens* öffnet sich eine *Höhle*. Unmittelbar vor der *Schwelle* der *Niedergrub* sind zwei weitere *Klüfte* an der sie im *Süden* begleitenden *Felswand* erkennbar. Darunter tritt am *Wege* eine *Quelle* aus³¹⁾.

Stets sind an der *Felsumrahmung* der *Tretter* größere oder kleinere *Höhlenöffnungen* zu beobachten; sie geben uns einen *Anhaltspunkt* dafür, wie man sich die *Entstehung* dieser *Karstformen* vorzustellen hat: Jeder *Hang* weicht infolge der *allmählichen Abfuhr* der durch die *Verwitterung* aus dem *festen Gesteinsverband* losgelösten *Teile* zurück. Dabei kann es vorkommen, daß eine oder mehrere *wasserführende Klüfte* angegriffen werden. Die *starke Wasserader*, die dann aus dem *Berg* austritt, leitet eine *kräftige Erosion* ein, deren *Ergebnis* zunächst eine *steilwandig begrenzte Quellnische* ist. Die *Täler*, die auf solche Weise entstehen, haben infolge ihrer *Steilhänge* eine gewisse *Ähnlichkeit* mit *glazialen Trögen*; der *steile unvermittelte Tal-schluß* dieser *Karstfactäler*³²⁾ wurde früher für einen *Trog-schluß* gehalten. Das *Loferer Tal* gehört unter diese *Formen*; wie schon erwähnt, mündet es mit einer *Stufe* ins *Strubtal*, die aus *glazialen Ablagerungen* besteht. Die *Blodmoräne*, welche die *Stufe* krönt, *schließt* eine *Schotterfläche* ab, die von einem *mäandrierenden*, nur nach *starken Regengüssen* benetzten *Bachbett* durchzogen wird. Verfolgt man es *talauf*, so gelangt man zu *zwei starken Quellen*, die *unterhalb* des „*Wechsels*“ am *Fuß* des *rechten Talhanges* austreten; der *Bach* versiegt bei *trodener Witterung* bald *naher* in den *Schottern* und *erscheint* erst wieder *unterhalb* der *Blodmoräne*. Das *ganze Rinnsal* verdient den *Namen Erenbach*³³⁾. Es ist *charakteristisch*, daß die *Kluströhen*, die ihn *speisen*, gerade dort liegen, wo die *Verwerfung* des *Wechsels* sich mit der der *Schwarzwand* nahezu *rechtwinkelig* *verschneidet*. Etwas *oberhalb* des *Quellenpaares* *schließen* sich die *beiden Steilflanken* des *Loferer Tales* zu einem *Felshalb-kreis* *zusammen*, der von einem *steilen Graben* durchrissen wird. Der *Schuttkegel* an *seinem untern Ende* beweist, daß hier *zeitweilig* auch *oberflächlich* *Wasser* *fließt*.

Vom Aufstieg zur Schmidt-Hütte sieht man an der linken Seite dieses Grabens eine große Höhlenwindung aufgeschlossen. Auch auf seinem rechten Hang treten zwei große Klüfte zutage. Die Ausgänge weiterer Höhlengänge sind oberhalb der Steinberghütte und am Fuß der Eibhorn-Ostwand zu beobachten²⁴⁾. Bei der Tiefertlegung des Loferer Tales wurde einst diese kluftreiche Region aufgeschlossen; die Wassermassen, die hier den Berg verließen, bedingten eine lebhaftere Erosion unterhalb ihres Austrittes, während die Entwicklung des Talhintergrundes zurückblieb; darum mußte hier allmählich eine Steilstufe im Längsschnitt entstehen. Heute entströmt den angeführten Höhlen für gewöhnlich kein Wasser, der Erenbach erscheint, wie erwähnt, erst unterhalb von ihnen.

Es ist zweifellos, daß der Wehrgrubengletscher das Loferer Tal noch etwas vertieft und verbreitert hat, aber die Talform als Ganzes ist voreiszeitlich. Eine Auskolkung durch den Grubgletscher hat auch das Trett des Niedergrub erfahren. Ein ausgesprochenes Karsttal ist weiters das Kirchentäl. Völlig wasserlos, öffnet es sich 200 m über dem Saalachtal. Die Stufe selbst wird heute durch einen starken Bach zerschnitten; er wird aus zahlreichen Quellen gespeist, die unter der Stufenkante an dem mit Moränenblöcken überfänten Hang austreten. Am benachbarten Südrand der Sohle des Haupttales selbst sind Kluftquellen überaus häufig. Es ist klar, daß die fortschreitende Hebung des Gebirgs dazuführt, daß allmählich auch die tieferen Regionen kluftereicher werden; dadurch fallen immer tiefere Gehängeteile der Verkarstung anheim, ohne daß dies darum überall der Fall zu sein braucht. Denn die wenigen Kluftquellen in der Hochregion beweisen, daß es hier immerhin noch ab und zu spaltenarme Räume gibt, sonst könnte über ihnen kein Wasser austreten. Im allgemeinen aber sind heute die Treter wasserlos und zum großen Teil auch die Karsttäler. Starke Wasseradern treten nur in unmittelbarer Nähe der Haupttalsohlen auf²⁵⁾. —

Es ist mir eine angenehme Pflicht, dem Alpenverein dafür zu danken, daß er es mir durch eine Unterstützung ermöglicht hat, die Studien, deren Ergebnisse hier in großen Umrissen²⁶⁾ niedergelegt wurden, zu vollenden.

