



Geologie des oberen Saalachgebietes zwischen Lofer und Diesbachtal.

Von F. Felix Hahn in München.

Mit einer geologischen Karte im Maßstab 1:50.000 (Tafel Nr. I), zwei Profiltafeln (Tafel Nr. II und III) und 6 Zinkotypen im Text.

Inhaltsübersicht: *A.* Vorbemerkungen. — *B.* Schichtenfolge. — *C.* Heteropie.
— *D.* Gebirgsbau. — *E.* Rückblick auf die Ergebnisse.

A. Vorbemerkungen.

Die überaus verwickelten Verhältnisse des Gebirgsbaues, die gelegentlich meiner früheren Spezialaufnahme in der Gegend von Unken und Lofer¹⁾ zutage traten, veranlaßten mich, in den benachbarten Gebieten meine Untersuchungen fortzusetzen, um aus umfassenderer Erfahrung heraus zur Ausdeutung von Fragen vordringen zu können, an deren Beantwortung ich mich damals noch nicht wagen durfte. Zu diesem Zwecke schien mir fürs erste eine genauere Durchforschung der Berge des oberen Saalachtals bis zum Hirschbichl und Hundstod vordringlich und Erfolg verheißend zu sein, nachdem ja durch die Aufnahmen der Herren G. Gillitzer²⁾ und H. Krauß³⁾ im Norden der nötige Rückhalt gesichert war.

Während der Aufnahme im Felde, die im wesentlichen in das Jahr 1910 fiel, ergab sich aus praktischen Gründen die heute vorliegende Umgrenzung der Karte, wenn schon sich meine Begehungen noch auf größere Teile des Steinernen Meeres, der Wimbachgruppe und der Steinberge zur Abrundung erstrecken mußten. Als Grundlage wurde die Originalaufnahme des k. k. Militärgeographischen Instituts benützt, die leider hier den notwendigen Anforderungen des Geologen an die Genauigkeit der Geländedarstellung nicht mehr genügend entspricht, so daß ich mich zur Reduktion auf den halben Maßstab bei der Veröffentlichung entschloß. Auch das dem Leoganger Steinberg gewidmete Stück der Aufnahme mußte sich des berührten Übelstandes halber auf das notwendigste beschränken; eine Neu-

¹⁾ Dieses Jahrbuch, LX. Bd., 1910, pag. 311—420, 637—712.

²⁾ Geol. Aufbau des Reiteralpgebirges, Geognost. Jahresh., 25., 1912, pag. 161.

³⁾ Geol. Aufnahme des Gebietes zwischen Reichenhall und Melleck, Geogn. Jahresh., 26., 1913.

schaffung der topographischen Unterlage erschiene hier als ein besonders dringliches Erfordernis.

Gelegentlich meiner Tätigkeit im Felde erfreute ich mich der Unterstützung des königl. bayrischen Forstamtes Saalachtal, wofür nochmals gedankt sei.

Ich kann es unterlassen, eingehend die ältere Literatur über das Gebiet zu würdigen, nachdem erst vor kurzem in den Monographien über nachbarliche Berggruppen¹⁾ ausführliche Besprechungen vorgenommen wurden und wichtige, neuere Arbeiten für das Spezialgebiet fehlen. Besonders auszeichnend möchte ich nur K. Peters²⁾ erwähnen, der auch hier bereits 1854 die stratigraphischen Grundzüge festlegte. Daran knüpfte dann C. W. von Gümbel³⁾ wohl im wesentlichen an, in seiner kartographischen Darstellung freilich wenig glücklicher wie in der Kammerker—Sonntagshorngruppe. C. Aberles⁴⁾ Profile gehen wiederum auf beide Autoren zurück. Für die tektonischen Verhältnisse sind einige Bemerkungen G. Geyers⁵⁾ von Bedeutung, da hier zuerst der Zusammenhang der Leitlinie Torrener Joch—Hocheis—Hundstod—Seehorn—Hirschbichl erkannt wurde. Sie waren des weiteren der Gegenstand der Besprechung E. Haugs⁶⁾ und J. Nowaks⁷⁾. Die eiszeitlichen Phänomene fanden bereits 1886 bei E. Brückner⁸⁾ eine richtige und umfassende Darstellung. Das äußerste Südostende meiner Karte erschien 1907 auf dem Blatt SW-Gruppe Nr. 18, Hallein und Berchtesgaden der geologischen Karte der Österreichisch-Ungarischen Monarchie, freilich nicht ganz zutreffend koloriert. Auf die den Steinbergen gewidmeten Aufsätze von H. Cranz⁹⁾, auf die Schilderung der Reiteralpe von M. Zeller¹⁰⁾ sei wegen des Bilderschmuckes, besonders wegen der ausgezeichneten Kartenskizzen, aufmerksam gemacht, welchen ich auch im folgenden eine Reihe von Ortsbezeichnungen entnommen habe. Eine Zusammenfassung einiger meiner Ergebnisse veröffentlichte ich 1911¹¹⁾, einige Fossilfunde im Lias wurden im gleichen Jahre anderen Orts von mir besprochen¹²⁾.

¹⁾ Vergleiche besonders C. Lebling, Lattengebirge, Geognost. Jahreshb., 24., 1911, pag. 33.

²⁾ Die salzburgischen Kalkalpen im Gebiete der Saale. Dieses Jahrb. 1854.

³⁾ Geogn. Beschreibung des bayr. Alpengebirges, 1861.

⁴⁾ Franz Keils geogn. kol. topogr. Reliefkarte. Gesellsch. f. Salz. Landesk., Mitt., VII, 1867.

⁵⁾ Untersuchungen über die Lagerungsverh. des Lias in den östl. bayr. Kalkalpen. Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1885, pag. 293 und dieses Jahrb., 36., 1886, pag. 215.

⁶⁾ Les nappes de charriage des Alpes calc. sept., Bull. Soc. Géol. France, 4, VI, 1906.

⁷⁾ Bau der Kalkalpen in Salzburg. Bull. Acad. Wiss., Krakau 1911, pag. 57.

⁸⁾ Die Vergletscherung des Salzachgebietes. Pencks Geogr. Abh. I, 1.

⁹⁾ „Der Loferer Steinberg“, Zeitschr. Deutsch. u. Österr. Alpenver., 31, 1900 und „Der Leoganger Steinberg“, ebenda. 32, 1901.

¹⁰⁾ „Die Reiteralpe“, ebenda, 41., 1910.

¹¹⁾ Zur Geologie der Berge des oberen Saalachtals. Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1911, 7, pag. 147.

¹²⁾ Neue Funde im nordalpinen Lias der Achenseegegend. Neues Jahrb. f. Min., B.-Bd. 32, pag. 547, 575.

B. Schichtenfolge.

Die Bausteine des der Spezialaufnahme unterworfenen Gebirges sind folgenden Systemen und Abteilungen zugehörig:

I. Trias.

1. Untere Trias (skytische Stufe).
2. Dolomite der mittleren und oberen Trias nebst heteropischen Einlagerungen (anisische bis unternorische Stufe).
3. Kalke der oberen Trias (norische und rhätische Stufe).

II. Jura.

1. Heteropischer Mischverband des unteren und mittleren Lias.
2. Schwarze Mergelkalke des oberen Lias.
3. Radiolarite des mittleren Juras.
4. Oberalmer und Aptychenschichten des höheren Juras.

III. Kreide.

Neokom.

IV. Tertiär.

Jungtertiär.

V. Quartär.

1. Diluvium.
2. Alluvium.

I. Trias.

1. Untere Trias (skytische Stufe).

Im höheren Wildenbachtal bis hinauf zur Hundsalm und am Westfuße der Laimbichlhörner, längs des Klaufßbaches sowie in der Umgebung der Almwaldalm¹⁾ zeigt sich an der Basis der Berchtesgadner Decke eine recht wechselnd mächtige Reihe der verschiedenartigsten Gesteine, die den Werfener Schichten angehören. Am weitesten verbreitet sind rote, sehr feinkörnige Sandsteine und Tonschiefer, dann dünnplattige, mergelige oder sandige Kalke aller möglicher Farbschattierung, denen sich graue oder bräunliche Dolomite beigesellen können.

Ich kann die Angaben älterer Autoren insofern nur bestätigen, als auch ich die Hauptmasse der roten sandigen Schiefer in tieferen Niveaus, die kalkigdolomitischen und mergeligen Lagen, vor allem die Bänke mit *Naticella costata*, jedoch gegen das Hangende zu antraf. Eine kartographische Trennung der beiden Zonen erweist sich augenblicklich noch undurchführbar, da zu wenig Sicheres über die vertikale Verbreitung der schlechterhaltenen Fossilien bekannt ist.

Besonders möchte ich eine Bank krinoidenreichen, doch auch sandigen Kalkes von graubräunlicher oder rotbrauner Farbe er-

¹⁾ Jetzt Auerweißbachalpe genannt.

wähnen, der nordöstlich Wildentals sporadisch zusammen mit einer *Naticella costata*-Bank auftritt, nicht selten Naticiden und Pectiniden mit kalkigen Schalen führt und identisch sein dürfte mit den braun-roten, etwas „kristallinen“ Kalkbänken der Ramsau, aus welchen H. Rassmuss¹⁾ *Coelostylina werfensis* Witt. als Leitform für die Grenze von Seiser und Campiler Schichten zitiert. Besteht die Schlußfolgerung von Rassmuss zu Recht, so würde damit der weitaus überwiegende Teil der in den westlichen Berchtesgadner Alpen aufgeschlossenen Werfener dem liegenden Seiser Niveau zuzuweisen sein, da ich die erwähnte Bank kaum 20 m unter der Hangendgrenze antraf und da sie auch von G. Gillitzer²⁾ ausdrücklich aus der „oberen Partie“ erwähnt wird.

Eine Bank eines grünlichen, äußerst zähen Kalksandsteins vom hinteren Scharleitenbach ließ im Dünnschliff auch Glaukonit neben Quarzkörnern usw. erkennen.

Da ich im Hundsgraben auf 1220 m inmitten typischer Werfener hellgraue, reinere und auch etwas dickbankigere Kalkbänke mit spärlicher rötlicher Kalzitdurchaderung antraf, glaube ich auch die ähnlichen grauen, hornsteinfreien, plattigen Kalke nordwestlich der oberen Hundsalmhütte trotz ihres jüngeren Aussehens in diese Stufe rechnen zu müssen, da ihnen auch sandig sich anfühlende, hellbräunlichgraue Kalke beigelagert sind, die unter dem Mikroskop von winzigen abgerundeten Dolomitekriställchen sich erfüllt zeigen.

Es sei festgestellt, daß Gips wie Haselgebirg innerhalb unserer Gebietsgrenzen nicht beobachtet wurde.

Die größterschlossene Mächtigkeit dieser terrestrischen und litoralen Ablagerungen überschreitet kaum 250 m, gewiß im Verein mit der oben gepflogenen stratigraphischen Betrachtung und einer faziellen Würdigung ein Beweis, daß uns nur ein kleiner Bruchteil des skytischen Zeitwertes verkörpert erhalten wurde.

Abgesehen von gesellig vorkommenden, aber allzu ungünstig konservierten Myophorien und Myaciten seien folgende Fossilreste aufgeführt:

Lingula tenuissima Bronn in bräunlichem glimmerreichen Sandstein vom hinteren Sulzbach.

Pseudomonotis venetiana v. Hauer aus grauem kalkigen Sandstein des Klaußlbaches.

<i>Gervillea exporrecta</i> Leps.	} aus mürben bräunlichen Sand-
<i>Myophoria elongata</i> Wissm.	
<i>Naticella</i> (<i>Natiria</i>) <i>costata</i> v. Mü.)	
	steinen des oberen Niveaus im
	Triessteingraben.

Der morphologische Charakter der Ablagerung ist durch den Tonreichtum der Gesteine bestimmt; nasse Wiesen und sumpfige, gebüschbestandene flache Hänge, die Sprosse von *Equisetum* und ein lehmiger, brauner oder grauer Boden sind hier wie anderwärts bezeichnend.

¹⁾ Zur Kenntnis der Werfener Schichten bei Berchtesgaden. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges., 63, 1911, Mitt., pag. 553.

²⁾ A. a. O. pag. 171. Seine Bemerkung (pag. 173), daß nur obere und mittlere Campiler Schichten vertreten seien, dürfte einem Mißverständnis entsprungen sein.

2. Dolomite der mittleren und oberen Trias nebst heterotropischen Einlagerungen (anisische bis unternorische Stufe).

Dem Ramsau-, Raibler- und Dachsteindolomit der tirolischen¹⁾ Unterlage stehen Reichenhaller-, Ramsau- und Hallstätterdolomit der juvavischen Deckmasse gegenüber.

a) Tirolischer Ramsaudolomit.

Die Dolomitmasse beiderseits der Tiefenrinne des Schüttachgrabens, von der etwa 300 m aufgeschlossen sind, wie ein Teil der Dolomite des Hundsfußes zwischen Wildenbachklamm und Gföllwiesalp ist hierher zu rechnen. Der petrographische Charakter unterscheidet sich in nichts von jenem des juvavischen Ramsaudolomits. Stets licht, oft blendend weiß gefärbt, nur andeutungsweise, sofern überhaupt, gebankt, bald feinkristallinisch körnig voll kleiner ausgelaugter Hohlräume, die sich meist noch auf ehemals vorhandene Fossilien beziehen lassen, bald dicht oder auf weite Strecken brekziös, dann wieder längs tektonischer Flächen rotgefärbt und zerrieben, erbaut der Dolomit in Einförmigkeit schuttbeladene Hänge oder ist in tiefeingerissenen Schluchten voll bizarrer Kleinformung aufgeschlossen.

Bestimmbare Fossilreste sind stets an Kalkgehalt geknüpft; so fand ich hinter dem Kleberbauern Hohldrücke von einer ziemlich großen *Worthenia*, eine *Avicula cassiana* Bittn.²⁾ und Bivalvensteinkerne (*Nucula*?). Der stark kalkige Dolomit in der Umgebung der Vorderkaser Klamm birgt zahlreiche Diploporen, Kelche von Einzelkorallen (*Margarophyllia*?) und dicke Stielglieder von *Encrinurus cassianus* Laube. Gegen die Roßbrückklamm wird das Gestein so kalkreich und gut gebankt, daß kein Unterschied mehr zu dem dolomitischen Wettersteinkalk der Kirchberg-Kalksteingruppe besteht; aber auch mit dem Ramsaukalk des Antenbichls herrscht gute Übereinstimmung.

Der tirolische Ramsaudolomit im Umkreis des Wimbachgrieses fügt sich gleichfalls vollständig in die oben gegebene Beschreibung.

Das Alter darf als ladinisch gesichert gelten.

b) Tirolischer Raibler Dolomit mit Einlagen von Carditaschichten und Reingrabner Schiefer.

Über dem hellfarbenen Ramsaudolomit lagern zwischen den Steinbergen bituminöse, gutgebankte, bis etwa 300 m mächtige, schwärzliche Dolomite, die mit den Raibler Dolomiten der Waidringer

¹⁾ Als tirolisch wurde von mir in den Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1912, Nr. 15, pag. 339, alles, was um Berchtesgaden bisher „bayrisch basal“ genannt wurde, als juvavisch alle Deckschollen zwischen Saalach und österreichischer Trann bezeichnet. Der Ausdruck „bayrisch“ in tektonischem Sinne ist schon deshalb zu verwerfen, da er als Faziesbezeichnung schon lange vor Haug festgelegt war.

²⁾ S. Polifka beschrieb in diesem Jahrbuch 1886, pag. 598, aus Schlern-dolomit eine *Avicula cisloneensis*, die vielleicht mit *A. cassiana* Bittner identisch sein dürfte und gleichfalls mit meiner Form gut übereinstimmt.

Gegend¹⁾ zu identifizieren sind und welche in ihrer stratigraphischen Lage frühzeitig von E. Fugger²⁾ am Südrand des Leoganger Steinberges richtig erkannt wurden. Es ist bemerkenswert, daß im westlichsten Gebietsteil, das heißt nahe der Hochschüttalalpe diesem Raibler Dolomit noch schwarze, oft oolitische Kalkbänke mit *Cardita Gümbeli* Pichler, *Myophoria Wöhrmanni* Bittner, *Macrodon* sp., *Pentacrinus*-Stielglieder eingelagert sind, während östlicher derartige Lagen immer spärlicher zu finden sind und nur ganz dünne, unzusammenhängende Bänder von roten und bräunlichen Letten erinnern dann zuweilen (so im inneren Ödenbachtal, am Hange westlich des Lahnerhorns auf 1150 m, im Dürrnberger Wald bei P. 836) an die westlicher gewohnte Ausbildung des karnischen Niveaus. Aber auch die schwarzen charakteristischen Raibler Dolomite treten gegen Ost immer mehr zurück gegen unansehnliche, schmutziggraue und indifferente Dolomite, die eine Abtrennung von dem teilweise ganz ähnlichen Dachsteindolomit fast zur Unmöglichkeit machen, so daß nur noch im allgemeinen das Niveau festzulegen ist, während auf die Einzeichnung von Schichtgrenzen verzichtet werden muß.

Diese letztere Beobachtung gilt auch sowohl für die Dolomitmasse des Hundsfußes, in welcher vielleicht östlich des Kleberbauern der karnische Anteil zu suchen ist, wie für den Nordhang des Loferer Steinberges, wo westlich der Metzgeralp und gegen das Ascher-(Weißbach-)Tal in mittlerer Hanghöhe soviel bituminöser, dunkelfarbiger Dolomit den normalen hellen Dolomiten sich beimischt, daß eine kartographisch schwer faßbare Hervorwölbung von Raibler Dolomit mir sehr wahrscheinlich wurde. Ein Verfolg dieser Zone nach West gegen den Schöfferaugraben, wo typische Raibler Dolomite zu finden sind, wird wohl später die erhoffte Klärung bringen können. Selbst in dem westlichen Teil der Hochkaltergruppe, an der Bindalm, ist noch eine ganz identische Ausbildungsart der karnischen Stufe anzutreffen, da wenig bituminösen, grauen, nur stellenweise geschichteten Dolomiten in zwei getrennten Schmitzen blaugraue und gelbrote Mergelschiefer eingelagert sind. Gleich östlich hiervon muß jedoch eine wichtige heteropische Grenze verlaufen. Rund um das Wimbachgries sind nämlich dem liegenden, hellen ladinischen Ramsaudolomit schwärzliche Tonschiefer in Reingrabener Fazies als 5 bis 15 m mächtiges, scheinbar ununterbrochenes Band aufgelagert, das in seiner düsteren Farbe besonders am Sattel zwischen Großem und Kleinem Palfelhorn mehrfach gestaffelt in den Wänden des Hinterbergkopfes, am Zirbeneck und am Fuße der Griesspitze in die Augen fällt und schon von Böse³⁾ am Schönfeld beobachtet worden war. Darüber lagert auch hier ein indifferenter grauer Dolomit, der in der Hochkaltergruppe von dem hangenden Dachsteindolomit kaum zu trennen ist.

Die Reingrabener Fazies ist aber auch von dem Südosteck des Leoganger Steinberges und von Saalfelden bekannt.

¹⁾ Hahn, Kammerker—Sonntagshorngruppe, pag. 326.

²⁾ Mitt. Ges. Salzburger Landeskunde, 23, 1883. Doch hat sie bereits E. v. Mojsisovics 1874 (dieses Jahrbuch, pag. 113) vollkommen zutreffend als die Reingrabener Schiefer überlagernd von der Brandlalm beschrieben.

³⁾ Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 1898, pag. 510.

c) Tirolischer Dachsteindolomit.

Über der etwa 300 *m* starken karnischen Stufe des Rotschüttgrabens folgt mindestens 500 *m* hellgrauer, plattiger, oft kalkiger Dolomit, dann 500 *m* Dachsteinkalk bis zum Gipfel des vorderen Ochsenhorns, auf dem ich Rhätlumachelle mit guten Exemplaren der *Avicula contorta* sammelte, gewiß ein schlüssiger stratigraphischer Altersbeweis für die Richtigkeit der Titelbezeichnung auch ohne Fossilfunde aus der Schicht selbst. Zu starke Verallgemeinerung von an sich ganz zutreffenden Beobachtungen hat eben auch bei der Anwendung des Begriffes Ramsaudolomit zu einer gewissen Selbsttäuschung geführt; ein Teil des Gumbelschen „Hauptdolomits“ besteht hier westlich der Saalach dem Alter nach zu Recht.

Es handelt sich um weißliche bis dunkelgraue, wechselnd dichte bis feinkörnige und löcherige, auch sehr häufig brekziöse Gesteine von deutlicher, meist dünnplattiger Bankung. Feingebänderte Lagen sind einigermaßen charakteristisch. Die Ausbildung bleibt sich am Nord- und Südfuße des Loferer Steinberges, im Leoganger Steinberg, an der Diesbachmühle und im unteren Wildenbachtal, an der Mittereisalpe, unterm Kammerlinghorn, am Alpl- und Palfelhorn fast gleich. Nur an den letzterwähnten Stellen fand ich gelblichbraune, grob luckige Rauchwacken, wohl ein Produkt tektonischer Einwirkung.

Die Grenze gegen den Dachsteinkalk im Hangenden ist unscharf; eine mehr oder weniger breite dolomitischkalkige Zone, oft recht reich an großen Megalodonten, schiebt sich vermittelnd zwischen beide.

In der Mächtigkeit sind zwischen der östlichen und westlichen Gebietshälfte große Schwankungen unverkennbar. Kann man erstere, wie eingangs bemerkt wurde, in der Schüttachtalung auf etwa 500 *m* veranschlagen, so ist schon an der Nordwestseite des Lahnerhorns eine beträchtliche Abnahme feststellbar, am Alplhorn wird kaum bedeutend mehr als 300 *m* unternorischer Dolomit vorhanden sein; eine genauere Zahl läßt sich wegen der Schwierigkeit, die karnischen Dolomite abzutrennen, leider nicht feststellen. Im Vereine mit der Tatsache, daß östlicher der Dachsteinkalk weit größere Mächtigkeiten wie westlich erreicht, ergibt sich die Bestätigung der alten Ansicht von Mojsisovics, daß Hauptdolomit (Dachsteindolomit) und Dachsteinkalk sich zu einem guten Teil heteropisch vertritt.

d) Juvavischer Reichenhaller Dolomit.

An der Basis der ortsfremden Triasdolomite machen sich da, wo der Kontakt von Werfern zum Ramsaudolomit ein unversehrter ist, dunkle, unrein dolomitische Gesteine bemerkbar, die nach dem Vorgang Böses¹⁾ als Reichenhaller Dolomite zusammengefaßt werden. Die gelblichgraue oder bräunliche Färbung geht nach oben ohne scharfe Grenze in das Helle des gewöhnlichen Ramsaudolomits über, so daß eine kartographische Abtrennung wenig für sich hat.

¹⁾ A. a. O. 1898, pag. 702.

Innerhalb des Gebietes erreicht dieser Dolomit in normaler Ausbildung seine größte Mächtigkeit (bis 150 m) an der Basis der Schubmasse beiderseits des Köttschmairbaches bis gegen Wildental; auch am Fuße der Laimbichlhörner ist er unter dem weißen Ramsaudolomit, freilich nur in wenigen Metern in tiefen Rinnen entblößt, vorhanden. Im Klaufsbache treten nahe der Einmündung des Kienberggrabens knapp über den Werfnern gelbe kalkige Dolomite und helle, gutgebankte, dolomitische Kalke zutage, die in auffallender Wandstufe auswittern. Dem gleichen Niveau gehören wohl auch dunkelgraue und bräunliche, oft bituminöse, dolomitische und auch mergelige Kalke von dünner Bankung an, denen gelegentlich mürbe Rauchwacken beigeschaltet sind. Die Serie ist in einem felsigen Zuge nördlich des Klaufsbaches im Hangenden der oberen Werfener unter der Kematsteiner Alm bis in den vom Perhorn herabkommenden Seitenbach entwickelt; bei dem völligen Mangel an Fossilien kann jedoch nur die allgemeine stratigraphische Lage zur Horizontbestimmung verwertet werden.

Das wahre Alter all der vorerwähnten Ablagerungen ist schwer bestimmbar; immerhin ist die Zugehörigkeit zur anisischen Stufe wegen der Übereinstimmung mit ähnlichen Gesteinen in sicherer zu beurteilenden Vergleichsprofilen das Wahrscheinlichste. Sicher scheint nur zu sein, daß auch die anisische Stufe nur sehr lückenhaft durch die beschriebenen Sedimente, die nirgends 200 m Mächtigkeit überschreiten, gewöhnlich jedoch noch unter 100 m bleiben, verkörpert wird. Es besteht ja kein Anhalt für die Annahme, daß etwa ein Teil des hangenden lichten Ramsaudolomits, der keineswegs in seiner Mächtigkeit das Normalmaß der ladinischen Stufe überschreitet, noch anisischen Alters wäre.

e) Juvavischer Ramsaudolomit.