Anmerkungen:

¹⁾ „Römer-“ oder „Romerfattel“ ist eine Verballhornung. Es heißt richtig: „Ramernfattel“ oder „Auf den Ramern.“ Rams-Schutt. — ²⁾ Vgl. S. V. (Schriftenverzeichnis) 1, 6, 7, 11, 13. In 7 eine geol. Karte, die u. a. die Osthälften der Loferer und das Lahnerhorn umfaßt. — ³⁾ S. V. 7, S. 6. — ⁴⁾ S. V. 1, S. 39. ⁵⁾ Hahn (V. S. 7, S. 44–46) spricht von einer „Sattelzone der Schüttachgräben.“ Die Schichten fallen am Vorderhorn Nord bis Nordnordost, am Lahnerhorn Nordnordost und nicht Ost Südost, wie Hahn irrtümlich angibt und in einem Profil zu erläutern versucht. Die Streichungsrichtung der Schichten ist also nahezu senkrecht zur Talmündung des Nördlichen Schüttachgrabens. Weiter im Westen ist der Schichtverband zwischen den Steinbergen derart unterbrochen, daß die Südseite des Loferer gegenüber der Nordflanke der Leoganger herausgehoben erscheint. Die unrichtige Auffassung, daß die Loferer als Nord-, die Leoganger als Südfügel einer im Bereich der Schüttachgräben zu denkenden Sattelzone angehören, hat leider auch in den Hochturlisten (Bd. II) Eingang gefunden. — ⁶⁾ S. V. 7, S. 13. — ⁷⁾ S. V. 1, S. 32. — ⁸⁾ S. V. 2, S. 127. — ⁹⁾ S. V. 1, S. 19 und 32. — ¹⁰⁾ S. V. 13, S. 361. — ¹¹⁾ Eranz (S. V. 3, S. 212) erwähnt, daß der Bach, der den Pillersee durchfließt, bis zum See Grieselbach, von dort bis Waibring Griesbach, weiterhin bis zum Strubpaß Haselache, noch weiter talab Strubache heißt. Unter dem „Strubtal“ versteht man die Längstallstrecke zwischen Waibring und dem Beden von Lofer. Die Bezeichnung „Inner-Strubachtal“ für die Pillerseefurche ist nicht gebräuchlich. — ¹²⁾ Geologie der Kammerker-Sonntagshorngruppe. Jahrb. Geol. R. U. Wien, 1910, Bd. 60. S. 398. — ¹³⁾ Quartärstudien i. d. Chiemgauer Bergen. Ostalp. Formenstudien, Abt. 1, H. 3, S. 27. — ¹⁴⁾ S. V. 1, S. 29. — ¹⁵⁾ Das von Ampferer gezeichnete Profil (S. V. 1, S. 28) ist in diesem Sinne zu berichtigen. — ¹⁶⁾ Vgl. ¹⁷⁾ S. 58. — ¹⁷⁾ Vgl. ¹⁸⁾ S. 28. — ¹⁸⁾ Brückner (S. V. 2, S. 88) hat an den fluvioglazialen Schottern im Fieberbrunner Tal nachgemessen, daß in dieses das Ferneis über den Hochsilzener Sattel her eindrang, ehe es noch vom Großachental, also von Westen her, überflutet werden konnte. Es zeigt sich demnach, daß sowohl während des An-

wachsend der zentralalpiner Gletscherströme als auch zur Zeit ihres Abflauens der Saalach-Saalachgletscher den Vorrang vor dem Inn-Großachengletscher hatte. Es wird das auch begreiflich, wenn man bedenkt, daß der Paß Thurn die Mitterpingaugschwelle um rund 500 m an Höhe überrückt und daß das unterste Inntal nur aus dem Zillertal Eiszufluß erhielt. — ¹⁹⁾ In der Literatur bisher als „oberste Lastalschlucht“ bezeichnet; dieses landschaftlich schönste Kar der Loferer wird dermaßen vom Mitterhorn (-Hinterhorn) beherrscht, daß ich dafür den Namen Mitterhornkar vorschlage; er ist auch in die neue A. B.-Karte aufgenommen worden. „Ulricher Grube“ heißt das südlich benachbarte Kar unterhalb des Wehrgrubenjoches. — ²⁰⁾ Vgl. S. V. 7, Kartenbeilage. — ²¹⁾ Auch bei der Passauer Hütte reichte ein schmaler kurzer Eisclappen von der Grub über die Südsflanke hinab. — ²²⁾ Zur Zeit des Würmeiszeitstandes lag die Schneegrenze in den Steinbergen bei etwa 1200 m. Im Gegensatz zu den großen Quertälern der Saalach und der Großache sind in der weiteren Umgebung der Pillerseefurche zahlreiche glaziale Ablagerungen aus dem Ende der Würmeiszeit erhalten geblieben. Das Vorhandensein flacher niedriger Talwasserscheiden und die relative Wasserarmut der Gerinne hat ihre Zerstörung verhindert und damit die Möglichkeit gegeben, das Ausfließen der letzten Haupteiszeit genau zu verfolgen. — ²³⁾ Nach alten Karten ist diese Schreibweise und nicht „Ebersbergkar“ die richtige. — ²⁴⁾ Vgl. S. V. 6. — ²⁵⁾ Vgl. hierzu S. V. 9. — ²⁶⁾ Ich kann Ampferer keineswegs beistimmen, wenn er behauptet (S. V. 1, S. 38), daß sich große randliche Verwerfungen nicht verfolgen lassen. — ²⁷⁾ Es ist klar, daß die Hochtäler schon vor der Eiszeit durch die Verkarstung in gewisser Weise verändert werden mußten. Vgl. dazu das über die Karstformen Gesagte. — ²⁸⁾ S. V. 3, 4, 5. Raum-mangel verbietet hier eine neuerliche Zusammenstellung. — ²⁹⁾ S. V. 3, 4. Mit Ausnahme des Lamprechtsofenloches und der Öffnung, der die Seifenbachquelle entströmt, werden hier nur Höhlenausgänge erwähnt, die Cranz unbekannt waren. Ergänzend sei das „Birnloch“ angeführt, eine geräumige Höhle, die sich im östlichen Teil des Birnlochgrabens am Fuß der Steilwände öffnet; ihr entströmt eine starke Quelle. Vgl. S. V. 6. Das Felskor des Mellerloches westlich der Passauer Hütte ist der Rest eines Höhlenganges. — ³⁰⁾ = Tritt. — ³¹⁾ Auch bei den Niedergrubhütten am Fuß der Nordwände des Tretts ist eine Quelle gefaßt worden. — ³²⁾ Zu diesen und den folgenden Ausführungen vgl. Lichteneder, Die Kar. Geogr. Jahresbericht aus Österreich, Bd. XIII, 1926, S. 165. — ³³⁾ Als „Erenbachquelle“ wird gewöhnlich der Wiederaustritt des Baches unter der Blodmoräne am Talausgang bezeichnet. — ³⁴⁾ Die angeführten Höhlenöffnungen wurden in die neue A. B.-Karte aufgenommen. ³⁵⁾ Ein Karstfad ist auch der untere Teil des Weißbachgrabens an der Nordflanke des Loferer Steinbergs. — ³⁶⁾ Die eingehende kritische Besprechung einiger morphologischer Fragen, die Steinberge betreffend, wird im Rahmen einer größeren Arbeit an anderer Stelle veröffentlicht werden.

Schriftenverzeichnis

1. Ampferer, O. Beiträge zur Morphologie und Tektonik der Kalkalpen zwischen Inn und Saalach. Jahrb. d. Geol. Bundesanstalt Wien, 75. Bd., 1925.
2. Brückner, C. Die Vergletscherung des Saalachgebietes nebst Beobachtungen über die Eiszeit in der Schweiz. Geogr. Abhandl., I/1., 1886.
3. Cranz, H. Der Loferer Steinberg. Zeitschr. d. D. u. Ö. A.-V. 1900.
4. Cranz, H. Der Leoganger Steinberg. Zeitschr. d. D. u. Ö. A.-V. 1901.
5. Einsele, H. Führer durch die Leoganger Steinberge. München, 1924.
6. Fugger, C., und Kastner, C. Aus den Salzburger Kalkalpen. Mitteil. Ges. f. Salzbg. Landeskunde, Bd. 23, 1883, S. 155.
7. Hahn, F. Geologie des oberen Saalachgebietes zwischen Lofer und Diesbachtal. Jahrb. Geol. R. U. Wien, 1913, Bd. 63 (mit einer Karte).
8. Hahn, F. Grundzüge des Baues der nördlichen Kalkalpen zwischen Inn und Enns. Mitteil. Geol. Ges. Wien, 1913, Bd. 6.
9. Lichteneder, N. Das Bewegungsbild der Ostalpen. Die Naturwissenschaften, 13. Jahrg., Heft 35, 1925.
10. Lichteneder, N. Die Loferer und Leoganger Steinberge. Ihr Formenschatz. Festschrift z. 50jähr. Bestand d. A. V. Sektion Passau. 1925. S. 81.
11. Mojsisovics, E. v. Faunengebiete und Faciesgebilde der Triasperiode in den Ostalpen. Jahrb. d. Geol. R. U. Wien, 1874, S. 113.
12. Penck, A., und Brückner, C. Die Alpen im Eiszeitalter. I. Band, Leipzig, 1902.
13. Schöffler, M. Zur Geologie von Nordtirol. Verhandl. Geol. R. U. Wien, 1895, S. 340.