Der blendend weiße, lichtrötliche oder auch blaugetupfte, löcherige, ungebankte Dolomit der Laimbichlhörner kann geradezu als Leittypus des echten Ramsaudolomits gelten. Aber auch in der Perhorn-Hundshorngruppe läßt sich kaum eine wesentliche petrographische Abänderung feststellen.

Zwei Beobachtungstatsachen sind des weiteren von mehr als lokaler Bedeutung. Einmal überschreitet der Ramsaudolomit im ganzen südwestlichen Vorgebirge der Reiteralm nirgends eine Mächtigkeit von 350—400 m, eine Zahl, die mit der am Tälernalprücken Saalach abwärts erschlossenen überraschend übereinstimmt, während sie im eigentlichen Stock der Reiteralm um das Doppelte übertroffen wird. Dann ist an den gesamten Deckschollen des Gebietes keine Spur von Einschaltungen der Raibler Sedimentation beobachtbar¹⁾; der Dachsteinkalk überlagert vielmehr sofort einen gewissen oberen Teil des Ramsaudolomits, der aus gleich zu erwähnenden Gründen karnisches Alter besitzen muß.

¹⁾ Das Haugsche Profil längs des Hirschbichlkammes (a. a. O. pag. 398) ist sowohl seiner Kontur wie stratigraphischen Gliederung nach vollkommen verfehlt.

Der Bezeichnung Ramsaudolomit liegt somit auch hier nicht ein Stufen-, sondern Fazieswert zugrunde.

f) Hallstätter Linsen im juvavischen Ramsaudolomit.

Steigt man von Strohwohln längs des nördlich sich emporziehenden Bergrückens gegen den Kienberg hinan, so trifft man auf 975 *m* inmitten des normalen Ramsaudolomits auf insgesamt 20 *m* dicke Bänke eines hellfarbenen, gelblich, grünlich oder rötlichen, teilweise etwas knolligen Kalkes, der vollkommen mit Spielarten des karnischen Hallstätter Kalkes der Unkener Gegend übereinstimmt. Darüber folgt noch mindestens 150 *m* mächtiger oberer Ramsaudolomit, der seinerseits von dolomitischem Dachsteinkalk überdeckt wird.

Eine ähnliche Einschaltung etwas mächtigerer, klotziger, marmorierter Kalke mit Hornsteinagen ist auf 1040 *m* am westlichen Kammausläufer des Kötschmairhorns inmitten des höheren Ramsaudolomits zu beobachten; sie gleichen ganz auffallend dem gleichfalls Hornstein führenden Kalk, der an dem kleinen Hügel östlich der Scheffsnoter Brücke (westlich P. 709) an der Straße entblößt ist und hier läßt die Anlagerung und der Übergang in lichtbunten Hallstätter Dolomit gar keinen Zweifel darüber, daß man es mit karnischem Hallstätter Kalk, wie ich ihn weiter Saalach abwärts fossilführend nachgewiesen habe, zu tun hat.

Diese ebenso raumbeschränkten wie fossilarmen Einschiebsel sind die einzigen Vertreter der normalen älteren Hallstätter Entwicklung. Ihre ungestörte Einschaltung in höheren Ramsaudolomit ist aber dennoch für die tektonische Ausdeutung von regionaler Bedeutung.

g) Lichtbunter Hallstätter Dolomit.

Diese interessante Abart der juvavischen Dolomite, die nach den Feststellungen des Autors¹⁾ und G. Gillitzers²⁾ vorwiegend an die Hallstätter Fazies geknüpft ist, aber auch im Liegenden des Reiteralnkalkes vorkommt, gelangt in dem vorliegenden Gebiete zwar nur zu räumlich beschränkter Verbreitung. Um so bedeutsamer ist es jedoch, daß dieser Hallstätter Dolomit lediglich an einer kleinen Stelle (an dem im vorigen Abschnitte geschilderten Hügelchen bei der Scheffsnoter Brücke) mit Hallstätter Kalk in Absatzverzahnung steht. Am Kirchentaler Rauhenberg, am Hochkranz, wie vor allem am Gerhardstein bildet er hingegen das normale Liegende der juvavischen Mergel- (Zlambach-) Fazies, nämlich der Loferer Schichten und Lerchkogelkalke. Zu beiden Seiten einer flachen Kuppelwölbung sieht man an letzterer Stelle zwischen Dolomit und hellem Mergelkalk im Hangenden eine mäßig breite Zone von dunklen, bituminösen, gelegentlich schon stark dolomitischen Gesteinen sedimentvermittelnd eingeschaltet. Dies ist besonders deutlich und leicht erreichbar bei

¹⁾ A. a. O. pag. 328.

²⁾ A. a. O. pag. 176.

P. 1542 südlich der Trettalpen zu beobachten. Unter dem Hallstätter Dolomit ist nahe der Schattseitenalm mit schwer festlegbarer Grenzfurche echter, heller, ungeschichteter Ramsandolomit erschlossen.

Das petrographische Bild deckt sich in allen Zügen so sehr mit jenem flußabwärts gewonnenen, daß eine weitere Beschreibung sich erübrigt. Die größterschlossene Mächtigkeit ist hier auf 150 m zu veranschlagen.

3. Kalke der oberen Trias (norische und rhätische Stufe).

a) Tirolischer Dachsteinkalk (Loferer Steinbergtypus).

Die wuchtigen Mauern und Kämme der Steinberge des westlichen Teiles des Steinernen Meeres und der Hochkaltergruppe sind aus basalem Dachsteinkalk gefügt und vom Pillersee bis zum Watzmann herrscht große Gleichförmigkeit des Bausteines. Auf eine mehr oder minder breite Zone des Überganges zum liegenden Dachsteindolomit, in der verschiedene *Mg*-reichere und ärmere, oft dünngebänderte Lagen abwechseln, stets aber weißlichgraue Farben und dünnplattige Schichtung herrschen, legt sich gigantisch getürmt Bank für Bank des hellgrauen, weißgeaderten Kalkes, dessen Anwitterungsflächen organische Reste der mannigfaltigsten Art, Megalodonten und Pectiniden, Einzel- und Stockkorallen, Gastropoden, Crinoidenstielglieder, Kalzispongien und Gyroporellen erkennen lassen. Immer häufiger werden nach oben auf den Schichtfugen der einzelnen $\frac{1}{2}$ bis 5 m dicken Bänke tonige Häute und Schmitzen, gar oft treten nun lange Schnüre und Bänder bunten Mergelkalkes auf, aber immer wieder legt sich eine neue Lage des massigen Kalkes darauf; vergebens sucht man nach mächtigeren Kössener Schichten. Die von alters her gehegte Vermutung, daß in diesen Einschaltungen vom Starhembergtypus das Rhät gekennzeichnet sei, kann ich wohl teilweise mit guten Belegen erhärten. So sammelte ich am Gipfel des vorderen Ochsenhorns in einer gelblichen Lumachelle zwischen mächtigen grauen Kalkbänken verschiedene guterhaltene *Avicula contorta*, Zähnnchen von *Saurichthys Mougeoti* Agass.; an verschiedenen Stellen der Fußsteinwände liegt in gelbbraunen mergeligen Kalken *Terebratula pyriformis* Sss., an der Schärtenspitze (Hochkaltergruppe) fand sich in dünnplattigen, rauhfächigen Kalken neben zahlreichen Lamellibranchiatenresten eine hübsche *Spiriferina jungbrunnensis* Petz.; und der felsige, gegen die Wirtschaft Obsturn vorgeschobene Rücken nördlich des Luftensteinpasses lieferte mir aus buntfarbigem brekziösen Mergelkalk: *Ostrea kössenensis* Wkl., *Pecten aff. coronatus* Schafh., *Dimyodon intusstriatum* Emmer., *Spiriferina jungbrunnensis* Petz., *Spirigera oxycolpos* Emmer., *Rhynchonella cornigera* Schafh., *Waldheimia norica* Sss. und *elliptica* Zugm., *Terebratula gregaria* Sss., *Thecosmilia clathrata* Emmer.

Diese Funde dürften zur Genüge dartun, daß wirklich ein nicht zu vernachlässigender Teil des tirolischen Dachsteinkalkes rhätischen Alters ist, daß somit die alte Ansicht Gumbels in dieser Beziehung sich zu einem Teile rechtfertigen läßt. Doch braucht anderseits nur daran erinnert werden, daß am Ochsenhorn zwischen Dachsteindolomit und Rhät 500 m Dachsteinkalk liegt, um der Hauptmasse dieses

Kalkes ihren gebührenden Platz in der obernorischen Stufe zuzuweisen. Noch dazu schreitet ja die fazielle Entwicklung derart von West nach Ost vorwärts, daß immer mehr vom liegenden Dachsteindolomit kalkig wird und mit dem Hangenden untrennbar verschmilzt. Der Dachsteinkalk östlich der Saalach erreicht schon am Ausgange des Diesbachtals sicherlich nahezu 700 m und diese Ziffer mag gegen das Wimbachtal noch überschritten werden.

Im rhätischen Anteil stimmen die bunten Einschießel vorzüglich mit dem bunten Rhät überein, welches ich im Umkreise der Lofereralp auch kartographisch hatte ausscheiden können und welches mit nur geringen Abänderungen an der Anderlalm und bei Obsturn in den Loferer Steinberg hereinreicht; ein Vergleich der früher gegebenen Fossiltabelle mit den eben erwähnten neuen Funden bestätigt auch die faunistische Zusammengehörigkeit. Die Verschmelzung dieses leicht als Rhät kenntlichen Teiles mit der Hauptmasse des Dachsteinkalkes ist in dem hier besprochenen oberen Saalachgebiet jedoch schon eine so innige, daß die Eintragung einer stratigraphischen Grenzlinie illusorisch ist.

Im westlichen Teile des Steinernen Meeres möchte ich mit Geyer gewisse dichte, mattrote Kalke als rhätisches Äquivalent betrachten, trotzdem ich bisher vergeblich nach Fossilien suchte; trotz einiger äußerlicher Ähnlichkeit mit Hierlatzkalken sind sie nämlich dennoch bei genauerer Betrachtung von diesen deutlich zu unterscheiden; außerdem scheinen sie mir mit echten Dachsteinkalken in Wechsellagerung zu stehen.

Am Seehorn, Hundstod und verschiedenen Stellen des westlichen Steinernen Meeres (zum Beispiel Spitzhörndl) ist eine Annäherung des Dachsteinkalkes an die Ausbildungsweise des juvavischen Reiteralmkalkes durch das riffkalkähnliche, unregelmäßige Anschwellen der Bänke und das Vorherrschen lichter, weißer und rötlicher Färbungen zu beobachten. Die regionalgeologische Bedeutung dieses von allen tektonischen Beeinflussungen völlig unabhängigen Vorganges darf nicht verkannt werden.

b) Juvavischer Dachsteinkalk (Reiteralmkalk).

In der Hundshorn- und Perhorngruppe lagert gleichförmig auf dem oberen karnischen Ramsaudolomit ein weißer oder lichtgelblicher, meist etwas dolomitischer Kalk, der sich durch stets deutliche Bankung und etwas größere Verbandfestigkeit im allgemeinen auch morphologisch gut von seiner Unterlage abhebt. Schlechterhaltene Fossilreste von Megalodonten, Kalkschwämmen, Crinoidenstielgliedern und Gyroporellen sind zwar auf Anwitterungsflächen nicht selten, entziehen sich aber hartnäckig einer Bestimmung; nur am Gipfel des großen Hundshorns fand ich ein besser erhaltenes glattes Pecten, das mit *Schlosseri Wöhrm.* verwandt sein könnte. Diese $Mg\ CO_3$ -reicheren Partien gehen in höheren Lagen rasch in dichte, weiße, massige, oft rotgeaderte Kalke über, die in nichts sich vom Reiteralpkalk unterscheiden und mit dem Hochgebirgskorallenkalk Bittners zu identifizieren

sind. Der schnell einsetzende und ebenso schnell wieder verschwindende dolomitische Charakter der liegenden Partie ist wegen seiner allgemeinen Verbreitung (im Lattengebirge von Lebling genau geschildert) nicht ohne allgemeineres Interesse.

Dieses Niveau findet sich auch in zwei isolierten Felsvorsprüngen am Westfuß der Laimbichhörner, bei P. 1453 und am Riedel zwischen Sulz- und Scharleitenbach. Dagegen gehört der schmale Streifen Dachsteinkalks zwischen Hunds- und Almwaldalm dem höchsten Horizont an, da seinen lichtgelblich und rötlich geflammten, fast schichtungslosen Bänken mehrfach Liaskalke beigesellt sind und gleiches gilt wenigstens teilweise von dem Kalkzug zwischen Au und Eberlwirt, welcher der Hundshorngruppe als Kulisse sich vorlagert.

Es verdient hervorgehoben zu werden, daß geradeso wie im juvavischen oberen Ramsaudolomit karnischer, so in dem dolomitischen Dachsteinkalk norischer Hallstätter Kalk, wenn auch in äußerst beschränkter Verbreitung zu finden ist in Gestalt von einer wenige Meter breiten Einlagerung eines gelblichbraunen und rötlichen dünnplattigen Knollenkalkes mit roten Hornsteinen, der aufs beste mit den Pedatakalken aus dem mittleren Saalachgebiet (so mit jenem fossilreichen vom Wirnbach) übereinstimmt. Einmal habe ich solch ein Einschießel auf dem schlechten Steig von der Kötlarn- zur Triesternalp unter dem Pointelkopf beobachtet, dann liegen an der Südostseite des oben erwähnten Felszuges von unterem Dachsteinkalk zwischen Scharleiten und Sulzgraben soviel Gesteinstücke desselben Kalkes, daß an dem nahegelegenen Anstehen nicht zu zweifeln ist.

Die größtbeobachtbare Mächtigkeit des Reiteralmkalkes beläuft sich hier auf 500 m. Seine Basis liegt dem Alter nach, da unmittelbar über karnische Sedimente ruhend, wesentlich tiefer als beim tirolischen Dachsteinkalk.

c) Loferer Schichten und Dachsteinkalk des Lerchkogeltypus.

An lichtbunten Hallstätter Dolomit als normal Liegendes gebunden, erbauen die genannten Schichten, die ich zuerst von Lofer beschrieben hatte, auch südlich zumeist schroff über Jura oder Neokom aufragend die isolierten Deckschollen des Kirchentaler Rauhenberges, des Gerhardsteins und des Hochkranzes und in Verlängerung des Lerchkogels ist auch noch ein winziger Erosionsrest bei Scheffsnot zu finden.

Es ist nun hier kaum mehr angängig, die beiden Ablagerungen kartographisch zu trennen, da der untere Teil des Lerchkogelkalkes mit den Loferer Schichten in allerengster Gesteinsverzahnung steht; doch werden meine früheren Angaben insofern bestätigt als die relative Lage der Loferer Schichten zwischen Hallstätter Dolomit und der Hauptmasse des Lerchkogelkalkes dadurch endgültig klargelegt wird.

Die Loferer Schichten weichen, soweit sie überhaupt entwickelt sind, petrographisch kaum von der bei der ersten Beschreibung gegebenen Diagnose ab; sowohl die kleinen weißschaligen Gastropoden-

und Lamellibranchiatenreste wie spärliche Kohleschüppchen treten abermals in den dunkelgrauen oder bräunlichen dünnbankigen Mergelschichten auf. Doch fehlen die Bryozoenbänke des Loferer Kalvarienberges, wofür an der nordwestlichen Lehne des Gerhardsteins sich reichlichst zierliche Korallenstöckchen einstellen, die viel an Zlambachformen erinnern, leider nur generisch als Thecosmilien, *Stylina*, *Stylophora*?, *Isastraea*, zu bestimmen sind. Außerdem sind kleine glatte Pectiniden und Reste einer großen Auster nicht zu selten, die man am liebsten mit Raibler Arten vergleichen möchte, wenn auch der ungenügende Erhaltungszustand keine Gewißheit darüber geben kann.

Auf diese 0 bis 25 m mächtigen Loferer Schichten, die häufig bloß durch dunkle dünnbankige Kalke voll Echinodermenresten (dicke Crinoidenstielglieder und Cidariskeulen¹⁾) angedeutet sind, legen sich zunächst bräunliche, gutgeschichtete, plattige Kalke, dann hellgelbliche und weißgraue, nicht selten oolitische massigere Kalke, die ebenfalls verästelte Korallen (Thecosmilien), spärliche Crinoidenreste sowie Gastropoden eingeschlossen halten; öfter möchte man auf Anwitterungsflächen auch Reste dicker Kalkschalen auf Megalodonten beziehen, ohne daß hierüber Sicherheit zu erlangen wäre. Die höheren Horizonte des Lerchkogelkalkes, welche große Neigung zu Karrenwitterung verraten, variieren hier, wo sie in bedeutenderer Mächtigkeit wie in der Loferer Gegend erschlossen sind, nicht unerheblich. Es treten an der Südseite des Gerhardsteins hellgraue, weißgeaderte Kalke auf, die dem tirolischen Dachsteinkalk nicht allzufern stehen; dann zeigen sich wieder am Rauhenberg weiße oder gelbliche, rotgeaderte Partien, die an anderen Orten unbedenklich für Reiteralmkalk gelten könnten; schließlich erinnern grobbrekziöse rötliche Massen (Nordseite des Gerhardsteins und am Südgrat des Hochkranzes) an das bunte Rhät der Loferer Alm. Als eine besonders auffällige Ausbildung muß endlich eines dem unteren Niveau zugehörigen Vorkommnisses am Gerhardstein gedacht werden, das inmitten normalen Lerchkogelkalkes an der Westseite des weit nach Süd vordringenden Spornes in halber Höhe bei einem Holzhüttchen sehr schön zu beobachten ist. Hier sind nämlich in grauem Kalk scharfkantige Brocken von hellbräunlichem Dolomit und dunklem Hornstein eingebacken, ein Gestein, das überraschend an den brekziösen Hallstätter Kalk erinnert, den ich a. a. O. pag. 331 von der Hallensteiner Vokenalp beschrieb.

Es muß leider immer noch mangels eindeutiger Fossilreste dahingestellt bleiben, wie sich diese Schichten, die hier 400 m Gesamtmächtigkeit erreichen, auf die einzelnen Horizonte der oberen Trias verteilen; jedenfalls dürfte man mit größter Wahrscheinlichkeit den überwiegenden Teil als Äquivalent der unternorischen Stufe betrachten.

¹⁾ Das Gestein gleicht dann auffallend gewissen karnischen Cidaritenkalken der Salzburger Alpen.

II. Jura.

I. Heteropischer Mischverband des unteren und mittleren Lias.

Eine überaus bunte Fülle verschiedener Gesteinsarten dieses Alters von 20 bis 40 m Mächtigkeit ist so innig ineinander verzahnt, daß es eines sehr großen Kartenmaßstabes bedürfte, um die einzelnen Abarten gesondert eintragen zu können. Ich mußte mich daher darauf beschränken, eine gemeinsame Farbe zu wählen und nur durch Buchstaben auf einzelne besonders bemerkenswerte Abweichungen aufmerksam zu machen.

Relativ am seltensten zeigen sich rote dünn-schichtige, knollige Mergelkalke, die für Adneter gelten könnten, am häufigsten noch am östlichen Rand der Muldenzone zwischen Hirschbühl, Kammerling- und Kematenalm und am Nordrand der Hochkaltergruppe, von wo eine *Dumortieria Jamesoni* Sow. stammt.

Die weiteste Verbreitung besitzt ein roter, bald gutgebankter, bald massiger, wechselnd tonarmer oder etwas tonreicherer Kalk, der ungefähr in der Mitte zwischen den reinen Vertretern der Adneter-, bunten Cephalopodenkalk- und Hierlatzfazies steht, und zwar Crinoidenreste und Belemniten reichlich eingeschlossen hält, sonst aber ziemlich fossilarm ist. Stellenweise geht aus diesem Mischtypus der echte bunte Cephalopodenkalk Wähners durch Anreicherung von Fe und Mn in Gestalt der charakteristischen Putzen und Überzüge und Auftreten einer flammigen Färbung hervor und solche Bänke, zwischen Pürzlach, Kallbrunnalp und Seehorn auch Cephalopoden führend, lassen sich dann von den unterliassischen Kalken der Kammerker nicht unterscheiden.

Echte rötliche und weiße Hierlatzkalke unterliassischen Alters sind ebenfalls in dem Leoganger Steinberg, südlich St. Martin, am Praghorn und Seehorn nichts Seltenes, wenn auch nirgends fossilreich. In ersterem sammelte ich an dem östlichen Ausläufer des Plattenkopfes *Pecten palosus* Stol., *Terebratula punctata* Sow., *Rhynchonella plicatissima* Qu. und auffallend kräftige Cidariskeulen.

Äußerst ergiebige Fossilnester kennzeichnen dagegen die recht dachsteinkalkähnlichen Lagen des grauen Hierlatzkalkes, der zuerst im Hagengebirge von A. v. Krafft eingehend untersucht wurde, der aber auch an der Nordkante der Hochkaltergruppe¹⁾ wieder auftaucht und im besprochenen Gebiete von Oberweißbach bis zum Seehorn eine recht bedeutende Rolle spielt mit einer bis zu 20 m anschwellenden Mächtigkeit. Es handelt sich um gewöhnlich sehr schlecht gebankte, hellgraue, weißgeaderte und häufig von schwärzlichen Suturen und Tonhäuten durchzogene Gesteine, die partienweise buntflammige Färbungen annehmen, selbst von Crinoidenresten abgesehen sehr fossilarm sind, dagegen in Nestern eine Fülle von Brachiopoden neben Gastropoden und kleinen Lamellibranchiaten enthalten; der kittende Zement besteht dann fast ausschließlich aus Crinoidenstielgliedern.

¹⁾ Vgl. G. Gillitzer, a. a. O. pag. 181.

Aus dem mitgebrachten Material bestimmte ich:

- Rhynchonella Caroli* Gemm. — *Cartieri* Opp. Diesbachalp
 „ *sp. juv. (ex affin. diptychae Böse?)* Fußsteinwand
 „ *Greppini* Opp. Pürzlbach
 „ *cf. laevicosta* Stur Pürzlbach
 „ *cf. Magni Rothpl.* Pürzlbach
 „ *plicatissima* Qu. Diesbachalp
 „ *sp. aff. prona* Opp.¹⁾ Fußsteinwand
 „ *cf. retusifrons* Opp. Pürzlbach
 „ *cf. Stanleyi* Gemm. Diesbachalp
Terebratula cf. Beyrichi Opp. Fußsteinwand
 „ *bimammata* Rothpl. Diesbachalp
 „ *punctata* Sow. Fußsteinwand
Waldheimia batilla Geyer Diesbachalp
 „ *cf. Choffati* Haas Diesbachalp
 „ *mutabilis* Opp. Diesbachalp und Pürzlbach
 „ *subnumismalis* Dav. Diesbachalp
 „ *stapia* Opp. Diesbachalp
Spiriferina rostrata Schloth. Diesbachalp.

Sofern überhaupt Cephalopoden auftreten, handelt es sich um Zwergformen; so fand ich am Kopfstein ein kleines *Arnioceras aff. semicostatum* Y. und B. und ein *Lytoceras juv. sp. indet.*

Im Gegensatz zu diesen entschieden unterliassischen Hierlatzkalken gehören lichtrötliche und bräunliche, ebenfalls schlecht geschichtete Hierlatzkalke, die nicht selten kieselige Schlieren führen, dem mittleren Lias an; sie sind nach Fauna und Habitus ein Seitenstück zu dem „Crinoidenkalk des Lias δ“, den ich a. a. O. pag. 369 vom hinteren Fußtal beschrieben hatte. An Versteinerungen konnte ich diesmal präparieren:

- Turbo n. sp. (aff. orion d'Orb.²⁾* Pürzlbach
Trochus epulus d'Orb. Pürzlbach
Velopecten Rollei Stol. Pürzlbach
Amphiclinodonta Bittneri Böse Pürzlbach
Pygope aspasia Menegh. var. major Zitt. Kopfstein.

Auch die Fazies der Kieselknollenkalke³⁾, welche im Unkenbachgebiet eine große Verbreitung besitzen, fehlt Saalach aufwärts nicht vollständig. Ich fand so an der Hochgrubalpe des Leoganger Steinberges graue dünnplattige Knollenkalke mit roten, gelben und grauschwarzen Hornsteinaugen; dann sind unter den Wänden des

¹⁾ Beschrieben und abgebildet in F. Felix Hahn, Neue Funde in nordalpinem Lias der Achenseegegend und bei Ehrwald, Neues Jahrbuch f. Min., Beil.-Bd. 32, 1911, pag. 547.

²⁾ 12 Längslinien in untereinander unregelmäßigen Abständen verlaufend kreuzen schräg sehr feine, schief nach rückwärts geneigte Streifen. Die Mündung ist etwas niedergedrückter und flacher als bei *T. orion d'Orb.*

³⁾ Diese stimmen faziell nicht vollständig mit den Spongienkalcken der Vor-alpen überein.

Kammerlinghorns, vor allem in der großartig aufgeschlossenen Steilmulde des Seehorns und selbst noch am Diesbachsee buntfarbige Kalke mit gefärbten Hornsteinknauern vorhanden, ja hinter der Kematenalm scheinen sie einen erklecklichen Teil des gesamten tieferen Lias zu bilden. An Fossilien fand ich außer *Megateuthis cf. acuarius* Schloth. nichts von Bedeutung.

Die im vorangehenden aufgeführten Versteinerungen verteilen sich auf unteren und mittleren Lias. Die Beobachtung Böses, der roten Liaskalk mit *Aegoceras* taschenförmig in Dachsteinkalk eingreifend an der Hinterseestraße auffand und daraus auf eine mittelliasische Transgression schloß, darf, so richtig sie für manche Örtlichkeiten sein mag, keineswegs verallgemeinert auf die gesamten Berchtesgadner Hochalpen angewandt werden. Hingegen ist es tatsächlich festzustellen, daß innerhalb des besprochenen Gebietes keine tiefstliassischen Fossilien bisher bekannt geworden sind.

Die sämtlichen besprochenen Gesteinsarten wurden bis jetzt nur aus der basalen, tirolischen Unterlage geschildert. Wo jedoch im juvavischen Deckschollengebiet noch kümmerliche liassische Reste angetroffen wurden, und zwar ist dies längs des schmalen Streifens von Reiteralmkalk zwischen Almwald und Hundsalm, dann nördlich Zaß im Loferer Becken der Fall, da läßt sich feststellen, daß die Gesteinsausbildung wenig von der oben skizzierten abweicht. Es handelt sich um lichtgelbliche, grünliche oder rötliche, schichtungslose Hierlatzkalke, die von dem unterlagernden Dachsteinkalk sehr schwer zu trennen sind oder aber um rote tonarme Kalke mit Belemniten und Pentacrinusstielgliedern. Das Alter darf in Analogie mit den von mir bei Maurach aufgefundenen, von Gillitzer am Plateau der Reiteralm entdeckten Vorkommen als unterliassisch betrachtet werden.

2. Schwarze Mergelkalke des oberen Lias.

In starkem Gegensatz zur Unkenbachmulde, die mit ammonitenreichen, 10 m starken Adneter Schichten als einzigen Vertretern des oberen Lias ausgestattet ist, sind der Mulde des oberen Saalachgebietes schwarze, dünnsschichtige Mergelgesteine eingegliedert, die im Umkreis der Kallbrunn-, Kematen- und Kammerlingalpen von jüngerer Bedeckung befreit, in unentwirrbarer Fältelungsverknetung eine solche Ausstrichbreite erlangen, daß man auf eine außerordentliche Mächtigkeit schließen möchte. Doch geben die einigermaßen ungestörten Profile von Pürzlbach und nördlich Oberweißbach eine durchschnittliche Stärke von 300 m. Über der Sattelung des Goldenen Zweigs hinaus habe ich nordwärts den Schichtkomplex nicht mehr verfolgen können, hingegen herrscht über den Hirschbichl freie Verbindung mit den gleichartigen Schichten am Fuße der Hochkalter- und Watzmanngruppe.

Die Gesteinsausbildung hat etwas Einförmiges; mehr oder minder tonreiche, stets dunkelfarbene bis schwarze, oft dunklen Hornstein führende Schichten, nicht selten mit einem sehr hohen Mn-Gehalt und einer charakteristischen lebhaft braunen lehmigen Verwitterungs-

erde sind weitaus herrschend; nur an der Basis treten auch lichtere, tonärmere Gesteine auf und in diesen ist ein ganz allmählicher Übergang zu den mittelliassischen Kieselknollenkalken zu beobachten. In gleich tiefem Niveau ist verschiedenen Orts eine dunkle Kalkbank mit spangrünen Crinoidenstielgliedern und Pyrit leitend.

Die Fossilführung ist eine geradezu abschreckend spärliche; trotz langen Suchens konnte ich nur in dem gegen die Persialm hinaufziehenden Graben zwei plattgedrückte Ammonitenreste allerdings in situ finden. Der eine ist ein auffallend weitnabeliger *Lytoceras* mit sechs etwas erhabenen, wenig zurückgezogenen Mundrandsäumen auf der letzten Windung. Der andere weist ziemlich Übereinstimmung mit *Harpoceras Eseri Oppel* auf; das engnabelige Exemplar besitzt breite, steife, wenig sichelförmig geschwungene, zwei-, selten dreigeteilte Rippen, die in ihrer Formung recht an Buckmans¹⁾ *Welschia* und *Hyattia* erinnern. Wenn auch der ungünstige Erhaltungszustand keine sichere Bestimmung gestattet, so geht doch wohl ein höchst-liassisches, der Doggergrenze zuneigendes Alter daraus hervor. Unter diesem Gesichtspunkt mag der Feststellung eine gewisse Bedeutung beiwohnen, daß die erwähnten Reste gerade 20 m unter der Grenze zum Radiolarit gefunden wurden; die Annahme von einer Vertretung der untersten Doggerhorizonte durch die schwarze Mergelfazies hat somit vielleicht manches für sich.

3. Radiolarite des mittleren Juras.

Auf den schwarzen Lias oder wo dieser nicht sedimentiert wurde (Anderlalm des Loferer Steinberges), unmittelbar auf die roten Kalke des mittleren Lias sind in einer gleichbleibenden Dicke von 15 bis 20 m graugrüne oder rotbraune, dünngebankte, wechselnd kalkige Hornsteine mit gelegentlichen Einschaltungen von rotbraunen oder grauen Mergelschiefern abgelagert. Das Gestein steht in jeder Hinsicht mit jenem altersgleichen der Unkenbachmulde und der Adneter Gegend in Einklang, so daß an einen ganz normalen Ablagerungszusammenhang unter den verdeckenden juvavischen Klötzen nicht zu zweifeln ist. Von einigem Interesse mag die Beobachtung, daß an tektonisch schwer geschädigten Stellen durch intensivste Zerklüftung und nachfolgender Verheilung der Spältchen unter Verwischung der ursprünglichen Schichtung eine scheinbar massige Entwicklung²⁾ Platz greift, deswegen sein, weil die „buntfarbigen Kieselbänke des Ostgebietes“ an der mittleren Saalach, deren Einreihung in die stratigraphische Serie seinerzeit (a. a. O. pag. 392) nicht versucht wurde, einer solchen Ausbildung besonders zuneigen.

4. Oberalmer und Aptychenschichten des höheren Juras.

Ebenso wie der obere Lias, so zeigt auch der höhere Jura hier im Vergleich zur Entwicklung in der Unkenbachmulde eine deutliche

¹⁾ Palaeont. Soc., vol. 53, part 9, suppl. 2, pag. 51, 55, 1899.

²⁾ Dieselbe Beobachtung machte Ampferer (Querschnitt, 1911, pag. 545) im Hintersteiner Tal.

Heteropie. Den gewöhnlichen lichten Oberalmer Hornsteinkalken sind nämlich grünliche, rötlichbraune und violettbräunliche Mergelschiefer mit *Aptychus Beyrichi Oppel* beige-schaltet, wie sie sich besonders in den bayrischen Voralpen großer Verbreitung erfreuen. Da auch das tiefste Neokom nicht selten ähnlich bunte Farben zeigt, ist solchenorts die Grenzföhrung recht erschwert.

Als weitere seltenere Einschießel treten an der Westseite des Hochkranzes zähe weiße und lichtrötliche, kalzitgeaderte Kalke mit rotem Lettenbesteg auf.

An der Ostseite dieses Berges erinnern hinwiederum crinoidenreiche, oft kleinbrekziöse Bänke an das Gestein mit *Perisphinctes cf. transitorius Oppel* der Loferer Alp.

Gleichfalls hierhergehörig sind bräunlichgraue, dickbankige kalzitgeaderte Kalke, die in bis zu 10 m hoher Steilstufe längs des Wildenbachtals unter der juvavischen Überschiebungsfläche auftauchen (hinter der Wildenbachklamm, im Reitbauerbach, an zwei Stellen unterhalb des Westlinger Hofes). An der stratigraphischen Stellung dieser massigeren Kalke ist nicht mehr zu zweifeln, nachdem ich mich selbst davon überzeugen konnte, daß sie petrographisch gut mit den von Gillitzer aus der Grundübelau beschriebenen dickklotzigen Kalken (a. a. O. pag. 182) übereinstimmen.

Die größte gemessene Mächtigkeit all dieser Ablagerungen, die wieder über den Hirschbichlpaß mit den gleichaltrigen Sedimenten des Berchtesgadner Landes sich verketten, überschreitet 300 m nicht.

Durch diese fazielle Differenzierung im oberen Jura, wie sie in engstem Raume am Goldenen Zweig westlich des Gerhardsteins besonders leicht zu studieren ist, hat die seinerzeit nur vermutete Zugehörigkeit eines Teils der im mittleren Saalachgebiete nicht näher bestimmten basalen Schichtglieder (a. a. O. pag. 393) zum Tithon sehr an Wahrscheinlichkeit gewonnen; Handstücke der dortselbst beschriebenen roten Mergelschiefer, grüngrauen Kalkmergel usf. unterhalb des Loferer Alpwegs südlich des Loderbichlguts könnten ihrem petrographischen Charakter nach am Fuße des Gerhardsteins geschlagen sein.

III. Kreide.

Neokom.

Die hierher zu zählende Gesteinsreihe weicht nicht wesentlich von jener aus der Unkenbachmulde geschilderten ab. Im tieferen Teil (Schrambachschichten) treten hier vielleicht noch etwas mehr wie dort die milden, grünlichgrauen, fleckigen Mergel, die allein Cephalopoden und Aptychen in größerer Zahl liefern, zurück zu gunsten schwärzlicher, oft knolliger Mergel und Mergelkalke, die gewöhnlich grauen Hornstein föhren und dann vom schwarzen Lias nur sehr schwer zu unterscheiden sind; in den tiefsten Lagen sind violettbraune Mergelschiefer verbreitet. Der höhere Anteil (Roßfeldschichten) ist durch blaugraue sandige Kalke mit Hornsteinsplittern in allen Übergängen zu feiner und gröberer polygener Brekzie charakterisiert. Ist hier somit bereits die gewohnte Zweiteilung des Neokoms,

wie sie für die östlicheren Salzburger Alpen so bezeichnend ist, hinlänglich deutlich ausgeprägt, so schien mir doch bei der intensiven Verfaltung und tektonischen Durchmischung beider eine getrennte kartographische Darstellung bei dem gewählten Maßstab nicht mehr statthaft.

Da diese altkretazischen Sedimente als jüngstes Schichtenglied der basalen, tirolischen Mulde von der gewaltigen Last der Deckschollen überfahren wurden, darf es nicht Wunder nehmen, wenn man unter der juvavischen Überschiebungsfläche nicht selten phyllitisierte Gesteine antrifft. Die Schichten werden dann durch Anreicherung des Kalkgehalts um hellfarbige Knollen grobflaserig, der ursprüngliche Tongehalt wird zu dünnen schwärzlichen, oft serizitisch schimmernden Häuten verknetet; die ganze Gesteinsmasse ist von zahllosen Spalten und Spältchen durchsetzt, die durch weißes Kalzitgäader verheilt sind. Die Art dieser dynamischen Umwandlung deckt sich völlig mit jener, die die Seewenschichten westlicherer Alpengegenden zu einem großen Teil erlitten haben.

Mangels irgend bedeutender Fossilführung (kleine Aptychen und arg verdrückte Hoplitcn) konnte eine genauere Horizontierung dieser älteren Kreide, die eine Mächtigkeit von 500 *m* eher zu überschreiten scheint und nur mit unbedeutender Unterbrechung vom Loferer Tal über das Wildenbachtal, Stockklaus, Hirschbichl zur Engertalm zu verfolgen ist, nicht versucht werden; immerhin dürfte hier wie in den benachbarten Gegenden Berrias bis Barrémien in Frage kommen.

IV. Tertiär.

Jungtertiär.

Innerhalb der letzten Jahre ist es des öfteren versucht worden, erdgeschichtliche Ereignisse, die infolge mangelnder Sedimentation einer stratigraphischen Untersuchung unzugänglich sind, durch einen rückläufig verfolgten morphologischen Ideenkreis dennoch in relative Zeitigkeit zu bringen. Es wird so von Anhängern der Davisschen Zyklenlehre das Vorhandensein einer Fastebene¹⁾ behauptet, die in der annähernden Übereinstimmung der Gipfelhöhen uns wenigstens andeutungsweise erhalten sei. Ihr obermiocänes Alter schiene dadurch festgelegt, daß sie einerseits die durch die tektonischen Eingriffe des Miocäns beunruhigte Alpenoberfläche zum Ausgleich gebracht habe, während sie selbst wieder bereits im Pliocän zertalt gewesen sei. Da bei der Beweisführung mit Nachdruck auf die Plateauberge der östlichen Nordalpen verwiesen wird, muß bei der geschichtlichen Durchforschung ihrer westlichen Randgebiete dieser Ansicht eine Betrachtung gewidmet werden.

Für die das obere Saalachtal überragenden Berge gelten die folgenden Werte:

¹⁾ H. v. Staff, Zur Morphogenie der Präglaziallandschaft in den Westschweizer Alpen. Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. 64. 1912. 1.

Berggruppe	Kulminations- höhe in Metern	Mittlere Gipfelhöhe in Metern	Erhaltene Plateau- reste in Metern	in Quadrat- kilometern
Loferer Steinberg .	2512	2250	1600—2100	28
Leoganger Steinberg	2634	2300	1600—2150	25
Reiteralm	2295	2100 (südl. Teil)	1600—1800	40
Hochkalter	2607	2300	1300—2000	15

Setzen wir zunächst die Fastebene voraus und legen für sie, da die Höhen der Plateaureste wegen nachträglicher Veränderungen hiefür unbrauchbar geworden sind, die mittlere Gipfelhöhe von heute zugrunde, so bekommen wir im vorliegenden Fall eine gegen NNO sich neigende Fläche mit einem Gefälle von rund 1:50.

Die nördlicher gelegenen Plateaustöcke geben folgende Vergleichswerte:

	Meter	Meter	Meter	Quadrat- kilometer
Reiteralm	2295	1900 (insgesamt)	1600—1800	40
Lattengebirge	1735	1650	1100—1400	14
Untersberg	1973	1800	1500—1750	17

Während Untersberg und Reiteralm (im gesamten) fast gleichhölig sind, bedeutet das Lattengebirge eine kräftige, nordsüdlich gerichtete Einbeugung.

Der ersten Zahlengruppe stehen nahe:

	Meter	Meter	Meter	Quadrat- kilometer
Hagengebirge	2361	2200	1600—2000	45
Tennengebirge	2428	2250	1850—2100	55

Gegen Süd steigt man auf über die

	Meter	Meter	Meter	Quadrat- kilometer
Südkante des Steinernen Meeres	2655	2500	2000—2200	65 (insgesamt)
Zur Übergossen Alm	2938	2800 (Südrand)	2600—2800	28

Vom 47° 30' n. B. zum Hochkönig haben wir einen Anstieg von 500 m (1:16) zu überwältigen.

Westlich der Steinberge erreicht man über die tiefe Einsenkung der Kirchberg-Kalksteingruppe mit 1676 m, bzw. 1500 m mit einer nördlich absinkenden Hochfläche bis herab zu 1200 m das Kaisergebirge, und gilt hier folgendes:

	Meter	Meter	Quadrat- kilometer
Südkamm	2344	2200	12
Nordkamm	1999	1850	4

Fügt sich somit der Wilde Kaiser mit harmonischem Gefälle der Erhebung der Steinberge an, so kann die tiefe trennende Depression nicht etwa als zufällig durch Erosion der Dachsteinkalkplatte beraubt erklärt werden; der westlicher gelegene Wilde Kaiser baut sich ja bis zu seiner „normalen“ Gipfelhöhe aus dem tieferen Wettersteinkalk auf. Die Depression fügt sich dagegen auffällig den Höhen ein, die den nördlicher folgenden Gruppen zu eigen sind.

	Meter		Meter
Kirchberg-Kalkstein	1676	mit Höhenplatte zwischen	1500 u. 1200
Unterberghorn u. Schnappen-			
berg	1769	" "	1500 " 1200
Fellhorn	1762	" "	1500 " 1200
Seehauser Kienberg	1692	" "	1600 " 1500
Hochgern	1743	" "	um 1500
Hochfelln	1669	" "	1500
Rauschenberg	1646	" "	1500
Hochstauffen	1781	" "	zwischen 1600 u. 1450

Bis hinaus zur kalkalpinen Grenze sind also Höhen vorhanden, die im Mittel um 1700 *m* kulminieren und um 200 *m* ein Niveau überragen, bis zu dem wir uns leicht die Zertalungslücken aufgefüllt denken könnten und welchem heute noch beträchtliche Verebnungsreste angehören. Faßt man nun ins Auge, daß die durchschnittliche Gipfelhöhe des Dürrnbachhorn-Sonntagshornkammes (1961 *m*) 1680 *m* beträgt, jene des Kammerker-Grubhörndlkammes etwa gleich hoch ist mit angedeuteten Verebnungsresten, so würde man durch Verbindung mit den vorerwähnten fernerem Kulminationspunkten eine unbedeutend abgedachte Idealebene erhalten, eine etwas stärker geneigte, wenn man für die außengelegenen Berge die übereinstimmende Rücken-höhe von 1500 *m* zugrunde legen würde. Dieser idealen Fläche ordnet sich auch das Lattengebirge¹⁾ ein, das um wenigstens 200 *m* zu tief innerhalb der überragenden Kalkplateaus zu liegen scheint. Dagegen steht nur die heutige Gipfelhöhe der Kammerker Sonntagshorngruppe (um 1900 *m*) mit der mittleren Gipfelhöhe der östlich angrenzenden Reiteralm in Übereinstimmung, während sie stark unter den Werten der südlicher folgenden Plateaustöcke zurückbleibt.

Die vorangehende Betrachtung drängt zu dem Schluß, daß im wesentlichen zwei Höhengruppen vorhanden sind: eine im Südost gelegene mit einer mittleren Gipfelhöhe ansteigend vom Untersberg (1800 *m*) über Reiteralm (1900 *m*, bzw. 2100 *m*) zu 2200—2300 *m* in den Steinbergen, dem nördlichen Teil des Steinernen Meeres, dem Hagen- und Tennengebirge und nochmals zu 2500 *m* am Südrand des Steinernen Meeres und 2800 *m* an der südlichen Plateaukante der Übergossenen Alm, mit einer nordsüdlichen Gefällsreihe von 1:40, 1:60, 1:16; eine zweite Gruppe im Nordwest mit einer durchschnittlichen heutigen Kulmination um 1700 *m* und einer Höhe von Verebnungsresten um 1500 *m*. Beide Gruppen sind dadurch verzahnt, daß die erstere an zwei Stellen (Lattengebirge und Kirchberg-Kalksteingruppe) weit in die zweite übergreift. Dann vermitteln die Höhenwerte der Kammerker-Sonntagshorngruppe einigermaßen, die ein nördliches Gefälle von 1:35, ein südliches von 1:10 schaffen. Dagegen findet sich z. B. im Vergleich von Loferer Steinberg zu Kirchberg-Kalksteingruppe ein jähher Gefällsbruch von 1:6 (Kulminationshöhe) oder 1:7 (mittlere Gipfelhöhe) vor.

¹⁾ Daß auch hier nicht Erniedrigung durch Zufallserosion in Frage kommt, wird durch die Tatsache bewiesen, daß auf dem als Ganzes gesenkten Lattengebirge relativ am meisten von jungen Schichten übriggeblieben ist.

Stellt man sich auf den Standpunkt, daß die behauptete Konstanz der Gipfelhöhen nur durch Präexistenz einer Fastebene zu erklären sei, so müßten folgende Verbiegungen dieser Ebene eingetreten sein: sie hätte sich zunächst in zwei um etwa 700 *m* auseinander liegende Höhengruppen getrennt, die beide nur mehr stellenweise durch Übergänge verbunden, sonst mit einer überaus kräftigen Flexur (sofern nicht Bruchstufe) voneinander geschieden sind. Diese letztere hat selbst einen stark verbogenen Verlauf. Schwer erklärbar bliebe die Tatsache, daß die mittlere Kulminationshöhe der Außenzone sich ohne Knick in die mit Verebnungsresten ausgestatteten mittleren Gipfelhöhen der Übergangsgruppen fortsetzt, jedoch ohne Beziehung mit der mittleren Gipfelhöhe der zweiten großen Höhengruppe bleibt. Diese müßte an ihrem Südrand wiederum steil aufgestülpt worden sein.

Trotz ihrer ziemlichen Kompliziertheit scheint nun die oben versuchte Erklärung bezüglich zwei wesentlicher, bis jetzt aber übergangener Erscheinungen im Stich zu lassen.

Längs der Saalach schaltet sich nämlich mit dem Gerhardstein, im Süden beginnend, eine scharf hervortretende Tiefenzone ein, die mit keiner der bisher besprochenen, Zahlengruppen in Beziehung steht, trotzdem sie weit genug auch noch in die südöstliche Höhen- gruppe eingreift.

	Kulminiert in Metern	mit Verebnungsresten zwischen (Meter)
Gerhardstein	1629	1500 und 1370
Hundshorngruppe	1711	1530 „ 1300
Rauhenberg	1295	—
Lerchkogel	1542	1400 und 1200
Perhorn	1392	—
Tälernalp	1545	1350 und 1150
Mairberg	1001	1000 „ 900
Vokenberg, Prechlersberg	1255	1050 „ 900
Achberg	1317	1300 „ 1150
Kienberg	1004	—
Müllnerhorn	1358	—

So verschieden diese Werte im einzelnen sind und abhängig von mehr oder minder starker Erosionswirkung, so ist ihnen doch gemeinsam, daß sie sich ganz beträchtlich unter den Mittelwerten der zwei großen Höhengruppen halten und daß im Vergleich untereinander ein Gefäll nach Nord (etwa 1 : 75) nicht zu verkennen ist. Am deutlichsten wirkt der schroffe Abstand dieses Tiefenstreifens von seiner Umgebung am Gerhardstein. Letzterer trägt in 1430 *m* Mittelhöhe einen ganz ansehnlichen Plateaurest, der 470 *m* unter der mittleren Höhe der Plateaureste von Höhengruppe II, fast 900 *m* unter deren durchschnittlicher Gipfelhöhe liegt, während die Kulminationsdifferenz zwischen Gerhardstein (1629 *m*) und Loferer Steinberg (2512 *m*) 883 *m*, zwischen jenem und dem Hochkalter (2607 *m*) 978 *m* beträgt.

Läßt sich nun dieses Mißverhältnis durch besonders wirksame Erosion, durch eine Grabenflexur oder dergleichen erklären? Hier ist der Augenblick gekommen, wo der mit der Spezialaufnahme beschäftigte

Geologe einzusetzen hat; er muß zu einer verneinenden Antwort kommen ¹⁾.

Dieser tiefliegende Streif bedeutet ja nichts anderes als den versenkten Stirnrand der Berchtesgadner Schubmasse. Und wir kennen den Mechanismus der Versenkung zur Genüge. Am Saalachwestbruch ist das basale Gebirge mitsamt der aufgeladenen Decke um wenigstens 500 *m* abgesenkt worden. Auch das Alter dieses gewaltigen Vorgangs ist uns nicht mehr fremd. Die Versenkung muß nach der Deckenbildung und nach der paleocänen bayrischen Alpenfaltung stattgefunden haben, aber sie hat, wie die Wiederbenützung und Umgestaltung der Senkfläche durch die ostwestliche Quersfaltung beweist, vor letzterer fertig bestanden, das heißt aller Wahrscheinlichkeit nach vor dem Ausgang des Alttertiärs. Der Sinkstreif hat niemals zu irgendeiner Zeit sehr bedeutend mächtigere Sedimente beherbergt; auf dem Plateau des Gerhardsteins mag noch etwas mehr Dachsteinkalk, vielleicht auch ein bißchen Gosaukreide gelegen haben: nie wäre diese Masse stark genug gewesen, um den gewaltigen Gefällsbruch zur Umgebung auszugleichen.

Selbst wenn wir uns hier auf den unhaltbaren Standpunkt Haugs stellen wollten und im Geist eine höhere Dachsteindecke auf den Gerhardstein türmen würden, so könnte das am Achberg, in der Hundshorngruppe, am Vokenberg und Müllnerhorn nicht das geringste helfen, da diese ja selbst aus der höheren „Decke“ gebaut sind.

Ausgehend von der Annahme einer jungtertiären Fastebene kommen wir zu dem Gegenschuß, daß diese in vollkommener Ausbildung in dem besprochenen Alpen teil niemals vorhanden war; daß vielmehr entlang einer tektonischen Störungszone erster Ordnung seit Abschluß des Oligocäns eine Tiefenzone präexistierte, die Urheimat eines schönen Alpenflusses von heute. Und ähnlich uralte Depressionen scheinen die Kammsenken am Dürrenberg bei Hallein, an der Rauhenadel bei Kössen zu bilden.

Solche Eintiefungen sind nicht das einzige, was sich der Annahme einer wohlentwickelten Fastebene entgegenstellt. Wir kennen auch zwei nicht minder auffällige, bisher stillschweigend übergangene Höhenpunkte.

Der Göll kulminiert in mächtigem plateauartigen Gipfelbau mit 2522 *m*, um 300 *m* das benachbarte Hagengebirge, um 550 *m* den Untersberg überragend. Jäh bäumt sich, fast 1000 *m* über dem Lattengebirge thronend, der Watzmann zu einem 2713 *m* hohen, fast 1 *km* nahezu gleichhöhg verlaufenden Kamm. Und wieder läßt sich nicht mit jungen Verbiegungen arbeiten; nicht zufällige Zeugenberge aus härterem Gestein sind die beiden. Die Quersfaltung des ausgehenden Alttertiärs hat ihnen zu solch auffälliger Höhe verholfen und sie zu Herrschern über das Deckenland gemacht, eine Stellung, die allen Verebnungstendenzen zum Trotz nachwirkt bis zum heutigen Tage ²⁾.

¹⁾ Die weitere Begründung ist im tektonischen Teil dieser Arbeit wie jener über die Kammerker-Sonntagshorngruppe nachzusehen.

²⁾ Auch die bedeutende Höhenlage des westlichen Wettersteins dürfte auf gleiche Weise zu erklären sein.

Selbst jener Abbeugungsrand zwischen Höhengruppe I und II, den wir zugunsten der Theorie angenommen hatten, ist wenigstens längs der Strecke Waidring—Lofer recht eigener Beschaffenheit. Eine einfache Folge von Querprofilen aus den Steinbergen zur Kammerker gibt Aufschluß über eine Kippbewegung, die wirklich längs der Waidringer Furche stattgefunden hat. Dabei hat sich aber den Verhältnissen von heute nach zu schließen nicht etwa das nördliche Gebiet gesenkt, sondern im Gegenteil bei Waidring, wie das am karnischen Niveau der Rechensauer Alm und des Fußes der Kammerker nachzuweisen ist, um mindestens 300 m gehoben. Es müßte dies somit eine höchst merkwürdige rückläufige Bewegung sein.

Selbst in dem Gebiete, das so auffallend günstig für die besprochene Theorie zu sein scheint, genügt es nicht, mit dem consensus omnium zu arbeiten. Dem des Gebirgsbaues Kundigen geben sich die Probleme als reichlich verwickelt. Aber darüber kann kein Zweifel sein, daß die Tektonik reliefbildend gewirkt hat von Anfang an und daß dies in großen Zügen noch nachwirkt bis heute.

Für unser engeres Gebiet aber hat diese Untersuchung immerhin den Rückschluß auf die Grundzüge jungtertiärer Oberflächenformung vor der späteren Zertalung und vor glazialer Eingriffe ermöglicht, gewiß eine nicht unerwünschte Ergänzung unserer Kenntnis von der Geschichte dieses Alpentales.

V. Quartär.

I. Diluvium.

Profiltafel III und Textfigur 1.

Die überraschend geräumige, von Moräne und Schottern erfüllte Talweite von Saalfelden schnürt sich gegen Norden rasch ab, immer näher drängen beiderseits jäh aufsteigende Bergmassen an die Saalach heran, immer unbedeutender werden die flachen Vorrücken, bis man am Brandlbauer die 1400 m hohen Abstürze des westlichen Steinernen Meeres zur Rechten, die nicht minder schroffen Steilhänge des Leoganger Steinberges zur Linken die Hohlwege betritt. Erst von Diesbach an ändert sich wieder das Bild. Breite Felsgesimse, dann begrünte, Almen tragende Verebungen grüßen östlich aus ansehnlicher Höhe herab, um ein Stück weit das immer noch schmale Haupttal zu begleiten. Es folgt talab eine neue Verengung am Luftensteinpaß, doch gleich darauf erschließt sich in breiter Ebene das Aufschüttungsbecken von St. Martin und Lofer, auf beiden Seiten von mäßig geböschtem moränenreichen Mittelgebirge umlagert, so daß erst darüber hinweg die kahlen hellen Mauern der Reiteralm hereinleuchten. Schließlich zwingt aber, nachdem das weitgespannte Aschauer Hochtal unbenützt zur Rechten blieb, ein energisch entgegenstehender Riegel klotzigen Dachsteinkalkes Straße und Fluß zwischen felsigem Bord und auf felsigem Boden nahe einander am Kniepaß, jenseits dessen der freundliche Unkenker Talkessel dem Wanderer entgegengrünt.

Die reiche Landschaftsform läßt eine verwickelte, und zwar wesentlich glaziale Entwicklungsgeschichte vermuten, deren Erfor-

sung gleicherweise eine stratigraphische wie morphologische Methode erheischt.

Um die Chronologie der Ereignisse festzuhalten, gilt es zunächst den relativ ältesten Formenbestand abzuleiten. Es ist eine deutlich miteinander verknüpfte Reihe von Gehängeverflachungen, von hochgelegenen bachlosen Verebnungen, Nischen und Gesimsen, die sich ungezwungen als Reste eines alten Talsystems auffassen lassen. (Siehe Profiltafel III.)

Beginnen wir am westlichen Saalachufer südlich des Kniepasses, so finden wir die hübschen Trogtälchen zwischen Liedersberg und Pfannhauswand auf 820 bis 840 *m*, an der Ostseite des Prechlersberges eine Verflachung auf 825 *m*, am Vokenberg zwischen 850 und 950 *m*, an der Hallensteiner Alp auf 959 *m*, um das Loderbichlgut (976 *m*) zwischen 850 *m* und 1000 *m*, in der Faistau auf 800 *m*, um Hohengasteig bei P. 830. Jenseits des Einschnittes von Lofer folgen am Rauhenberg ähnliche Verflachungen zwischen 850 und 920 *m*, im Kirchentäl (856 *m*), am Ostende des Turnecks auf 929 *m*, im Dürrenberger Wald auf etwa 1000 *m*, im Schiederwald bei 961 *m* und im Nebelsbergwald nahe P. 944; schließlich am Köpfchen östlich des Nusserkopfes auf 1060 *m*.

Das rechte Saalachufer hat entsprechende Verebnungen: in dem fast funktionslosen Hochtal der Aschau (825—900 *m*), in der breiten Terrasse von Hagen bis gegen die Auerwiesen (P. 839, 829, 823), beiderseits der Schlucht des Kötschmairbaches zwischen 850 und 950 *m*, am Strubberg (888, 945 *m*) und bei Wildental (800 *m*), an der Alm östlich Kleberau (826 *m*) und an der untersten Gföllwiesenalm (900 *m*), schließlich die fruchtbare Hochfläche von Pürzlach (zwischen 960 und 1060 *m*), mit welcher das untere Gesimse am Fußstein (zwischen 940 und 960 *m*) in Verbindung zu stehen scheint. Kaum ist die Enge der Hohlwege, in welchen bei der Steilheit des Hanges ein sicherer Verfolg der Bänder und Gesimse unmöglich wird, überwunden, so fallen im Saalfeldner Becken die abgeflachten Kuppen des Brunnötz (1120 *m*), Klausberges (1125 *m*) und westlichen Kienberges (um 1100 *m*) ins Auge.

Neben der Tatsache, daß all die vorgenannten Verebnungen in festen Fels geschnitten, heute nur gewöhnlich von etwas Würmmoräne verschmiert sind, gibt ihnen der Umstand Bedeutung, daß sich vollkommen übereinstimmende Verflachungshöhen auch in alle wichtigeren Nebentäler hinein verfolgen lassen. Hierher zu rechnen ist im Gebiete der Schüttachgräben eine deutliche Hangverflachung, welcher der breite Rücken des Roßrucks (937 *m*) angehört. Im Wildenbachtal zieht in beträchtlicher Höhe über dem tief eingeschnittenen Bach eine fast ununterbrochene Reihe kulturbenützter Verebnungen über Wildental (800 *m*), P. 872 hinein zum Westlinger (958 *m*), hinüber zum Leimbichler (1031 *m*) und Zulechner (1089 *m*) und längs der Südlehne wieder talab über Reitbauer (924 *m*) und Maisl (920 *m*). Die Terrassenhänge des Wirmbachs und Schoberweißbachs stehen in ungebrochener Verbindung mit dem besprochenen Niveau des Haupttals. Im Unkenbachtal läßt sich wieder von der Kuppe des Kalvarienberges (773 *m*) über Göblgut (892 *m*), Vordergföll (871 *m*), Hammerlgut (925 *m*) in fast unmerklicher Steigung die tief

einwärts gelegene Verebnung von Hintergföll (900—950 *m*) erreichen und ebenso südlich über Ödenbachalp (885 *m*), Brandeck (967 *m*) und Soderalp (955 *m*) der Talausgang gewinnen.

Benützt man diese zusammenhängenden Zahlenwerte als Ausgangspunkte für eine Rekonstruktion des Talbodensystems der alten Saalach, so erhält man eine flachwandige Sohle, die am Kniepaß in etwa 680 *m*, südlich Paß Luftenstein auf 750 *m*, bei Oberweißbach zwischen 790 und 800 *m*, bei Stoß auf nahezu 840 *m* liegt, d. h. einen Talboden mit einem gut ausgeglichenen Gesamtgefälle von 7‰, welches dem heutigen Mittelwert recht nahesteht. Im Vergleich damit liegt das Niveau der heutigen Saalach 130—140 *m* tiefer. Die wahre Unterschneidung des felsigen Grundes stimmt jedoch nur am Kniepaß hiermit überein, südlich wie nördlich desselben ist der Betrag infolge der allerdings wohl nicht überall gleichmäßigen, immerhin im Mittel etwa 20 bis 30 *m* betragenden postglazialen Akkumulation um ebensoviel höher anzusetzen.

Wenn man auch in diesem Alpentheil sonst wenig Genaueres über die ältere Glazialzeit weiß und deswegen kaum dem geschilderten Talsystem den Wert „präglazial“ zuerkennen darf, so dürfte die Bezeichnung „präwürmglazial“ im weitesten Wortsinn sicher am Platze sein. Zwischen der im vorangehenden Abschnitt erörterten frühesten Periode der Reliefbildung am Beginne des Jungtertiärs, deren der Ursaalach zugehörige Tiefenstreif zwischen Gerhardstein und Melleck vielleicht von 1450 *m* auf 1250 *m* sich neigte, und der fröhilduvialen Zertalung mußte somit die gewaltige Vertiefung der Rinnsale um volle 650 *m* zustande gekommen sein, wobei es freilich dahingestellt sein mag, wie weit jungtertiäre Schollenbewegungen helfend oder hemmend mitwirkten.

Solchen Zahlen gegenüber bedeutet die eiszeitliche Unterschneidung, die 180 *m* längs der Saalach kaum überschreiten wird, ein relativ bescheidenes Ereignis.

Von alten Talbodenresten abgesehen sind uns aus präwürmglazialer Zeit nur kümmerliche Schotterrelikte überliefert, die vermutlich der gewaltigen Talverschüttungsperiode des Rißwürminterglaziale angehören. An geschützten, weitab vom Haupttal gelegenen Stellen an der Schoberweißbach- und Seissenbergklamm gelagert, handelt es sich dabei um Staubbildungen der in ihrem eigenen Schutt ertrinkenden Seitenbäche der Saalach, deren Höhe (am Schoberweißbach zwischen 620 und 675 *m*, hinter der Seissenbergklamm auf 730 *m* eben nur auf die Stärke des vom Haupttal her ausgeübten Rückstaus schließen läßt; mit der Höhe von heute noch erhaltenen alten Schotterresten innerhalb des Haupttales stehen jene Reste naturgemäß nicht in Übereinstimmung¹⁾. Das Vorkommen von Oberweißbach hat Brückner²⁾ schon so treffend gekennzeichnet, daß wenig zur Er-

¹⁾ G. Gillitzer machte mit Recht auf die Verschiedenheit in der Zusammensetzung der Schotter aufmerksam, welche zwischen jenen des Unkener Kessels und des Schoberweißbachs besteht; aus dem Niveau allein läßt sich jedoch ein Altersunterschied der beiden nicht ableiten. Wichtig ist die Beobachtung des Autors, daß der würmglaziale Eintiefungsbetrag sich auf mindestens 40 *m* bezieht.

²⁾ Vergletscherung des Salzachgebietes. Pencks Geogr. Abh. 1, 1886, pag. 70.

gänzung übrig bleibt. Es handelt sich um einen unbedeutenden, etwa 10 m hohen Rest 5—10° talausgeneigter Bänke eines großenteils sehr gut verfestigten Schotters mit schlechter Komponentensortierung und -rundung. Unter den Geschieben sind ortsnahe Dachstein- und Liaskalke herrschend, zentralalpine fehlen. Die Überlagerung durch Würmmoräne ist unzweifelhaft.

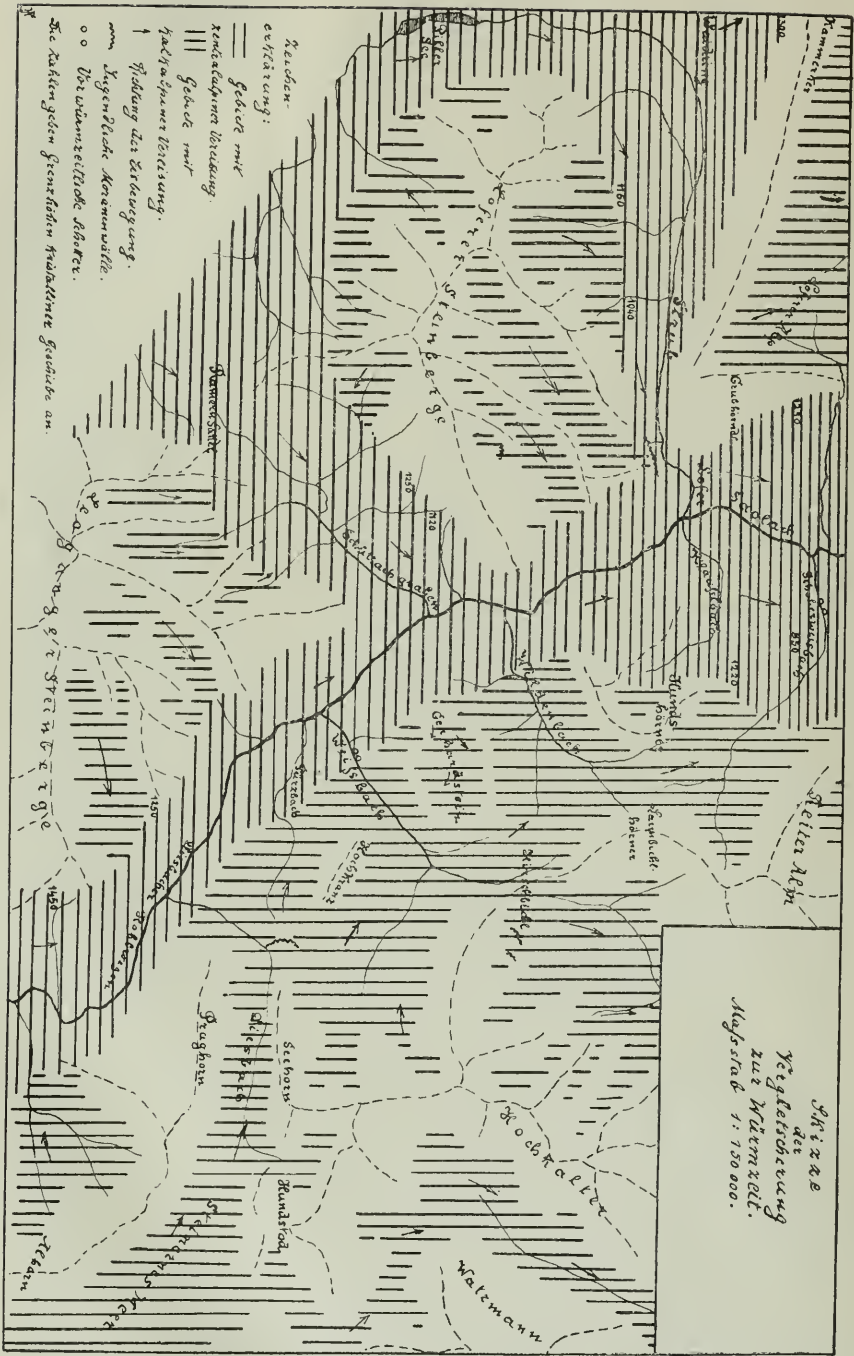
Die Vereisung der Würmglazialzeit, deren Spuren überall in großer Frische vorhanden sind, war, wie es auf dem Kärtchen Textfigur 1 zu entnehmen ist, in dem behandelten Gebiet eine sehr ausgedehnte. Nach den überkommenen Moränenrelikten sind kalkalpine und zentralalpine Ströme zu unterscheiden. Der führende der letzteren war naturgemäß der Saalachgletscher, der von Zell am See her der alten Talfurche folgte, jedoch über den Ramernsattel von Hochfilzen her und durch das Strubtal von Waidring—Pillersee ganz bedeutende zentralalpine Zuflüsse aufnahm.

Man beobachtet gar bald, daß zwar an den östlichen Hängen der Steinberge kristalline Geschiebe sowohl relativ hoch¹⁾ als zahlreich anzutreffen sind (so am Pfannkopf auf 1250 m, am Almberg und gegen die Hochschüttachalm bis auf gleiche Höhe, an der Brunnentalalp südlich Strub), daß sie dagegen am östlichen Uferrand etwas reichlicher lediglich auf der untersten Terrasse von Oberweißbach (so an der Prechlalm bis zu 900 m) sich vorfinden. Gehängeaufwärts oder längs der Talung des Diesbachs, Weißbachs oder Wildenbachs sucht man vergeblich danach²⁾. Nachdem die Moränen des Haupttales der oberen Saalach nach Zusammensetzung und Höhenlage mit jenen der Loferer und Unkener Gegend, die ich bis Ruhpolding und Reit i. Wkl. verfolgte, zu identifizieren sind, ist der Schluß nicht von der Hand zu weisen, daß die zentralalpinen Moränen der Würmvereisung — um diese kann es sich nur handeln — lediglich längs des Haupttales abgelagert wurden, daß also der Saalachgletscher ohne östliche Abzweigung direkt gegen Lofer abfloß, dagegen von Südwest her reichlich zentralalpinen Zuschuß über den Ramernsattel erhielt. Die Vereinigungsstelle des gleichfalls bedeutenden Waidringer Armes mit dem Hauptgletscher wird durch das auffallend weite Austiefungsbecken von St. Martin und Lofer bezeichnet, das trotz aller tektonischen Grundlage die Züge glazialer Ausgestaltung³⁾ ebenso frisch und unverkennbar an sich trägt wie die morphologisch

¹⁾ Immerhin bewegen sich die Grenzhöhen kristalliner Geschiebe im oberen Saalachtal wenig um ein auffällig niederes Niveau; Depression durch kalkalpines Eis (Brückner), nachträgliche Abschleifung durch kalkalpine Stadialgletscher, die große Steilheit der Hänge mag daran schuld sein.

²⁾ Bezüglich der Angaben Brückners über Maximalhöhen von Geschieben des Saalachgletscher sei bemerkt, daß die Höhenzahl 1380 m am Paß Luftenstein auf den Fund fremder Dachsteinkalkblöcke am Litzkogel — sicherlich Überreste eines kalkalpinen Seitengletschers — zurückgeht. Diese Zahl läßt sich wegen der dort herrschenden Staukomplikationen keinesfalls zur Berechnung des Gefalles des Hauptgletschers verwerten. Sicherer Anhalt gewinnen wir erst am Tälernalprücken, auf dem ich seinerzeit bis zu 1300 m zentralalpine Geschiebe nachwies.

³⁾ Der Gegensatz der V-form des oberen Saalachtals südlich Paß Luftenstein und der U-form der nördlich folgenden Talstrecke bis zum Kniepaß ist auf Tafel III klar ersichtlich.



so ähnliche Weitung von Golling—Hallein an der Salzach zu Füßen des felsigen Abschlusses am Paß Lueg.

Der Grund, warum den zentralalpinen Eismassen trotz ihrer beträchtlichen Höhe¹⁾ der Zugang ins Berchtesgadner Land über den Hirschbichlpaß²⁾ verwehrt blieb, kann nur in Hemmung durch kalkalpine Ferner gelegen sein, deren Relikte ja auch in staunenswerter Mächtigkeit das Weißbach- und Wildenbachtal besetzt halten. Diese aus dem westlichen Steinernen Meer westlich der Firnmulden-scheide Schindlkopf—Hundstod vordringenden, dann vom Seehorn und Hocheis gespeisten Eismassen zogen, aufgepreßt vom Hauptgletscher, diesem ein gutes Stück parallel, bis sie in der Weitung von St. Martin ihre Selbständigkeit verloren. Erst nördlich Wildentals konnte zentralalpines Eis wiederum auf die Vorhöhen der Reiteralm übergreifen, wie das Findlinge südlich des Perhorns und auf der Terrasse von Hagen bezeugen. Die mächtigen Moränen der Hintermahd und Almwaldalm sind rein kalkalpiner Zusammensetzung.

Die Feststellung, daß zur Würmeiszeit kein Teil des Saalachgletschers über den Hirschbichl gelangen konnte, besitzt für die Deutung der eiszeitlichen Vorgänge im Berchtesgadner Land erhebliche Bedeutung. Penck³⁾ hatte ja ursprünglich von der Tatsache ausgehend, daß in dem Ramsauer Mühlsteinkonglomerat viele zentralalpine Gesteine zu finden sind, geglaubt, daß noch in relativ sehr junger Zeit die Saalach selbst über den Hirschbichl gegen Berchtesgadener abgeflossen sein konnte; erst eine Hebung in jungdiluvialer Zeit hätte der Saalach ihren heutigen Weg gewiesen. Diese Annahme ist natürlich heute, wo wir über den Gebirgsbau der Gegend genauer unterrichtet sind, vollkommen hinfällig. Aber auch die neuere Deutung Pencks⁴⁾, daß jene zentralalpinen Geschiebe des Ramsauer Konglomerats der Moräne eines über den Hirschbichlpaß abfließenden Armes des würmglazialen Saalachgletschers entnommen seien, ist unhaltbar⁵⁾. Entweder entstammen diese also einer älteren Vereisung, in welcher der Saalachgletscher aus irgendwelchen, allerdings schwer einzusehenden Gründen am Hirschbichlpaß kein Hindernis gefunden hätte, von welcher lediglich im Berchtesgadner Land zentralalpine Geschiebe übriggeblieben wären⁶⁾, oder aber das zentralalpine Eis hat eben doch andere Wege zum Vordringen benützt, als man bisher annehmen zu müssen glaubte. Ich will es hier ganz offen lassen, ob man an ein Hereindrängen durch die Furche von Schwarzbachwacht (so nach

¹⁾ Nach Brückner am Eingang in die Hohlwege bis zu 1700 m; hiermit stimmt die Schlißgrenze unterm Persailhorn wie besonders gut jene am Kamm Plattenkopf—Saliterköpfl des östlichen Leoganger Steinberges überein.

²⁾ Auch jenseits des Hirschbichls bis zum Hintersee fehlen zentralalpine Geschiebe vollständig, eine Beobachtung Böses und Gillitzers, die ich nur bestätigen kann.

³⁾ Das Land Berchtesgaden. Zeitschr. Deutsch österreich. Alpenvereins 1885, pag. 238.

⁴⁾ Alpen im Eiszeitalter, pag. 363.

⁵⁾ Auch Brückner hatte sich lange vorher schon zu dieser Annahme sehr zweifelnd geäußert. A. a. O. pag. 6, 17, 18, 89.

⁶⁾ Die Beobachtung Leblings im Lattengebirge, daß dortselbst eine ältere zentralalpine Moräne um 200 m höher (bis zu 1400 m) als eine jüngere (nur bis 1200 m beobachtet) aufsteigt, könnte hierfür ins Feld geführt werden.

Böse, dagegen Penck) oder über das Roßfeld und die Dürrnberger Senke zu denken hat.

Mit der Tatsache des Andrängens des Saalachgletschers an seinen westlichen Uferrand stimmt die Beobachtung überein, daß auf der Ostseite der Steinberge keine bedeutenden kalkalpinen Ferner sich entwickelten; weder in der Mulde von Niedergrub noch im Nebelsbergkar sind einigermaßen erwähnenswerte Moränenreste zu finden und das gleiche gilt für die nordöstlichen Hänge des Loferer Steinberges, wo es nur im Bereich der Jägerkaser- und Metzgeralm zu etwas erheblicherer Ansammlung kalkalpinen Eises gekommen ist. Eine solche fand auch in den zahlreichen geschützten Nischen der Nordwände des Ochsenhorn-Vorderhornkammes statt, woran heute noch die Kirchentaler Moräne erinnert, und eine beträchtliche Eiszunge hat sich von den Wehrgruben herab gegen das Strubtal vorgeschoben; an der Vereinigung von diesem mit Loferer- und Saalachtal überkleidet eine mächtige Haube mehr oder weniger umgelagerter kalk- und zentralalpiner Moräne mit Bergsturzmassen gemischt den Nordfuß des Rauhenberges.

Es ist von besonderem Interesse, daß eine Analyse des uns überkommenen Formenschatzes im Saalachtal es erlaubt, auch Schlüsse quantitativer Art über die Verteilung der einzelnen Eiskomponenten zu ziehen. Wie die erklecklichen erhaltenen Reste von Würmmoräne bei Oberweißbach und talab von Wildental bis Unken dartun, fehlt hier eine wesentliche nachwürmzeitliche Über tiefung der Talung als Ganzes betrachtet; nur nahe der Talsohle selbst sind Veränderungen eingetreten, die unschwer durch Rekonstruktion sich ausgleichen lassen; der Grundzug der Talform ist heute noch würmglazial. Halten wir daran fest, daß in Übereinstimmung mit Brückner die Eishöhe des Saalachgletschers am nördlichen Ende der Saalfeldner Weite auf 1700 *m* zu bestimmen ist, daß die Mindesthöhe bei Hallenstein 1350 *m* beträgt, nachdem der Tälernalprücken mühelos von beträchtlichen Eismassen überschritten wurde; daß endlich die Höhe bei Melleck auf mindestens 1250 *m* zu bestimmen ist (Abzweigung durch das vordere Steinbach- ins Weißbachtal), so erhalten wir für die Querschnitte der bewegten Eismasse im Saalachtal

in Profil Lärchkopf-Raucheck (Hohlwege)	ungefähr	1·25 <i>km</i> ²
„ „ Lahnerhorn-Gerhardstein	„	1·35 „
„ „ Rauhenberg-Kötschmairhorn	„	2·0 „
„ „ Loderbichl-Perhorn	„	2·5 „

Nur etwa die Hälfte des Saalachgletschers, der nördlich des Marktes Lofer vor Abzweigung des Tälernalparnes sein Maximum erreicht, stammt somit tatsächlich aus dem Saalfeldner Kessel. Rund 0·40 *km*² zentralalpinen Eises, d. h. etwa $\frac{1}{3}$ der Masse des primären Saalachgletschers der Hohlwege, kam über die Schüttachgräben vom Ramernsattel her hinzu, dessen Querschnitt unter Berücksichtigung einer Eishöhe nördlich Fieberbrunnns von 1700 *m* und der erhaltenen Schliffgrenzen sogar mühelos 0·50 *km*² fassen konnte. Mindestens gleich stark ist der aus zentralalpinen und kalkalpinen Komponenten gemischte Zuwachs durch das Strubtal.

Von einem Bühlstadium konnte ich weder längs des Saalachtales¹⁾ noch im Vorgebirge der Reiteralm oder den Steinbergen etwas Sicheres auffinden, es sei denn, daß der sperrende Blockwall des Loferer Tales zwischen 650 und 680 *m* dazugehört. Auf der Kallbrunnalp hingegen haben sich in breiter zum Diesbachtal weisender Nische auf 1380—1440 *m* reichliche Moränenreste von jugendlichem Äußeren erhalten, die recht gut nach Analogie mit Berchtesgadner Vorkommnissen einem Gschnitzstadium angehören könnten. Von sonstigen Blockwällen am Rande ehemaliger Eiszungen oder Firnfelder mögen folgende erwähnt sein:

Große Lahnfahrt, Loferer Steinberg, nördliche Exposition in	1600 <i>m</i>
Große Schneeegrube, Loferer Steinberg, nördliche Exposition in	1500 <i>m</i>
Kleine Schneeegrube östlich des Vorderhorns, Loferer Steinberg, nordöstliche Exposition in	1500 <i>m</i>
Klein-Eistal, Hochkalter, nordwestliche Exposition in	1450—1500 <i>m</i>
Diesbachtal, Steinernes Meer, westliche Exposition in	1500—1600 <i>m</i> (undeutlich).

Diese Reste könnten in Anbetracht der unversehrten Formung und der geringen Größe des zugehörigen Firnbeckens mit dem Daunstadium verglichen werden.

Es darf hier noch auf zwei besonders schöne Beispiele gestufter Trogtäler hingewiesen werden, die wohl mit Penck durch das Zusammenwirken von würmglazialer Aushobelung und späterer Benützung als stadiale Zungenbecken entstanden gedacht werden können. Das zweifach gestufte Muldensystem der Wehrgrube und des Loferer Tales besitzt in letzterem einen ausgezeichnet U-förmigen Querschnitt mit schroffen Seitenwänden, deren Anlage allerdings ganz wesentlich tektonisch bedingt ist. Das hängende Tal der Diesbachalp läßt sich über dem felsigen Talschluß hinter der Mitterkaser Alm (zwischen 1700 bis 1800 *m* nur teilweise tektonisch angelegte Wandstufe) einerseits zu dem überraschend ebenen Boden der Hochwies verfolgen, dem ein moränenverstopfter, dann schuttverhüllter Karsttrichter zugrunde liegen mag, anderseits über die Kaser Wand zu der weiten Firnmulde zwischen Finsterbach—Schindlkopf und kleinem Hundstod. Auch zwischen Kammerling- und Alplhorn liegen mehrere unvollkommene Karnischen übereinander. Am weitentrückten Diesbachsee hat ähnlich wie bei dem Hochtal der Hochwies Tektonik, Karsterosion und glaziale Tätigkeit zusammengewirkt, um ein Juwel hochalpiner Schönheit zu schaffen.

¹⁾ Bereits Brückner war sich völlig klar, daß das Trümmerfeld der Scheffsnoter Au bei Lofer, das zunächst einige Ähnlichkeit mit einer stadialen Endmoränenlandschaft zu besitzen scheint, seiner Entstehung nach nichts damit zu tun hat. In den Hohlwegen finden sich jedoch überhaupt keine Moränenrelikte mehr.

Die Formung und Moränenrelikte des Gerhardsteins verraten, daß die flachgelagerte Deckscholle einen gar nicht unbeträchtlichen Plateaugletscher trug; allein auf dessen Tätigkeit ist die dürftige Almbesiedlung gegründet.

Bezüglich der interessanten Fragen über mehrfache Erschließung und Wiederverstopfung zentralalpiner Quellflüsse der Saalach, deren endgültiger Besitzstand nach Penck erst in der Achenschwankung geregelt wurde, lassen sich bei der Untersuchung des Saalachtales selbst mangels bezeichneter Ablagerungen keine Ergebnisse gewinnen.

2. Alluvium.

Der Beginn des Postglazials fällt mit einer Akkumulationsperiode bedeutenden Ausmaßes zusammen. Wo wir heute das Flußbett der Saalach zwischen Saalfelden und Reichenhall untersuchen, müssen wir mit einer Ausnahme feststellen, daß selbst an Stellen stärkerer Verengung (so am Paß Luftenstein, in den Hohlwegen) der heutige Fluß auf schuttermäßigem Bette läuft. Dieser Aufstau beträgt jetzt noch 20 bis 30 m und war früher nach einzelnen höhergelegenen Resten von Flußterrassen zu schließen, zum Beispiel bei St. Martin, Reit, Oberweißbach, um 8 bis 10 m höher zu veranschlagen. Ähnliches gilt vom Unterlauf der Saalach, wo bei Anlage des Staudammes für den Saalachsee beim Kiblingbauer erst 30 m loses Material¹⁾ unter dem Fluß erbohrt wurde. Es ist nun recht auffällig, daß diese Aufschüttung von Nord wie von Süd gegen den Kniepaß zu abnimmt und hier befindet sich die einzige Stelle längs des ganzen Saalachlaufes, wo das Wasser in hartem Gefels schäumend sich den Durchgang erzwingt. Anstehendes Grundgebirge ragt zwar auch am Mörtelbauer, bei Hallenstein, unmittelbar nördlich Lofer, vielleicht auch an der Scheffsnoter Brücke und an einigen Stellen der Hohlwege in das heutige Flußbett herein, doch stimmt dies an solchen Orten nicht mit der tiefsten Linie der wahren felsigen Bodenbegrenzung überein. Das Bild einer jugendlichen Herauswölbung des Riegels am Kniepaß oder umgekehrt der Abbeugung der südlichen und nördlichen Talstücke scheint am ehesten der eigenartigen Erscheinung gerecht werden zu können. (Vgl. Tafel III.)

Eine gewaltige Masse postglazialen Schuttmaterials birgt heute noch die St. Martin—Loferer Talweite. Trotz wenig günstiger Aufschlüsse, die nur an der Steilböschung des jetzigen Flußverlaufes zu sehen sind, läßt sich doch soviel feststellen, daß das Füllmaterial durchaus nicht einheitlicher Natur ist²⁾. Zuunterst ist eine ziemlich mächtige, schlecht gemischte Masse aus einheimischem Bergschutt und verwaschener Moräne zu beobachten. Erst darauf hat sich die ungeheure Bergsturzmasse ergossen³⁾, die zwischen Lerchkogel und Gföllhörndl von den Wänden des Grubhörndls losbrach und dann das

¹⁾ Gültige Mitteilung von Herrn H. Krauß.

²⁾ Ich glaube keinenfalls, daß es sich bei den Moränenresten der Scheffsnoter Au um intakte Würmmoräne handelt, wie das die Karte Gillitzers angibt.

³⁾ Zuerst von Brückner als solche gewürdigt; a. a. O. pag. 127, 128.

ganze Gebiet von Braugföll, Faistau, Hohengasteig, Scheffsnoter Au überschüttete. Ebenfalls als relativ jung geben sich Bändertone, Sand und Saalachsotter als Unterlage des Gumpinger Moores zu erkennen. Diese letzteren Ablagerungen könnten gut in zeitlichem Zusammenhang mit dem Bergsturz von Lofer gestanden sein. Die Tatsache, daß hier wie am Paß Luftenstein das Material des Bergsturzes auf bereits eingefüllten Flußschottern und verschwemmtem Gehängeschutt lagert, läßt die Akkumulation regional erscheinen.

Auch heute noch ist die Saalach keineswegs durchaus siegreich im Kampfe gegen seitliche Verschüttung.

Das dolomitische Gestein der Hundshorngruppe neigt besonders intensiv zu mächtiger Gehängevergrusung und zum Verdrusse des Tektonikers umgibt ein Kranz zerbröckelnden Schuttmaterials den Bergesfuß. Charakteristisch sind die radialstrahlig von den Deckschollen des Rauhenberges, Gerhardsteins und Hochkranzes herabgeronnenen Bergsturmengen; der grobklüftige Lerchkogelkalk neigt besonders zu klotziger Verwitterung. Von den Steilwänden der Laimbichlhörner, der Hocheisspitze und des Kammerlingkammes fließen unaufhörlich die frostgesprengten Gesteinstrümmer zutal und vermuren, zwischen Kammerling- und Kematenalm sich mit Moräne vermischend, weithin die ehemals lebhaft begrünten Berghänge. Am mächtigsten aber gedieh diese Ansammlung von zerfallenem Trümmerwerk an den Nordseiten des Loferer und Leoganger Steinberges, wo gewaltige, abgestorbene, von wilden Sturzbächen zerschnittene Halden wiederum auf eine noch stärkere Akkumulationsphase hinweisen.

Sowohl im Umkreise der Jägerkaser-, Metzger- und Brunntalalp wie im Eiblbachtal nahe Falleck finden sich mehr oder minder stark verfestigte Gehängebrekzien. Man wäre vielleicht geneigt, dieselben nach Analogie mit Vorkommen im Karwendel und Wetterstein einer noch älteren — vielleicht der rißwürminterglazialen Verschüttungsperiode zuzuteilen. Aber nirgends fand ich die Brekzie sicher von Würmmoräne überdeckt, sie enthält hingegen selbst aufgearbeitetes Moränenmaterial und geht seitlich sehr rasch in losegebliebene Schuttmassen über, so daß ich an ein postglaziales, freilich relativ hohes Alter glauben möchte, zumal mir ein Vorkommen, das aus dem Bereiche der heute noch wirksamen Schuttstromrichtungen fallen würde, nicht bekannt geworden ist.

Einigermaßen bedeutende Moorflächen sind außer der bereits erwähnten Bildung von Gumping nur in der Nähe der Kallbrunnalpe, und zwar an die Mergelkalke des oberen Lias im Liegenden geknüpft, anzutreffen; sie dürften über kleine glaziale Auskolkungswannen gespannt sein.

Die allgemeine Steilheit der Hänge, bedingt durch den gedrungenen Muldenbau, und die verhältnismäßig geringe Verbreitung oberjurassischer und kretazischer Schichten verhindern eine nachhaltige Ansammlung von Verwitterungskrume, wodurch das Gebiet viel unwirtlicher und waldärmer wie das geologisch sonst so ähnliche Gebiet des Unkenbachtals erscheint. Nur im Wildenbachtal bis gegen den Hirschbichl und im Weißbachtal gedeiht kräftiger Nadelwald in schönen Beständen auf den moränenüberkleideten Hängen des Neokoms;

der gleich weit verbreitete obere Lias trägt lieber schütterten Mischwald, während an den Steilhängen des Leoganger Steinberges die Lärche auffallend zahlreich ist.

Die Felder der Hochbauern, die besten und zahlreichsten Alpen des Gebietes sind an das Vorkommen von Moräne geknüpft; erst in zweiter Linie kommen die auf den mergel- und damit wasserreichen Schichten des Juras und der Kreide stehenden Alpen; weder die Raibler noch die Kössener Stufe vermag hier die Anlage von Nutzflächen zu begünstigen.

Als ausgezeichnetes Quellenniveau gibt sich überall der Ausstrich der Berchtesgadner Deckenüberschiebung zu erkennen.

C. Heteropie.

Nach dem heutigen Stand unserer geologischen Kenntnisse genügt es im westlichen Salzkammergut nicht mehr, die einzelnen verschiedenartigen Gesteinsausbildungen gleichen Alters von Ort zu Ort so gut oder so schlecht und gewaltsam es eben geht, aneinander knüpfen zu wollen. Es muß der durch die vorliegende Aufnahme neuerdings bestätigten Tatsache Rechnung getragen werden, daß durch tektonische Bewegungen von einschneidender Bedeutung heterope Sedimentationen neben- und aufeinander liegen, die zur Zeit ihrer Entstehung örtlich mehr oder weniger weit voneinander getrennt waren. Erst wenn man sich der vollen Tragweite dieses Erfahrungssatzes im Einzelfalle bewußt ist, darf man sich der Hoffnung hingeben, natürliche Gesichtspunkte für die Beurteilung der regionalen Heteropie zu finden. So lange aber keine schlüssigen Beobachtungen über die ehemalige Lagebeziehung von tirolisch und juvavisch der Salzburger Alpen vorliegen, scheint es mir bei der Schilderung eines räumlich beschränkten Gebietes für angebracht, in erster Linie der Heteropie innerhalb einer als solche erkannten Einheit nachzugehen und erst von diesem gesicherten Boden aus auf Möglichkeiten einer ungezwungenen Verbindung verschiedener Einheiten hinzuweisen.

Da die **tieferen Trias** innerhalb der besprochenen Gebietsgrenzen nur in der Decke anzutreffen ist, erscheint natürlich ein Vergleich von Decke und Basis überhaupt erst dann aussichtsreich, wenn die Südkante der Kirchberg-Kalksteingruppe, des Leoganger Steinberges und des Steinernen Meeres einbezogen werden kann.

Für die Deckensedimentation läßt sich hingegen bereits einiges Beachtenswerte feststellen. Die skytische Stufe ist nur in der Fazies der Werfener Schichten entwickelt, da die Verbreitung von Salz und Gips westlich der Linie Unken Pfannhaus—Antenbichl zu Ende geht; in oberen Horizonten ist rein marine Sedimentation herrschend.

Der Muschelkalk ist als solcher unbekannt, auch die relativ geringmächtigen Reichenhaller Dolomite sind hier etwas heller gefärbt wie Saalach abwärts und schwer vom Ramsaudolomit abzugrenzen. Von nicht zu vernachlässigender Bedeutung mögen sich die

dunklen kalkigen Lagen von der Kematsteiner Alpe infolge der Vergleichsmöglichkeit mit Gesteinen der Saalfeldner Gegend erweisen. Echte Gutensteiner Dolomite sowie die äußerst charakteristischen brekziösen Rauchwacken, welche bei Schloß Lichtenberg wie am Südfuß des Watzmanns die tirolische Unterlage auszeichnen, sind jedenfalls diesem juvavischen Deckenteil fremd.

Eine überaus große Übereinstimmung von Basis und Decke scheint im ersten Augenblick in der **ladinischen Stufe** zu herrschen. Weder petrographisch noch faunistisch ließen sich zwischen dem tirolischen Ramsaudolomit der Schüttachgräben und dem überschobenen der Reiteralp nennenswerte Unterschiede feststellen. Daß in ersterem gelegentlich an Wettersteinkalk erinnernde Lagen zu finden sind, kann nicht Wunder nehmen, nachdem ja die Decke im ‚Ramsaukalk‘ ein kaum verschiedenes Gegenstück besitzt.

Die Reduktion der Mächtigkeit vom Sockel des Hochplateaus der Reiteralp gegen die randlichen Zonen ist etwas recht Auffälliges und in dem zur Untersuchung vorliegenden tirolischen Gebirge ohne entsprechende Vergleichsmomente. Trotz aller tektonischen Umarbeitung ist sie ja dortselbst stratigraphisch begründet und noch weit Saalach abwärts, so am Tälernalprücken, läßt sich die gleiche Beobachtung überall bestätigen. Nachdem im stratigraphischen Teil schon Beweise erbracht wurden, daß von der an sich geringen Mächtigkeit des Dolomits zwischen dem geringmächtigen Vertreter des Muschelkalkes und dem Dachsteinkalk ein erheblicher Teil der karnischen Stufe zugewiesen werden muß, entfällt die wesentliche Sedimentationslücke auf die ladinische Stufe.

Am interessantesten ist die Heteropie der **karnischen Stufe**. Innerhalb des basalen Gebirges ließ sich feststellen, daß zwischen einem Waidringer Typus (300 m schwarze Dolomite ohne Mergel-einschaltung) und einem Wimbach-Typus (etwa 20 m schwarze Reingrabner Schiefer mit hellen Dolomiten im Hangenden) von West her über die Schüttachgräben zur Bindalm eine Zone zwischenlagert, die indifferent graue, vom Dachsteindolomit schwer unterscheidbare dolomitische Gesteine neben spärlichen Einschaltungen bunter, sandiger Lettenschmitzen enthält. Nachdem die Reingrabner Schiefer in gleicher Weise am Südrand des Leoganger Steinberges, bei Saalfelden, am Hochkönig und im Blühnbachtal sich einstellen, ist eine bedeutsame isopische Grenzlinie vom Birnhorn über Hocheisspitz und Watzmann zum Hagengebirge in WSW—ONO gesichert. Hochkalter, Watzmann und Steinernes Meer sind mit dem Leoganger Steinberg und dem Hagengebirge als eine untrennbare Sedimentationseinheit gekennzeichnet, die von der typisch bayrischen Ausbildung der Raibler Schichten am nördlichen Gegenflügel der tirolischen Masse (Zahmer Kaiser—Rauschberg—Stauffen) durch eine Region ohne terrigene Zuschwemmung getrennt ist. Diese Region liegt weit nördlich der Zone der Hochgebirgskorallenkalke, die in der tirolischen Masse in reiner Ausbildung erst am Hochkönig auftritt.

So nahe es auch zu liegen scheint, diese reindolomitische

Zwischenregion in Verbindung mit dem Sedimentationsgesetz der juvavischen Deckschollen zu bringen, das ja ähnlicherweise Unterdrückung terrigener Einnengung erfordert, so wenig innere Berechtigung hat dieser Schluß von regionalen Gesichtspunkten aus, wie das an anderer Stelle dargelegt werden soll.

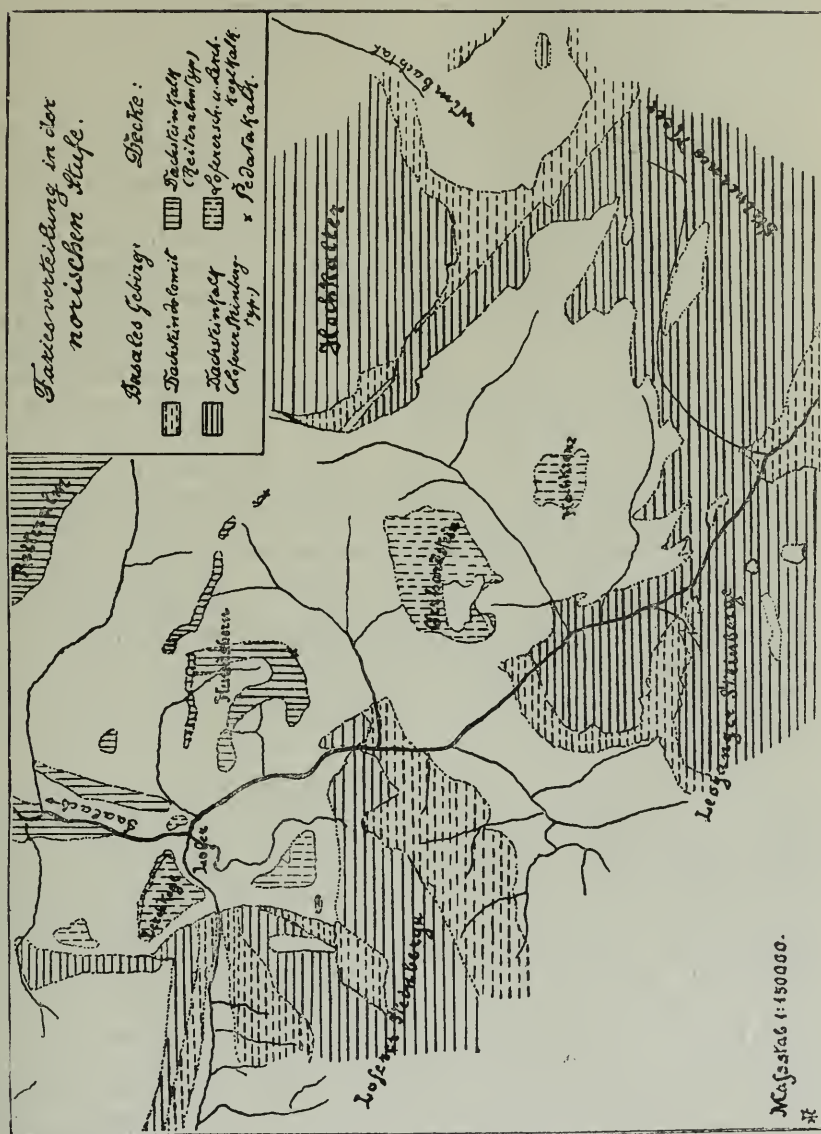
Innerhalb der Decke überbrückt der lichtbunte Hallstätter Dolomit sehr energisch die heteropischen Gegensätze. Zwar ist er hier nur mehr an einer raumbeengten Stelle mit echtem Hallstätter Kalk in Sedimentationsverzahnung, ohne jede Änderung bleibt er dafür der mergeligen Deckenfazies vom Dietrichshorn bis zum Hochkranz um so treuer und ist hinwiederum im östlichen Teil der Saalachsenkscholle bis gegen den Zaßbauer hin normal vom Reiteralmkalk überlagert. Nachdem die weitest vorgestreckten Sedimentationen der echten Hallstätter Entwicklung sogar unmittelbar in den oberen Ramsaudolomit der Hundshorngruppe, die sonst reine Berchtesgadner Fazies aufweist, hineingreifen, ist im Karnikum ein so inniger Zusammenhang der juvavischen Sedimente geoffenbart, daß es mißlich wäre, das natürlich Verknüpfte einem Teildeckenschematismus zuliebe wieder auseinanderreißen zu wollen.

Auch eine vergleichende Betrachtung der Sedimentation in der **norischen und rhätischen Stufe** gibt genügend bemerkenswerte Gesichtspunkte. Es ließ sich im Loferer Steinberg ein schrittweiser Übergang von dem in der Kammerkergruppe noch selbständig entwickelten bunten Rhät zu jener Ausbildung verfolgen, die als buntgebänderter Dachsteinkalk am Hochkalter, Watzmann usf. seit langem bekannt ist und immer schon im Verdacht rhätischen Alters stand. Daß dies für den obersten Teil des tirolischen Dachsteinkalkes Geltung hat, kann nach den neuerdings angeführten Fossilfunden ebensowenig bezweifelt werden wie die Tatsache, daß trotz alledem der Lagerung nach die Hauptmasse dieses tirolischen Dachsteinkalkes als obernorisch zu gelten hat.

Dann ist beachtenswert, daß der im Westen des Gebietes noch dominierende Dachsteindolomit gegen Ost ganz allmählich vom Hangenden gegen das Liegende durch Kalkbänke ersetzt wird, so daß jenseits der östlichen Gebietsgrenzen unter Einrechnung eines Teiles des „oberen Ramsaudolomits“ (= Dolomit zwischen Reingrabner Band und Dachsteinkalk) in die karnische Stufe nicht allzuviel mehr von echtem Dachsteindolomit übrigbleiben dürfte.

Der juvavische Dachsteinkalk ist hier im ganzen genommen etwas älter als der tirolische; die Hauptmasse desselben, soweit sie heute noch erhalten ist, dürfte mit Recht als unternorisch gelten. Dolomitische Ausbildung ist nicht mehr als Horizont, nur gelegentlich mit rascher seitlicher Verkeilung in beschränktem Maße vorhanden. Von einem rhätischen Äquivalent ist nichts bekannt; bei der geringen Mächtigkeit des hierlatzbedeckten Reiteralmkalkes im Saalachmittelgebirge ist die Abwesenheit des Rhäts (gleichviel ob primär oder sekundär, doch stets präunterliassisch) mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit zu vermuten.

Die echte Hallstätter Entwicklung ist nur eben noch in ihren



äußersten Ausläufern inmitten des Reiteralmkalkes verspürbar, dafür sichern sich Glieder der unrein tonigkalkigen Reihe (Loferer Schichten und Lerchkogelkalke) in bogenförmigem Kranz die Reiteralm umziehend weite Verbreitung. Der petrographische Charakter läßt diese Gesteine mit der Zlambachfazies des östlichen Salzkammergutes um so eher vergleichen, als sich nun auch Korallenknöllchen eingestellt haben. Eine sehr tiefe Stellung der Loferer Schichten an der Basis der norischen Stufe, wenn nicht gar Angliederung an die höchste Subbullatuszone des Karnikums wird nun durch einige, allerdings immer noch nicht schlüssige Fossilfunde vielleicht angedeutet. Dadurch, daß die Loferer Schichten jedoch merklich zugunsten reiner kalkiger Bänke zurücktreten, daß überall der weitverbreitete Hallstätter und Ramsa dolomit im Liegenden nachgewiesen wurde, daß die Lerchkogelkalke an verschiedenen Stellen unverkennbare Annäherung an den Habitus der gewöhnlichen Dachsteinkalke zeigen; durch all dies wird den heteropen Gliedern innerhalb der juvavischen Decke viel von der eigenartigen Sonderstellung genommen, die sie mir an der mittleren Saalach zu haben schienen.

Von jüngeren Ablagerungen verdienen allein jene des Lias eine eingehendere Betrachtung.

Fast alle wichtigeren Glieder der Faziesfülle, wie sie in der weiten Unkenbachmulde beschrieben wurde¹⁾, finden sich auch im basalen Gebirge Saalach aufwärts wieder, doch nicht mehr in räumlich gesonderter Ausbildung, sondern mit so starker gegenseitiger Durchmischung, daß eine kartographische Einzelausscheidung bei dem gegebenen Maßstab nicht mehr durchführbar ist. Für jene modernen Tektoniker, die jede kleine Faziesverschiedenheit mit Überfaltungsspekulationen in Beziehung setzen möchten, sollte ein solch außerordentlich rascher Wechsel innerhalb mindestens bathyalen Sedimente und im Streichen ein und derselben Faltenmulde, eine ernste Mahnung bedeuten.

Drei speziellere Punkte möchten einer besonderen Erwähnung wert sein. Typische Adneter treten merklich in den Hintergrund, dafür zeigen sich um so reichlicher echte, fossilreiche, teils unter-, teils mittelliassische Hierlatzkalke neben bunten Ammoniten und Kieselkalken. Äußerst auffällig ist die Armut liassischer Ablagerungen in der Decke; nur spärlich sind die Reste von Hierlatzkalken und Anklänge an bunte Ammonitenkalke (Hundsalm) und wo reichlichere Fossilfunde gemacht wurden (Maurach, Reiteralm), da handelt es sich um solche aus unterliassischem Hierlatzkalk. Im oberen Lias der Unterlage sind die Adneter der Unkenbachmulde von jener Gesteinsausbildung bereits vollkommen ersetzt, die im Berchtesgadner Land weiteste Verbreitung besitzt und entschieden ihrer Entstehung nach einer Flachwassersedimentation zuneigt. Die schwarzen, kiesel- und manganreichen Mergelkalke und Schiefer, eine Abart der Flecken-

¹⁾ Nicht vertreten sind die tiefstliassischen Muschelbänke und grauen Lamelli-branchiatenkalke sowie die oberliassischen Adneter; neu treten die grauen unterliassischen Hierlatzkalke auf, die über Hochkalter zum Hagengebirge verweisen und die Allgäuschieferfazies im oberen Lias.

mergel der Voralpen, lassen sich von Oberweißbach über den Hirschbichl in einem Zug bis zum Königsee nachweisen. Innerhalb der basalen Muldung fand somit von Nordwest nach Südost eine ganz energische Änderung der die Sedimentation beherrschenden Faktoren statt. Im Loferer Steinberg scheint sogar unter dem Radiolarit der Anderlalm jede Vertretung des oberen Lias zu fehlen.

Diese Heteropie liassischer Sedimente zwischen Unkenbach und Oberweißbach deutet auf die Annäherung an einen gegen Süd verflachenden Beckenrand innerhalb des tirolischen Gebirges. Die juvavische Serie benimmt sich hier wie ein Endglied der skizzierten Entwicklung.

Auf das tirolische Gebiet beschränkt sind innerhalb unserer Gebietsgrenzen sämtliche jüngeren Ablagerungen, die mit den äußerst gleichförmigen **Radiolariten** vermutlich mitteljurassischen Alters einsetzen; diese lassen sich auch in übergreifender Lagerung auf mittelliassischen Kalk beobachten.

Die folgenden Schichten des **höheren Juras** bieten insofern Interessantes, als sich wieder in der basalen Mulde von West nach Ost eine fazielle Änderung kundtut. Den eintönigen Oberalmer Kieselkalken des Unkenbaches treten östlich der Linie Lofer—Goldener Zweig—Hochkranz bunte Mergelschiefer zur Seite und zweifellos gehören ihnen schon die petrographisch so ähnlichen Schichten am Loferer Alpweg unterm Loderbichlgut an. Die beschränkten Vorkommen heller, massigerer Kalkbänke mögen die östlicher so mächtige Fazies der Plassenkalke einleiten.

Die Gesteine der **älteren Kreide** wiederholen in der Trennung von tieferen Schrambach- und höheren Roßfeldschichten das normale Sedimentationsgesetz der Unken-, Berchtesgadner und Halleiner Gegend.

Es gilt die Endergebnisse aus diesen vergleichenden Betrachtungen über fazielle Differenzierung im oberen Saalachgebiet zusammenzufassen. Ich möchte sie dahin formulieren:

1. Das hier behandelte tirolische Gebiet liegt bereits vollständig jenseits des nordwestlich benachbarten Grenzsaumes zum bayrischen Triasbezirk; es gehört vollständig dem Berchtesgadner Faziesbezirk an.

2. Innerhalb des tirolischen Anteils ist in verschiedenen Stufen Heteropie zu spüren; deren Grenzen laufen in WSW—ONO (Karnikum, Rhät) oder aber in N—S (Lias, höherer Jura).

3. Innerhalb der tirolischen Unterlage ist vom Rhät an aufwärts eine gewisse Verarmung der Sedimentation gegen Südost durch Annäherung an litorale Verhältnisse unverkennbar; hier sind Lücken vorhanden und die Sedimente neigen im allgemeinen mehr dem Flachseetypus zu.

4. Auch die juvavischen Deckschollen haben heteropische Entwicklung. Bogenförmig legt sich um die mächtigste und monotonste Ausbildung von unverfälschtem Berchtesgadner Charakter (Hauptmasse der Reiteralms) zunächst eine Zone der „reduzierten Mächtigkeiten“ besonders von ladinischer und norisch-rhätischer

Stufe, dann ein Außenring mit Zlambachfazies der höheren Trias. Die reine Hallstätter Fazies ist nur mehr in spärlichen Linsen, doch diese unzweifelhaft an der Stelle ihrer ursprünglichen Heimat vorhanden.

5. Innerhalb der juvavischen Decke ist im Vergleich zu den von der mittleren Saalach geschilderten Verhältnissen eine gewisse Milderung der faziellen Gegensätze nicht zu verkennen. Ramsau- und Hallstätter Dolomit unterlagert die Zlambach-, Hallstätter- und Reiteralmfazies; die eigentümlichen Loferer Schichten sind nicht mehr niveaubeständig; die Zungen der abklingenden Hallstätter Entwicklung greifen in die Reiteralmserie über; auch die Lerchkogelkalke zeigen Anklänge an Reiteralnkalk.

6. Unterscheidungsmerkmale grundlegender Bedeutung trennen immer noch tirolische und juvavische Masse. Nur erstere erfreut sich einer beträchtlichen Menge jurassischer und altkretazischer Ablagerungen. Nur in letzterer ist Hallstätter- und Zlambachfazies und der typische Reiteralnkalk heimisch.

7. Und doch ist im Vergleich zum mittleren Saalachgebiet eine ganz bedeutende Annäherung von tirolisch und juvavisch zu verzeichnen. Die ladinischen Ramsaudolomite unterscheiden sich kaum; in der Basis treten Reingrabner Schiefer auf, die wir auch vom Untersberg, vom Lattengebirge und der nördlichen Reiteraln kennen; innerhalb des tirolischen Dachsteinkalkes liegen gelegentlich (südlicher Teil des Leoganger Steinberges, am Seehorn, Hundstod und häufig im Steinernen Meere) helle massige Partien, die dem Reiteralnkalk (= Hochgebirgskorallenkalk Bittners) nicht mehr fernstehen; das tirolische Rhät, noch im Loferer Steinberg selbständig entwickelt, verliert sich als fossilführende bunte Bänder innerhalb des Dachsteinkalkes; der basale Jura wird ärmer und bekommt ufergenäherte Züge; unterliassische Hierlatzkalke sind beiden Massen gemeinsam.

8. Diese Annäherung verstärkt sich senkrecht zu der in WSW—ONO streichenden isopischen Achse der Basis, im Vorschreiten gegen SSO. Nur in dieser Richtung kann das ursprüngliche Grenzgebiet von tirolisch und juvavisch gelegen haben.

D. Gebirgsbau.

Zwei tektonische Züge beherrschen den Bau der Berge zwischen Lofer und den Diesbacher Hohlwegen: die Tatsache, daß ein relativ „basaler“, tirolischer Krustenteil von einem juvavischen Deckgebirge getrennt gehalten werden muß, ein Erfahrungssatz, hervorgegangen aus den Neuaufnahmen längs des gesamten Saalachverlaufes, dann die großzügige Muldung, welche zwischen den Steinbergen einerseits, der Hochkaltergruppe anderseits eingetieft, in ihrer nord-west-südöstlichen Richtung als unmittelbare Fortsetzung der weiten Unkenbachmulde betrachtet werden muß. Diese beiden Leitmotive müssen auch der folgenden Einzeldarstellung zugrunde gelegt werden.

I. Basales, tirolisches Gebirge.

(Westliche, südliche, östliche Muldenbegrenzung und Muldenkern.)

I. Westlicher Muldenrand.

a) Brunntal—Anderlалpscholle. — b) Der Loferer Steinberg. — c) Sattelzone der Schüttachgräben. — d) Der Leoganger Steinberg. — e) Turneck-Strubberg-Hundsfußscholle.

a) Brunntal-Anderlалpscholle.

Profiltafel II, Figur 8, Textfigur 5 und Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1911, pag. 149, Figur 1.

Die Nordseite des Loferer Steinberges wird von einer ost-westlich ziehenden wichtigen Störungslinie durchschnitten, welche die Hauptmasse der Gruppe von einem niedrigen, nördlich vorgelagerten Schollenstreif abtrennt. Dieser „Breithorn-Kirchentalbruch“ — landschaftlich überaus wirkungsvoll in der unteren Steilstufe des Loferer Tales und dem unvermittelten Abbrechen des Turnecks und Strubberges am Paß Luftenstein gekennzeichnet — läßt sich zunächst am Weg von St. Martin nach Kirchental feststellen, wo Neokom an Hierlatzkalk grenzt, die Aptychenschichten also unterdrückt sind. Weit besser aufgeschlossen ist derselbe am Wechsel, an dem steil süd-fallende Aptychenschichten des Loferer Tales gegen 85° Nord fallenden Dachsteinkalk der Schwarzen Wand abstoßen; längs der steil nach Nord einschließenden Fläche sind die Aptychenschichten etwas überkippt und aufgeschleppt. Der Sprung setzt nun in seiner westlichen Verlängerung zunächst durch den Dachsteindolomit, dann bringt er (südlich) 30—45° N fallenden Dachsteindolomit mit (nördlich) 50—80° O fallenden Dachsteinkalk in Kontakt und dringt zwischen Eibl- und Breithorn mit deutlich sichtbarer, fast saigerer Kluft in die Dachsteinkalke selbst ein, innerhalb welchen er sich zu zerschlagen scheint. Immerhin mögen verschiedene Unstimmigkeiten an der nördlichen Flanke des Hinter- und Rothorns, vor allem zwischen Wurzköpfe und Glöcknerhörndl mit einem westlich ins Jägerkaserkar fortsetzenden Ausläufer in Zusammenhang stehen.

Der nördlich angelagerte Schollenstreif, der im östlichen Teil wenigstens an jener Gleitfläche mehr oder weniger stark in die Tiefe gezogen zu sein scheint, besteht selbst aus ungleichwertigen Bausteinen. Der allseitig isolierte Rauhenberg — auch morphologisch eine äußerst interessante Gestalt — soll als Deckeninsel erst später behandelt werden; sein Unterbau besteht aus jurassischen und kretazischen Schichten, die schon dem Muldenkern angehören. Westlich schließt sich zunächst eine kleine, schuttumhüllte Partie nordgeneigten Dachsteinkalkes an, die vielleicht auf steiler Schneehalde einst von der Schwarzwand zu Tal gefördert wurde. Dann finden wir dem 40—70° O fallenden Dachsteinkalk des Anderlkopfes ein schmales Band klüftigen Dachsteindolomits vorgelagert, vermutlich an steil O fallender Fläche heraufgepreßt.

In die Dachsteinkalke des Breithorns ist an der Anderalm eine kaum 300 m breite Serie junger Schichten eingeknetet in einer nord-

südlich streichenden Mulde mit steil gegen Nord ansteigender Achse. Bunter Rhät, Liashierlatz, Radiolarit und ein wenig Aptychenschichten, alle in stärkster tektonischer Reduktion, bezeugen jedoch zur Genüge, daß ehemals der ganze Loferer Steinberg unter jüngeren Sedimenten begraben war. Der östliche Rahmen dieser im Vergleich zu der nachbarlichen Synkinalengroßform zwerghaften Mulde ist dem jungen Kern aufgepreßt, die Mulde selbst ist nach West überschlagen.

Ein Teil der Störungen findet seine Fortsetzung jenseits des Strubpasses in den Hängen des Url- und Lachfeldkopfes. Auch hier hatte ich eine nachträgliche Anpressung der Grubhörndlscholle feststellen müssen; der vom saigeren Rhätkalk des Lachfeldkopfes steil überschobene Liasstreif in dessen Südwand ist das genaue Gegenstück der Anderalmmulde; die Störungen des Loferer Tales sind jenen der Lachfeldgasse konform.

An der Brunntalalpscholle, in welcher unter dem Dachsteinkalk der liegende Dachsteindolomit und wohl auch noch Raibler Dolomit hervorkommt, ist eine kuppelartige Verbiegung bemerkenswert, welche sich in dem Wechsel östlichen und nordöstlichen Fallens im Nordost und nördlichen bis nordnordwestlichen im westlichen Teil zu erkennen gibt. Solche unfertige Faltung ist innerhalb der Steinberge weit verbreitet und auf die innere Starrheit der Dachsteinkalkplatte, die dem Faltungsdruck sich nur unvollkommen fügen konnte, nachdem sie bereits einmal verbogen war, zurückzuführen. Wie trotz mangelnder Kontaktaufschlüsse aus der Kartierung im Strubtal abzuleiten ist, schwächt sich die bedeutende ostwestliche Störung von Waidring gegen Ost immer mehr ab, während westlich eine stratigraphische Sprunghöhe von mehreren Hundert Metern sich bei dem Heraushub von 300 m mächtigem karnischen Dolomit am Sockel der Kammerker berechnen ließ; nachdem das Profil Wirtshorn-Urlikopf (Profiltafel Figur 8) ganz normal zu sein scheint, muß es sich um eine Kippbewegung gehandelt haben.

b) Der Loferer Steinberg¹⁾.

Profiltafel II, Figur 8, Textfigur 4 und 5.

Die Hauptmasse des Loferer Steinberges läßt sich als eine große, nördlich bis nordöstlich geneigte Tafel Dachsteinkalkes auffassen, die im Norden von dem Breithorn-Kirchentalbruch abgeschnitten wird, während im Süden als normale Unterlage mächtiger Dachsteindolomit, Raibler Dolomit und in den Schüttachgräben auch noch (unterer) Ramsaudolomit, von der wuchtigen Gipfellast befreit, hervortauchen.

Der letzte östlichste Kammausläufer des Vorderhornzuges, das Turneck, ist längs einer wichtigen, die Schöttlscharte kreuzenden Senkverwerfung in die Tiefe gegangen und bildet mit Strubberg und Hundsfuß eine Scholleneinheit für sich. Der sondernde Bruch tritt am südlichen Gehänge schon von weitem hervor in dem Gegensatz der wild

¹⁾ Von den Steinbergen soll hier nur soviel zur Besprechung gebracht werden, als zum Verständnis des oberen Saalachgebietes wünschenswert erscheint.

ingerissenen, weißtrümmerigen Gräben im westlichen Dachsteindolomit zu dem gutgestuften Gemäuer des östlichen Dachsteinkalkes. Glattpolierte Rutscheln begleiten im Dürrnberger Graben die steile Bewegungsbahn. Da der Abschnitt des Saalachtals zwischen Dürrnberg und Oberweißbach genau in der Verlängerung dieser Störung liegt, ist der Schluß auf eine tektonische Erstanlage dieser Talstrecke nicht unberechtigt. In seiner nördlichen Fortsetzung verliert sich der Sprung zunächst im Schutt und innerhalb des klüftereichen Dachsteinkalkes, doch fand ich in steiler Wandrunse auf 850 m noch nordsüdlich streichende 80° O fallende Gleitflächen, die einen kaum 1 m breiten Streifen von völlig zermalzten Lias zwischen gequetscht halten und genau mit der Richtung des zu erwartenden Durchstreichens der Störung zusammenfallen.

Die gewaltige Gipfelplatte wird durch einen NNO streichenden Riß in zwei Hälften zerlegt. Längs der nahezu senkrechten westlichen Wandflucht des Schwarzwand-Sattelhornkammes ist nämlich das östliche Plattenstück etwas abgesunken, und zwar auf der nördlichen Strecke etwas beträchtlicher wie südwärts, ein Vorgang, der sich von dem gewöhnlichen Aufstieg zur Schmidt-Zabierow-Hütte aus längs des Kontakts von Dachsteindolomit (westlich) und Dachsteinkalk (östlich, beide schwach NNO fallend) gut beobachten läßt. In diesem Bruch liegt einer der sich nach Süden stark abschwächenden Endäste des Saalachtalbruches vor, der das Loferer Tal noch mit der gewohnten Energie durchfurcht, wie an dem jähen Niederbruch von oberem Jura und älterer Kreide gegen Dachsteindolomit und Kalk deutlichst gezeigt ist.

Während die westliche Gipfelpartie nur von geringfügigen Verbiegungen im Rothorn-Mitterhornkamm betroffen wurde, sonst äußerst einförmigen Baues ist (gewöhnlich N 10° — 25° O-Fallen mit 10° — 35° Neigung), erscheint die östliche mehrfach eingedellt und viel stärker zerbrochen. Eine Einbeugung macht sich zwischen Sattelhorn und Turneck (am Sattelhorn O-Fallen mit 15° — 20° , am großen Ochsenhorn NO-Fallen mit 25° — 35° , am Vorderen Ochsenhorn N-Fallen mit 20° , am Vorderhorn N 20° W-Fallen 50° , am Turneck NW-Fallen 35° — 40°) wieder in jener unvollkommenen Weise geltend, deren Gegenstück in dem halben Kuppelsattel des Breit- und Eiblhorns oben geschildert wurde.

Eine starke innere Zerrüttung längs vorwiegend N 10° — 15° O streichender Schütterbahnen ist mir gelegentlich der Überschreitung des Ochsenhorn-Vorderhornkammes nicht entgangen; die namhafteren dürften an der Manndlscharte westlich des vorderen Ochsenhorns, dann gedoppelt am Traunsteig gelegen sein, jedesmal durch fast saigere Rutschelflächen, schutterfüllte Kamine und Spalten und zermürbtes, bräunliches Gestein gekennzeichnet. Es ist nicht unmöglich, daß diese Flächen mit den gleichgerichteten Blattverschiebungen der Kammerker in näherem Zusammenhang standen.

c) Sattelzone der Schüttachgräben.

Textfigur 4.

Zwischen die Steinberge schiebt sich eine gräbendurchpflügte Dolomitzone ein, die wenigstens im östlichen Teil rasch eine sattel-

Fig. 4.

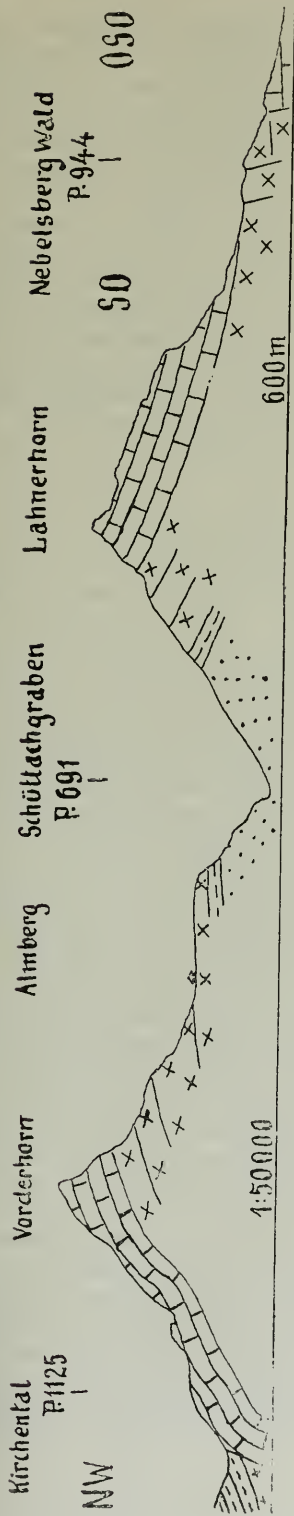
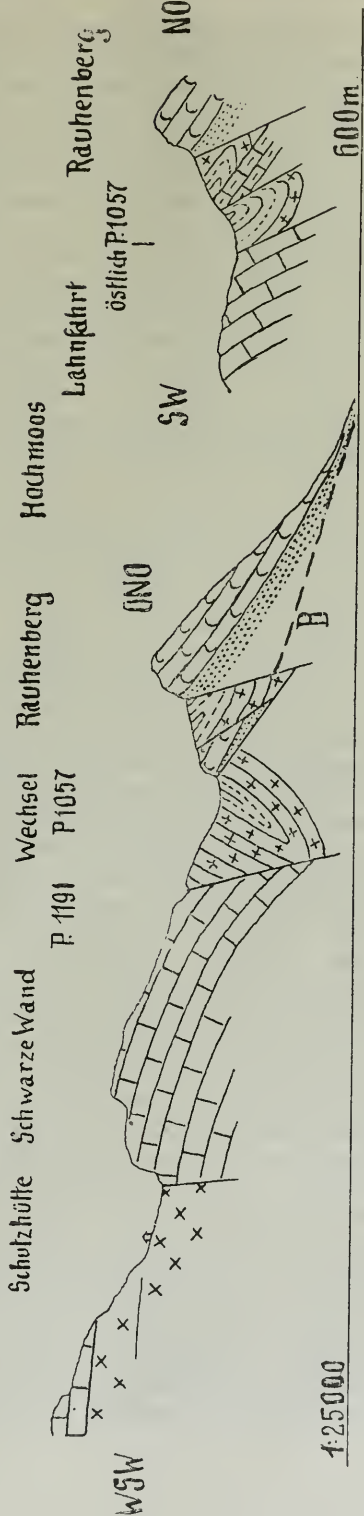


Fig. 5.



Zeichenerklärung siehe Profiltafel II.

förmige Aufwölbung zwischen beiden Gipfelmassiven erkennen läßt. Dem nördlichen Einfallen der Südhänge des Loferer Steinberges (an der Vorderkaserklamm NNO-Fallen mit 35° , am Roßruck NO-Fallen 40° , am Ödenberg NNO-Fallen 30°) steht südliche Neigung der Schichten an der Dalsenalp (mit 50°), wie am Lahnerhorn ($10-30^{\circ}$ Fallen nach OSO) gegenüber; das Reingrabner Band läßt in seinem gedoppelten Ausstrich die Spannweite des Gewölbes gut verfolgen.

Aus der Karte könnte entnommen werden, daß sich diese breite Zone tektonischer Ruhe erfreut. Tatsächlich ist, wie man auf Schritt und Tritt sich überzeugen muß, weit eher das Gegenteil der Fall. Unzählige Klüfte, Risse und Zerreibungspartien durchziehen den Dolomit; auch die stark schwankende Mächtigkeit des Dachsteinsdolomits wird kaum allein auf Rechnung stratigraphischen Wechsels zu setzen sein. Es ist aber innerhalb der Dolomitmasse, die irgendwelcher fossilführender oder petrographischer Leitzonen entbehrt, unmöglich, dem gewiß komplizierten Bau im einzelnen nachzugehen.

d) Der Leoganger Steinberg.

Profiltafel II, Figur 3, Textfigur 4.

Mit dem Loferer Steinberg teilt die Gipfelregion und der Nordhang dieser Gruppe das Geschick, bisher völlig einer geologischen Durchforschung entraten zu haben, während der Südfuß allerdings schon seit längerem die Aufmerksamkeit von Forschern wie Mojsisovics, Fugger, Skuphos und Böse an sich gezogen hatte. Lediglich H. Cranz hat gelegentlich einer touristischen Monographie des Leoganger Steinberges auch einige wertvolle Beobachtungen über Bau und Morphologie veröffentlicht und meine Wanderungen konnten mich nur von der Richtigkeit der erwähnten Schilderung überzeugen. Cranz bemerkte bereits die sattelartige Wölbung, die zuerst in der „Reifen“ umgürteten nördlichen Steiflanke des Birnhorns sich kundgibt (Westseite mit Fallen nach N bis N 10° W von $20-30^{\circ}$, Ostseite (O-Fallen 25°), dann im Kuchelhorn (NW-Fallen 20°) und Metzhörndl (O-Fallen 30°) zum Ausdruck kommt und noch im Gegensatz des Schichtverflächens von der Pfannwand (nordwestliches Fallen) und Lochwand (östliche Neigung) zu erkennen ist. Diese Hebungswelle wird von einer nicht unerheblichen, spießbeckigen Verwerfung von ost-westlichem Streichen durchschnitten, welche südlich der Schoßhörner die liassischen Hornsteinkalke der Hochgrubalpe jäh begrenzt und absinken ließ gegenüber dem hoch emporragenden nördlichen Kamm aus stark verbogenem Dachsteinkalk (Fallen am Schoßhorn NO bis O mit $30-60^{\circ}$; am nordöstlichen Fuß kräftige Umbiegung nach NNW mit 30° Neigung).

Dieser Kuppelwölbung steht in der vorgeschobenen Masse des Lahnerhornes eine Einmündung gegenüber. Denn während am nord-westlichen Bergrand östliches und ost-südöstliches Fallen zu messen ist, beobachtet man gegen die Heitzmannscharte sowie im unteren Nebelsberg(Ebersberg)wald nördliche Neigung der Bänke; eine nach ONO abgebeugte Dellachse ergibt sich daraus.

Der südliche Steilrand des Lindauwaldes gestaltet sich dadurch

etwas verwickelt, daß mehrfach Einzelschollen gegen Ost abgebrochen sind; besonders an einer der Flächen, die am Riesenkopf in praller, glattgescheuerter Wand erschlossen ist, läßt sich dieser die Achsen-senkung unterstützende Vorgang auf den ersten Blick wahrnehmen. Eine wichtigere Störung ist jedoch zwischen Rothorn und Lahnerhorn zu suchen; der nordöstlich fallende Dachsteindolomit des mittleren Nebelsbergkars stößt nämlich jäh an gleichgeneigte Dachsteinkalke des Rothorns ab und diese Störungszone zieht mehrfach um geringe Beträge verschoben quer über das Kar bis östlich des Jagdhauses fort, wo kräftige Schubstörungen der nordöstlichen Richtung die Verwerfung abschneiden. In den wilden, unwegsamen Gräben der östlichen Schoßgrube sind die Risse, die immer wieder Kalk und Dolomit in anormalen Kontakt bringen, leidlich gut entblößt und als 60° SO fallende Flächen zu vermessen.

Im untersten Teil des Nebelsbergkars ist dieser gesamten Bergmasse ein tiefer versenkter Schollenstreif 30° N fallenden Dachsteinkalkes vorgelagert, dessen Senkbahn am P. 944 als 70° N geneigte Ebene zu sehen ist. Diese Verwerfung wie jene am Riesenkopf ist insofern bemerkenswert, weil sie sich noch recht gut dem großzügigen Bauplan des mittleren Saalachgebietes (tektonische Tieferlegung des basalen Gebirges gegen die Saalach zu) einfügt.

e) Turneck—Strubberg—Hundsfußscholle.

Profiltafel II, Figuren 2 und 7.

Zwischen die Masse der Steinberge und den Muldenzug der jungen Schichten im Osten schiebt sich, von der Saalach auf der Strecke Kleberbauer—St. Martin in einer energischen Erosionsfurche zersägt, ein zusammengehöriger, allseitig tektonisch umgrenzter Schollenblock ein. Seine nördliche und westliche Bruchbegrenzung (Verlängerung der Kirchentaler Störung und Schöttlschartensprung) wurden bereits besprochen, so daß nur die östliche Linie geschildert werden muß, eine erstklassige Leitfläche, deren Bewegungsmechanik bei ihrer vortrefflichen Erschließung ungeteiltes Interesse erheischt.

Zuerst macht sich die Störung am Wege von St. Martin nach Wildental dadurch bemerkbar, daß zwischen dem rhätischen Dachsteinkalk des Strubberges und den Aptychenschichten Strohwohls der Lias tektonisch unterdrückt ist; in einem kleinen Wasserriß unter dem markierten Steig sieht man auf 45° NO geneigter Fläche Aptychenkalke (NNO fallend mit 40—45°) auf Dachsteinkalk geschoben. Der nächste Aufschluß ist im Wildenbachtal gleich hinter der Klamm gelegen. An den 40—50° N fallenden Dachsteindolomit, der im Norden ganz normal von Dachsteinkalk auf der Höhe des Strubberges überlagert wird, lehnt sich an einer 50° NO geneigten Fläche ein Zwickel Dachsteinkalkes, der gleichflächig am Wege zum Goldenen Zweig von zerquälten schwärzlichen und bunten Kalkschiefern des Tithons und Neokoms überkleidet wird. Das südwärts zu dem erwähnten Sattel emporziehende Tälchen enthüllt Aufschluß an Aufschluß: erst Neokom über Dachsteinkalk, dann ein 10—20 m breites Band von zerrütteten Aptychenschichten (30—40° NNO fallend) auf Ramsaudolomit; mehrfach.

so am schönsten auf 980 m ist die Gleitbahn als spiegelglatte 45° ONO geneigte Rutschfläche zu sehen. Auch jenseits des Goldenen Zweiges bis gegen die Gföllwiesenalm ist kein Zweifel möglich, daß die Aptychenschichten nur mäßig steil über den Ramsaudolomit geschoben sind. Oberhalb des westlichen Gföllwiesalps wird dann die Störung unvermittelt von einem kreuzenden Quersprung der nordöstlichen Richtung abgeschnitten, der links (nordwestlich) Dolomit, rechts (südöstlich) klüftigen Dachsteinkalk miteinander in Berührung bringt. Aber wenig über dem Saalachufer an waldigem Steilhang hinter einem kleinen Hüttchen läßt sich feststellen, daß auch hier wiederum Dachsteinkalk unter halbem rechten Winkel zermürbtem Ramsaudolomit bei Ost geneigter Trennungsfläche tektonisch aufrucht. Der kreuzende Sprung übersetzt geradlinig die Saalach zum Lamprechtsloch hinüber, wo man sich leicht überzeugen kann, daß tektonische Zertrümmerung den ersten Anlaß zu der nicht unbeträchtlichen Höhlenbildung gegeben hat.

Fassen wir die Beobachtungen über die wichtige Hauptstörung zusammen, so erscheint eine Absenkung des östlicheren Kerns der Großmulde an mäßig steil ostgeneigter Gleitbahn das wesentliche zu sein. Der tektonisch tiefstgelegene Teil der Gegend deckt sich somit nicht mehr wie an der mittleren Saalach mit dem heutigen Verlauf des Flusses, sondern ist östlich desselben mehr in den eigentlichen Muldenkern hinein verlagert. Diesem Hundsfußbruch kommt die Bedeutung des Saalachwestbruches zu, als deren wichtigster dritter, nach Ost verschobener Ast er auftritt.

Über den eigentlichen Schollenblock, der aus verschiedenartigen, aber schwer trennbaren Dolomiten besteht, ist nur soviel zu sagen, daß in ihm die Fortsetzung der Sattelzone der Schüttachgräben vermutlich zu suchen wäre; an Schichtung nimmt man jedoch nur nördlich der Kleberau ostwestliches Streichen und wechselnd steiles (meist $\pm 45^\circ$) Fallen nach Nord wahr.

2. Südliche Muldenumrahmung.

(Ausläufer des Steinernen Meeres.)

Profiltafel II, Figuren 4, 5 und 6.

Auch von diesen Bergen soll in der vorliegenden Arbeit nur so viel eingehender besprochen werden, als in den Hängen des Prag- und Seehorns und in den die Saalach begleitenden Ausläufern des Kopf- und Fußsteins der unmittelbare Muldenrahmen gegeben ist. Am Aufbau ist norischer und rhätischer Dachsteinkalk mit aufsitzendem roten und grauen Lias, an der südlichen Basis auch Dachsteindolomit beteiligt.

Daß man es hier mit dem natürlichen Ende einer steil ansteigenden Synklinale zu tun hat, geht schon aus dem allgemeinen Schichtverflächen hervor, da an dem Gehänge von Frohnwies regelmäßig Fallen nach NO (25—35°), am Kopfstein ebensolches Fallen nach Nord, gegen die Gipfelmasse des Prag- und Seehorns aber nord-

westliche Neigung zu messen ist, während in den abschüssigen Mauern des Brunnkopfes und der Kammerlingwände der Kalk mit 60—85° westlicher, beziehungsweise südwestlicher Neigung in die Tiefe stürzt.

Ausläufer des Muldenkerns greifen nun auf das mannigfaltigste in den Bord ein und führen so eine innige Verzahnung des jungschichtigen Muldeninneren mit den mächtigen Dachsteinkalkmassen des westlichen Steinernen Meeres herbei. Es kommt dieser so einfach zu überblickenden Tatsache eine gewisse regionaltektonische Bedeutung zu; hat doch Haug das Steinerne Meer zur „Dachsteindecke“ gerechnet wissen wollen, während die jungen Schichten als Ausläufer der Unkenbachmulde naturgemäß zur relativ tiefsten „bayrischen“ Decke gehören müßten; er verlangt also da, wo das Ineinanderverfließen von Muldenkern und Muldenbord so wunderbar klar und einfach erschlossen ist, eine Trennungslinie ersten Ranges. Hier wie im Hagengebirge stößt Haugs gewalttätige Phantasie und die schöne, ebenmäßige Wirklichkeit hart aufeinander.

Die Synklinoriumsverknüpfung wird nur dadurch sekundär etwas verschleiert, daß eine große Anzahl von annähernd parallelen NW (beziehungsweise WNW)—SO (beziehungsweise OSO) streichenden Störungen die Schichten durchsetzen, fast ausnahmslos der Art, daß gegen NO zu eine scheinbare Heraushebung von Schollenstreifen bewirkt wird.

So trifft man denn auf dem Jagdsteig von der Prechtlalp über Fußsteinwand-Kopfstein zur Jagdhütte auf der Kallbrunnalp und von da über Diesbachsee zum Seehorn immer wieder das gleiche Bild: man sieht zuerst den Dachsteinkalk von rotem und grauem Liashierlatz mehr oder minder gleichförmig überlagert, stößt gleich darauf wieder auf eine Steilwand von Dachsteinkalk, der seinerseits wieder von Lias überzogen wird usf., so daß man zwischen Saalach und Kematenalp etwa 16mal tektonische Wiederholungen zählen kann, von kleinen und kleinsten parallelen Sprüngen abgesehen, die den klüftigen Fels durchfurchen.

So richtig in vielen Einzelheiten die ältere Beobachtungsreihe Geyers sich erweist, der einen freilich allzugroßen Teil der Unregelmäßigkeiten im Auftreten des Hierlatzkalkes auf primäre, präliassische Lagerungskomplikationen zurückführt, so wenig kann hier daran gezweifelt werden, daß die in Frage stehende Summe von Störungen recht jugendlichen Charakter besitzt.

Die Mechanik der tektonischen Bewegungen liegt freilich nicht überall klar zutage, doch sah ich immerhin günstige Aufschlüsse genug, um darüber zu einem Urteil kommen zu können.

So traf ich in dem klammartigen Bachriß, der von Pürzlbach gegen die Prechtlalp herabzieht, auf mehrere glattgeschliffene Störungsflächen der beschriebenen Art, die ich als N 30—40 W streichend, 70° NO fallend vermaß. Dagegen fand ich im Graben nordöstlich der hinteren Pürzlbachmühle eine N 20 W streichende, fast saigere Steilwand mit 40° S fallender Streifung und vorgelagertem schwarzen Lias. Wenige Schritte über dem markierten Steig von der Diesbachmühle zur Kallbrunnalp gelangt man des weiteren auf 1180 m zu

einer Runse, welche sich längs einer N 80 W streichenden 65° NNO fallenden, glattgescheuerten Bewegungsfläche in den Berg gefressen hat; das der Fläche anlagernde Gestein (rhätischer Dachsteinkalk) ist vollständig zermalmt und zu rotgefärbter Brekzie verkittet; jenseits der Diesbachschlucht sieht man die Fortsetzung dieses Sprungs den westlichen Hang des Rauchkopfes in schutterfüllter Rinne durchspalten. Nördlich der Diesbachwiesen hebt sich in gewaltiger Steilflucht die Südflanke des Seehorns empor, an deren schuttbeladenem Fuß verschiedentlich roter Lias hervorsieht. Am Kontakt zum Dachsteinkalk der Wände läßt sich zwischen Diesbachalm und Klausen eine Bewegungsfläche von ostwestlichem Streichen und 75° nördlichem Fallen feststellen, doch gleich westlicher liegt ein Sporn von Dachsteinkalk bedeutend flacher auf überschobenem Lias.

Recht instruktiv sind die Verhältnisse rund um den weltverlassenen Diesbachsee. Am Südufer liegt ein Versinktrichter nahe der Stelle, wo eine N 74° W streichende, nahezu saigere, polierte Wandfläche an den See herantritt; sie läßt sich östlich längs eines Krummholzdurchhauses bis über den Hauptkamm verfolgen und tritt auf der Südseite sofort wieder mit einer markanten Steilstufe hervor; die Bänke nördlich des Sprunges fallen hier westlich, jene südlich desselben nördlich ein. Am West- und Ostufer des Sees trifft man roten und braungrauen, oft hornsteinreichen Lias, desgleichen noch in einem schmalen Streif am Nordufer, von äußerst brekziöser Beschaffenheit; er lehnt sich mit einer WNW streichenden, 80° nordfallenden Trennungsfläche an hochaufragenden Dachsteinkalk. Die Nische des von Schneeschmelzwasser gespeisten Sees verdankt somit tektonischen Bewegungen ihre erste Anlage.

In der Gipfelmasse des Seehorns sieht man in der Südwand nochmals eine N 65° W streichende, 70° NO geneigte Fläche durchstreichen, längs der Dachsteinkalk auf Lias ruht; südwestlich vom Gipfel ist eine kleine Spezialmulde aus rotem und grauem Lias (WNW fallend 25°) wiederum steil vom Dachsteinkalk des Gipfels überwältigt. Auch die steil ansteigende Hauptmulde der Kematentretter ist nicht mehr ungestört in ihre Unterlage eingebettet; sie scheint vielmehr an westnordwestlich verlaufenden Störungsflächen geradezu in den Berg hineingepreßt; der rote Lias wurde dabei verschiedentlich geschleppt, zermalmt und stellenweise ausgedünnt, dann wieder zu unregelmäßigen Linsen zusammengeschopt.

Überprüfen wir diese Einzelbeobachtungen auf ihre Gesetzmäßigkeit, so müssen wir zu dem Schluß kommen, daß in erster Linie eine gegen SW vordrängende Kraft tätig war, deren Auswirkung heutzutage in steiler Überschiebung mit Rändern senkrecht zur Krafrichtung, daneben (so an der Kematenschneid) an untergeordneten Horizontalverschiebungen im Sinne dieser sich geltend macht.

3. Östliche Muldenbegrenzung (Hochkaltermasse).

Profiltafel II, Figuren 2, 3, 4, 5. Textfigur 1 in Verh. d. k. k. geol. R.-A. 1911, pag. 149.

Blickt man vom schneidigen Südgrat des Hochkranz etwa oder vom Seehorn hinüber nach Nordost gegen die Hochkaltergruppe, so

drängt sich die Vorstellung auf, daß einem Gewölbe die gigantischen Quadern des Dachsteinkalkes angehören, dessen kaum unterbrochene Plattenflucht von dem zackigen Gipfelkamm bis zu den begrünten Matten der Kammerling- und Kematenalp sich hernieder beugend normal unter die jüngeren jurassischen Sedimente taucht. Nur an einer Stelle, auf etwa 2050 m, durchzieht ein unscheinbares Geröllband, nach Ost mit dem Hochkar des Ochsenalps verschmolzen, das Gemäuer. Diese Verebnung ist es nun, die den Weg einer der bedeutsamsten Störungslinien der Berchtesgadner Alpen verrät; die Strecke, welche auf unser Gebiet entfällt, ist auf der Übersichtsskizze als Bindalm—Hundstod „bruch“¹⁾ bezeichnet worden. Längs dieser Störung, die vom Hirschbichl westlich des Karlkopfes zum Ochsenalp, über Wimbachscharte zum Nordfuß des Hundstods zu verfolgen sein wird, hat sich senkrecht zur Wölbungsachse eine gewaltige Massenverschiebung derart vollzogen, daß das nordöstlich angelagerte Gebirge längs einer N 30—50° W streichenden und 55—70° NO einfallenden Zerreißungsebene gegen das Muldeninnere vorbewegt wurde. Dadurch kommt nun in weiter Erstreckung das Liegende des Dachsteinkalkes, der Dachsteindolomit, der selbst wieder als antiklinalen Kern Reingrabner- und Ramsaudolomit birgt, über dem zurückgebliebenen Liegendschenkel aus Dachsteinkalk zum Ausstrich.

Das ganze Ochsenalplkar ist von schlechtgeschichtetem Dolomit erfüllt, der östlich den Kamm vom kleinen Gamsfeld zum Alplhorn, die Palfelhörner und die Kühleitenschneid erbaut, sich allmählich ausdünnend, aber auch längs der hohen Gänge bis zum Karlboden verfolgen läßt. Wenige Meter nördlich des vielbegangenen Steigs zum vorderen Kammerlinghorn ist nahe der Landesgrenze sogar eine besonders instruktive Stelle erschlossen, wo 40° WNW fallender Dolomit an N 40° W streichender und 45° nach NO einschließender, glattpolierter und gestriemter Fläche auf 50° W fallenden Dachsteinkalk geschoben ruht. Nahe der Störung zeigt sich der Dolomit auf das stärkste mechanisch beeinflußt, neben gelben mürben Partien treten „Rauchwacken“ und echte Dislokationsbrekzien auf, die gar nicht selten rote und gelbe Hornsteinsplitter führen, offenbar die letzten Überbleibsel überfegter jurassischer Liegendgesteine, da solche sonst dem Dachsteindolomit vollkommen fremd sind. Nach kurzer Unterbrechung im schutterfüllten Kleineiskarl kommen dieselben Dolomite nahe der Mittereisalpe wieder zutage und ziehen verstärkt durch Raibler Dolomit gegen die Hirschbichlstraße hinunter, auch hier noch, wie man sich in dem ersten von SO kommenden Bachriß nach Passieren der bayrischen Grenze überzeugen kann, gegen den südlichen Dachsteinkalk steil herangepreßt, dagegen im Norden an der Bindalm normal von WNW fallendem Dachsteinkalk der Klauswand überlagert. In der südöstlichen Strecke der Störung tritt in dem Bewegungsmechanismus insofern eine Änderung ein, als von der Wimbach-

¹⁾ Weder der Breithorn--Kirchentaler „Bruch“, noch der Almwald--Kematen-„bruch“ oder der Bindalm--Hundstod „bruch“ ist Bahn einer echten Verwerfungs-bewegung.

scharte ab Versteilung erfolgt; in der großartigen Westwandflucht des Hundstods folgt die Bahn einem nahezu senkrecht verlaufenden Rinnensystem. Nur wenige unwichtige Staffellungen sind zu bemerken, einmal jene südlich der Mittereisalpe, dann die markantere an der Wimbachscharte längs eines kreuzenden Bruchs, der in nordöstlicher Richtung hinabziehend die Schuttrinne des Loferer Seilergrabens entstehen ließ.

Es muß hier volle Anerkennung finden, daß bereits Gumbel, besonders jedoch Geyer, das Vorhandensein dieser mächtigen Störungszone ahnte. Beide suchten sie freilich viel zu tief im Eiblbach- oder Weißbachtal und auch noch die 1907 erschienene geologische Spezialkarte schließt sich dieser irrigen Ansicht an; da, wo dieselben den „Unteren Dolomit“ (der hier in Wirklichkeit „Oberer“, d. h. Dachsteindolomit ist) in großer Verbreitung verzeichnet, befindet sich tatsächlich das Muldentiefste (oberer Lias) der Seehornsynklinale.

Die von Nordost her wirkende Schubkraft macht sich noch in einer zweiten Störungszone fühlbar. Die von Dachsteindolomit überschobene Randmauer des Karlbodens, Prunnerkopfs und Sigeretkopfs, deren Dachsteinkalke sich in steiler Flexur von 40 zu 85° gegen das Tal neigen, ist nämlich selbst wieder ein Stück weit über den teilweise überkippten Lias vorgerutscht und innerhalb des letzterwähnten ist fast jede Schichtfläche zur Gleitfläche geworden. Am schönsten läßt sich dies am Aufstieg von der Kammerlingalp zum Ochsenalpl beobachten: östlich P. 1397 sieht man unter der jäh abfallende Wand des 70° WNW geneigten Dachsteinkalkes 30° N fallenden roten Lias flach in den Berg einschießen und dieser selbst liegt, wie das ein kleiner Bachriß etwas tiefer aufzeigt, wieder auf mittelliassischen Kieselkalken und schwarzem oberem Lias. Gelegentlich hat die Überwälzung auch Teile des Dachsteinkalkes ergriffen, so daß man dann, so westlich des Karlbodens gegen den Hirschbichl zu wie ebenso am Sigeretkopf, das ganze Schichtpaket vom Dachsteinkalk zum oberen Lias verkehrt gelagert antrifft.

Auch die prächtigen Aufschlüsse im Hintergrunde der Kematenalm lassen trotz kleiner und kleinster Verschiebungen keinen Zweifel über eine im wesentlichen gleiche Bewegung der Massen, die offenbar eine Folgeerscheinung des erstgeschilderten Störungsphänomens darstellt. Ich habe jene bis jetzt nur zur Kematenschneid sicher verfolgen können, es erschiene jedoch nach der Lagerung südlich des Hundstods recht wahrscheinlich, daß dieselbe zwischen der Gipfelmasse dieses Berges und der vorgelagerten Schulter des Diesbachecks und kleinen Hundstods fortgesetzt zu denken ist, eine Annahme, die jedoch weiterer Untersuchung bedarf¹⁾. Einige Querstörungen sind schuld für nicht unbedeutende Staffellung (an der Mooswachtwand mit schöner Schleppung des Lias); sie verursachen auch westlich der Wimbachscharte eine bedeutende Annäherung der beiden großen Störungszonen, so zwar, daß hier die gesamterschlossene Mächtigkeit des Dachsteinkalkes zwischen Dolomit und Lias bis auf 50 m herabsinkt.

¹⁾ Anhaltend ungünstige Witterung hatte mir die Ausführung von Revisions-touren in diesem Gebiete leider immer wieder vereitelt.

Über die Hochkaltermasse selbst sei innerhalb des Rahmens dieser Arbeit nur wenig gesagt. Die alte Meinung Gumbels, daß Hochkalter und Watzmann sich zu einem Kuppelsattel ergänzen, indem bei ersterem nordwest- bis westnordwestliches, bei letzterem nördliches und nordöstliches Fallen von mittleren Winkeln die Regel sei, kann nur bestätigt werden. Diese unvollkommene Faltung ist ein getreues Seitenstück zu den Verbiegungen, wie ich sie in den Steinbergen mehrfach nachweisen konnte. Die Achse dieser Kuppelwölbung aber streicht schiefwinklig gegen die überschiebende Welle der Bindalm-Hundstodlinie heran und bricht dort jäh und unvermittelt ab. Der der letzteren entsprechende Massenversub ist unverkennbar jünger wie die bayrische Faltung, der nach Analogie mit nachbarlichen Verhältnissen jene unvollkommene Verbiegung zugewiesen werden dürfte.

Von kleinen Senk- und Schubstörungen abgesehen ist die Hochkaltermasse ruhigen Baues, so daß ein Querprofil vom Wimbachgries gegen den Hirschbichlklausgraben alle Schichtglieder von der ladinischen Stufe zum oberen Jura mit nordwestlicher Neigung aufeinanderliegend anträte. Ja an der Engertalm hat sich, allerdings etwas eingebrochen, ein Rest der ursprünglichen altkretazischen Bedeckung erhalten. Erwähnung verdient die Querstörung des Loferer Seilergrabens nochmals deswegen, da östlich derselben ein energischer Wechsel des Schichtverflächens sich kundtut. Soweit nämlich in den schlechtgebankten Dolomiten der Palfelhörner eine Beobachtung ermöglicht ist, läßt sich feststellen, daß die gesamte Masse von Dolomit mitsamt dem eingeschlossenen Schieferband mit 30° WSW fallend aufgerichtet ist, während am Alphorn nordwestliche, an der Kuhleitenschnaid wiederum nördliche Neigung herrscht.

Als eine im Kern gerissene und mehrfach in sich überschobene Sattelwelle haben wir so die südöstliche Muldenrahmung zum Hirschbichl verfolgt. So grundlegend nun auch die nach NNO von hier zur Engertholzstube streichende Diagonalstörung¹⁾ für das Verständnis der Tektonik dieser Gegend ist, so vermag sie doch nicht den ursprünglichen Bauplan völlig zu verwischen. Unter die deckenförmig ausgebreitete Masse Ramsaudolomits der Laimbichlhörner zieht in nordwestlicher Richtung die basale Sattelung hinein, Aptychenschichten und Neokom, auf österreichischer Seite steil SW geneigt, auf der bayrischen jenseits der abgeschürften Wölbung an der Hirschbichlstraße nord- bis nordostfallend, helfen mit die antiklinale Achse festzulegen; im ganzen weiteren Verlauf der Almwald-Hirschbichllinie bis zum Fenster der Almwaldalm sind ältere Neokom-(Schrambach-) Schichten von der Decke überfahren, während der Muldenkern des Wildenbachtals mächtige jüngere Roßfeldschichten birgt. Und denken wir unter der Deckenlast die Sattelung nach Nordwest sich fortsetzend, so stoßen wir jenseits der Saalach in dem basalen herausgehobenen Jura des Tälernalprückens, herausgehoben offenbar schon vor der wieder einnivellierenden Deckenübergleitung, auf die natürliche Weiterführung der Welle. Die Faltung, welcher

¹⁾ Vergl. G. Gillitzer, a. a. O. pag. 211 u. folg.

dieser Sattel wie die westlich vorgelagerte Mulde angehört, die „Waidringer Faltung“, wie ich sie 1910 kurz bezeichnete, ist präjuvavisch.

4. Muidenkern.

Profiltafel II, Figuren 2, 3, 6, Textfigur 5.

Das durch die besprochene Bergesumrahmung eingeschlossene Gebiet zwischen Lofer und Seehorn läßt sich als eine gewaltige Syncline mit nordwest—südöstlich verlaufender Achse auffassen. Dieses basale Becken wird naturgemäß von den jüngsten tirolischen Schichtgliedern, höherem Jura und älterer Kreide erfüllt, nur im Südost gelangen bei Achsenanstieg unter einem schwächtigen Streifen Radiolarits die düsteren Gesteine des oberen Lias zur Vorherrschaft.

Eingehendere Untersuchung belehrt gar bald, daß die tektonische Großform im einzelnen auf das intensivste gestört ist, nicht sowohl unter der Einwirkung des primären Faltenwurfs als sekundär durch den gewaltigen Druck der überfahrenden Decklast. Dieses Zerstörungswerk, vielleicht in jüngster Zeit oftmals unterstützt von tertiären Entlastungsbewegungen der Massen, sobald nur die gequälte Unterlage nach erosiver Zerstörung der Decke wieder aufatmen konnte, gibt sich fürs erste in starker, scheinbar regelloser Kleinfaltung der Schichten zu erkennen. Man braucht nur einmal die steilen Runsen der Laimbichlgräben mit dem Kompaß in der Hand zu durchsteigen, um rasch einen Einblick in die der Achsenrichtung wie der Intensität nach so überaus schnell wechselnde Verfältelungsmechanik zu gewinnen, ein Bild, das auf Karte und Profilen nur sehr abgeschwächt und schematisiert zur Darstellung kommen konnte. Auch der schwarze Lias zwischen Kallbrunn-Kematen und Kammerlingalm zeigt in kaum geringerem Maße dieselbe Verquälung, als deren hervorstechendster Charakterzug es anzusehen ist, daß wie bei der unvollkommenen sekundären Verbiegung der Plateautafeln aus Dachsteinkalk im Großen, so hier im Kleinen asymmetrische „Halb“falten vorherrschen.

Es ist aber durchaus nicht überall bei solch unvollständiger Schichtenverbiegung geblieben, vielmehr erzwang die stauende Kraft gar oft Ruptur, die heute als schuppenartige Störung in Erscheinung tritt. Die schönsterschlossene dieser Art, am Südrand des Kirchentaler Rauhenberges gelegen, soll durch die beigefügte Textfigur 5 erläutert werden. Westlich des Wechsels liegt eine einfache, nach Nord überkippte Mulde von Neokom mit 50° südlicher Neigung und Aptychenschichten (im Norden SO fallend 40°, im Süden 50—60° S fallend) vor, die im Süden von dem wichtigen Kirchentaler Bruch abgeschnitten wird. Entlang der felsigen Mauern in der Westflanke des Rauhenberges zieht wieder ein Sprung von der Hackenschmiede zum Wechsel herauf, in seiner Richtung auf die Senkverwerfung jenseits des Strubtales am Westrand des Lerchkogels deutend. Der Bruch verläuft in Nord-Süd bis N 20° W—S 20° O und ist südlich des Wechsels an dem gut sichtbaren Kontakt von buntem Rhät (östlich) zu Aptychenschichten (westlich) fast saiger, nördlicher mehr oder weniger Ost fallend wahrzunehmen.

Östlich dieses meridionalen Sprunges sind die tektonischen Verhältnisse um vieles komplizierter. Ich glaube sie nur dahin deuten zu können, daß von Nord oder Nordost her Anpressung eines doppelt-gemuldeten Schichtpakets von Jura und Kreide unter solch starkem Druck erfolgte, daß in der in der Mitte gelegenen Sattelung der Doppelmulde Zerreißen eintrat und der Lias — hier aus klotzigem roten und weißen Kalk bestehend — auf nordwärts geneigter Gleitfläche zwischen die Aptychenschichten (hier größtenteils mergelig) hindurch in das Neokom hineingestoßen wurde, so daß der Lias nach Art eines selbständigen Schubkeiles auftritt. Man beobachtet nämlich, daß der 10—20 m dicke Liasstreifen mit mäßig steil bergewärts fallender Fläche von Neokom, über welchem östlicher bunte Aptychenschichten sichtbar werden, unterlagert wird und nach Überkletterung der Steilstufe trifft man neuerdings die schwärzlichen Mergel der Kreide und darauf unmittelbar unter der Südwand des Rauhenberges wiederum Aptychenschichten; dabei ist stets Neigung nach NO, bzw. NNO mit Winkeln von 30—45° zu messen. Östlich der schutterfüllten Einsattelung, die der Verbindungsweg Lofer—Kirchental benützt, fehlt der nördliche Streif von oberem Jura und auch die Liasschuppe keilt gleich darauf aus.

Diesem energischen Stau, dessen Kraftrichtung höchstes Interesse verdient, sind ganz ähnliche Bilder zwischen Weißbach und Wildenbachtal an die Seite zu stellen.

Verläßt man die kurze Klamme des unteren Wildenbaches in östlicher Richtung, so trifft man, ehe die Werfener des mittleren Wildenbachtals sich einstellen, auf eine 200 m breite Quetschzone 30° NO geneigter basaler Schiefer und Kalke, die mindestens eine schuppenförmige Wiederholung von bunten und grauweißen Aptychenschichten auf schwärzliche Neokomschiefer erkennen läßt. Die Schuppenfläche zieht schnell in die Höhe, denn nach kurzer Unterbrechung durch Moräne und Schutt bildet westlich des Maisbauern grauer, hornsteinführender Aptychenkalk einen markanten Felsriegel, unter dessen Basis flach östlich geneigte, zerknetete Kreidemergel einschießen. Weiter südwärts verschwindet nun zwar fürs erste die Schuppungsfläche innerhalb des Neokoms, aber jenseits des Goldenen Zweiges schiebt sich unvermittelt ein Keil von dickbankigem roten und grauen Liaskalk zwischen P. 1221 und dem untersten Hüttchen der Gföllwiesalpen in die Aptychenschichten hinein. Bei einem Sturzbachfall ist eine 45—60° O fallende Trennungsfläche zwischen unterem Streif von Aptychenschichten und Lias aufgeschlossen; 350 m südöstlich dieser Stelle tritt dann dieselbe Gleitebene am Fuße einer überhängenden Wand des den Lias normal unterteufenden Dachsteinkalkes schön zutage und hier mißt man Streichen N—S, Fallen 30° nach O bei 10° NO geneigter Striemung; unter der Fläche liegt eine mürbe, mit Hornsteintrümmerchen gespickte Reibungsbrekzie als letztes Äquivalent des unteren Streifens von Aptychenschichten, dann Dachsteinkalk.

Ein ganz ähnlicher Vorgang hat sich auch nördlich der Persilalpe abgespielt. Während man ja über der ungestörten Folge von Lias, Radiolarit und oberem Jura die Kreide erwarten sollte, trifft

man daselbst trotz gleichbleibender nordöstlicher Schichtneigung auf eine kleine Wandstufe von buntem Liaskalk.

Die bisherigen Beobachtungen drängen wiederum zu dem Schluß, daß eine aus Nordost schiebende Kraft zu solcher Schuppung im basalen Gebirge führte mit einem Resultat, welches die Wirkungen des Saalachwestbruches energisch abschwächt; und letzterer kann dabei nur als das primäre, der Anstau von Nordost als das sekundäre Element gedacht werden.

An der Nordseite des Gerhardsteins sind in einer Ausdehnung von nahezu 1.5 km bunte Mergel und Hornsteinkalke des oberen Juras über kretazische Schichten herübergepreßt, wobei zahlreiche bald parallele, bald sich kreuzende Gleitflächen das wirr verfilzte Schichtpaket durchfurchen; diese Flächen setzen auch in die basalen Lagen des juvavischen Lerchkogelkalkes hinein.

An der Südwestseite des Hochkranzes gelangt man über dem nordostfallenden Neokom abermals in bunte Aptychenschichten, die dem nach Südwest überschlagenen Muldenflügel angehören müssen; die Deckmasse des Hochkranzes kann bei diesem Vorgang als passiv mitwirkend gedacht werden.

Die Schuppung ist trotzdem nicht etwa nur an die Nähe von Deckschollenresten geknüpft. Ein analoges Störungsbild zwischen Falleck und Hirschbichl ist vielmehr den Bewegungen an der Bindalm—Hundstodlinie beigeordnet. Östlich P. 1303 kommt zwischen einigermaßen normal mächtigen Aptychenschichten und dem verfäلتelten oberen Lias der Radiolarit, allerdings bereits in starker Verdrückung, noch zum Ausstrich. Mit jedem Schritt nordwärts verschmälern sich oberer Jura und schwarzer Lias, beide rücken mit gänzlichem Ausfall von Radiolarit aneinander (am Fußsteig östlich P. 1135); unter den Dachsteinkalken östlich der Mooswacht scheint eine Strecke weit auch der obere Lias zu fehlen, so daß ein kaum 20 m breiter Streif von Aptychenschichten, der über die Straße gegen Punkt 1264 fortsetzt, zwischen Neokom und Trias zu finden ist. Eine Menge steil O geneigter Rutschelflächen, die die Fallecker Aptychenkalke durchschwärmen und bequem schon längs der Fahrstraße zu verfolgen sind, deutet auf die Mechanik, wie diese Schichtreduktion vonstatten ging; nicht an Auswalzung, sondern an Schubüberholung längs kleiner und kleinster Gleitebenen muß gedacht werden; der fehlende Teil des Schichtverbandes ist in der Tiefe zurückgeblieben. Das Störungsphänomen ist aber als Ganzes nur eine weit gegen den Muldenkern hinübergreifende Folgeerscheinung der Hochkalterbewegung.

Es erübrigt noch, auf einige nebensächlichere Sprünge im Weißbachtale hinzuweisen, die bei fast saigerer Bahn in NO streichen und scheinbar die Tendenz haben, den südöstlich gelegenen Gebirgsteil zu „heben“. Einer derselben ist jedem Besucher der hübschen Seissenbergklamm in Erinnerung, da er unvermittelt nach der düsteren, eng gewundenen oberen Klammstrecke freien Umblick in das begrünzte, geweitete Tal schafft und so lebhaft zur Erhöhung der landschaftlichen Gegensätze beiträgt. Eine andere Störungslinie östlich

Pürzlach macht sich in einem Hub des Radiolaritbandes um über 200 m bemerkbar. Die erwähnten Sprünge sind einander und zu der kreuzenden Störung Gföllwiesenalp-Lamprechtsloch parallel und liegen wie jener des Loferer Seilergrabens in der Krafrichtung der Bewegung von der Watzmann-Hochkaltermasse.

II. Die Deckschollen der (juvavischen) Berchtesgadner Schubmasse.

1. Vorzone (Deckenreste der Saalachsenkschollen östlich Lofer, am Kirchentaler Rauhenberg, Gerhardstein, Hochkranz).
2. Hauptzone (Perhornmasse, Hundshornmasse, Almwald-Hundsalschuppen, Masse der Laimbichlhörner).

Mit schimmernden Wänden älteren Gesteines umgürtet entragen Gerhardstein und Hochkranz dem ruhigen Gewell des jungschichtigen Muldentiefsten wie Schweizerklippen dem Flysch; das Eintauchen des Juras und der Kreide von Wildental unter die Triasmasse der Hundshorngruppe und der Laimbichlhörner, vom Hinterhirschbichl 4 km weit freien Blickes verfolgbar, stellt sich an klarer Schönheit des tektonischen Bildes der Brandung des Algäuer Schubrandes zur Seite: wir stehen am mählich sich auflösenden Uferrand der Berchtesgadner Schubmasse, die wiederum nur den westlichsten Teil der gewaltigen juvavischen Deckenbildung umgreift.

Ein Blick auf die tektonischen Übersichtskärtchen dieser Arbeit und jener 1910 über das mittlere Saalachgebiet veröffentlichten lehrt den innigen Zusammenhang der hier wie dort herrschenden Bauformel. Was mir damals jedoch aus der Beschränkung auf den mittleren Saalachstreif noch nicht notwendig erschien, das glaube ich jetzt als natürlich Gegebenes zu einer vereinfachten Darstellung benützen zu dürfen, nämlich die Scheidung der Deckschollen in eine umsäumende Vorzone und innen gelegene Hauptzone. Diese Abtrennung gründet sich fürs erste auf die Heteropie der Trias; dem Vorwiegen von Hallstätter Dolomit, Lerchkogelkalk nebst Loferer Schichten in der Vorzone steht die Schichtreihe Werfener-, Ramsaudolomit-, Reiteralmkalk der Hauptzone gegenüber. Die geringmächtigen Vertreter der Hallstätter Kalke schließen sich jedoch teils der ersten, an anderen Stellen wieder der letzteren an und auch im übrigen wird sich aus der Darstellung genugsam ergeben, daß diese Scheidung, so sehr sie auf den ersten Blick als grundlegend erscheinen könnte, doch diese Bezeichnung in tektonischem Sinne nicht verdient.

I. Vorzone.

Deckenreste der Saalachsenkschollen östlich Lofer.

Profiltafel II, Figur 1.

Dieses Gebiet ist leider so gründlich mit diluvialem und alluvialem Schutt verhüllt, daß die kleinen, unzusammenhängenden Aufschlüsse im felsigen Untergrund ohne Beziehung zur weiteren Umgebung nicht mehr genügend Rückhalt für eine tektonische Beurteilung

darbieten würden. Nachdem jedoch heute der Anschluß im Westen und Norden¹⁾ gegeben ist, läßt sich wenigstens das Folgende sicherstellen.

Das kleine Hügelchen nördlich Scheffsnots, das aus Lerchkogelkalk und typischen Loferer Schichten (graue, mit Kohleschüppchen durchspickte Mergel mit weißen Schalenresten) besteht, ist als unmittelbare Fortsetzung des Lerchkogels zu betrachten. Daß es, wie der letztere, auf Neokom ruht, wird durch winzige Aufschlüsse in diesem gesichert, die sich an der Saalachböschung nahe der Gehbrücke östlich Lofers einstellen.

Die Gumpinger Fahrbrücke könnte bereits auf Reiteralmkalk stehen; wenigstens kommen bei geringem Wasserstand hier auffallend große Partien Dachsteinkalks im Flußbett zum Vorschein. Das am Wegeck westlich P. 709 gelegene Hügelchen besteht dagegen zum größeren Teil aus typischem grauen, brekziösen Hallstätter Dolomit mit Hornsteinsplittern, dem mit Gesteinsübergängen weißer karnischer Hallstätter Kalk 40° WNW fallend beigelagert ist. Würde der Dachsteinkalk an vorerwähnter Stelle als wirklich anstehend zu betrachten sein, so müßte er als das südlichste Ende desjenigen Zuges von Reiteralmkalk aufgefaßt werden, der von brachiopodenführendem Hierlatzkalk überkleidet von Reit über Sellauer und Maurach nach Au und zum Eberl zu verfolgen ist. Das Hallstätter Hügelchen würde dann nicht dem Hallstätter Zug von Faistau—Wirmbach, sondern jenem von Reit, Wieserer, Lenz und Sellauer entsprechen und hiermit stimmt sowohl das westliche Einfallen überein, das all diesen Vorkommen zu eigen ist, wie der Umstand, daß nördlich Zaß bei P. 757 ebenfalls ein winziges Stückchen lichtbunten Dolomits hinter dem Streifen von Dachstein- und Hierlatzkalk von Au auftaucht.

Auf jeden Fall steht fest, daß die relativ breite Vorzone der mittleren Saalach sich südwärts dadurch verschmälert, daß unter nahezu vollkommener Unterdrückung eines Schichtstreifens reiner Hallstätter Entwicklung die Zone der Reiteralm und jene des Dietrichshorns-Lerchkogels und Rauhenbergs sich auf wenige hundert Meter nähert.

Zwischen all diesen Deckenresten und der östlich gelegenen Masse des Perhorns und Hundshorns zieht jene wichtige Dislokationslinie, die ich a. a. O. pag. 663 bereits als „Saalachostbruch“ skizzierte und welche seitdem in ihrem genaueren, oft gestaffelten Verlauf bei Gillitzer eingehende Würdigung fand. Bei gemeinsamer Begehung des Schoberweißbaches stellten wir an dieser Stelle für die Störungsfläche eine östliche Neigung von 50° fest und trotz des mangelhaft erschlossenen Kontakts läßt sich auch zwischen dem Dachsteinzuge von Au und den Werfener Schichten der Perhorn—Hundshorngruppe eine ebensolche östliche Neigung von nicht zu geringen Fallwinkeln aus den beiderseitigen Ausstrichgrenzen wahrscheinlich machen. Die Masse der Perhorn-Hundshorngruppe erscheint somit von Ost etwas über die Saalachsenk-schollen heraufgepreßt.

¹⁾ G. Gillitzer, a. a. O. pag. 216—220.

Der

Kirchentaler Rauhenberg

Figur 1, pag. 149, Verh. d. k. k. geol. R.-A. 1911; Textfigur 5, pag. 45

ist, soweit Decke, aus Hallstätter Dolomit und Lerchkogelkalk erbaut, während bemerkenswerterweise trotz normalen Kontakts der beiden die Loferer Schichten hier sehr an Verbreitung zurücktreten. Das Einfallen der im Südwest, Süd und Südost von jungen tirolischen Schichten unterteuften Deckscholle ist durchschnittlich $30-45^\circ$ nach Norden; einige kleine, in NNW ziehende Sinkverwerfungen zerschneiden dabei den südöstlichen Teil derart, daß die Schollenstreifen nach Ost gegen die Saalach zu tiefer liegen.

Die Kontaktfläche im Süden gegen die überstürzten Aptychenschichten ist so steil ($55-80^\circ$), daß sie als normale juvavische Schubbahn nicht in Betracht kommen kann. Wie so häufig zwischen Unken und Lofer erscheint auch hier die Deckmasse in die Unterlage versenkt. Dies ist besonders in der Nähe der Verebnung auf 930 m (mit Aussichtsbank nordöstlich Kirchentals) verdeutlicht, wo der Kontakt von fremdem Dachsteinkalk zu Neokom und Lias unbekümmert um den Verlauf der Höhenkurven schnurgerade zu Tal streicht. Am westlichen Fuße des kleinen Schubkeils von Lerchkogelkalk, der von etwas Hallstätter Dolomit unterlagert längs des Steiges vom Loferer Tal zum Wechsel in steiler Wand abbricht, kommen Aptychenschichten und Neokom in schlimmer Verquälung am Boden kleiner Nischen und Höhlungen bereits wieder in normaler Überschiebungslage hervor. Dieser von basalem Neokom und Jura selbst überglittene Schubsplinter von Lerchkogelkalk ist deshalb ganz besonders beachtenswert, weil er beweist, daß die aus Nordost tätigen Schuppungskräfte, denen der intensive Stau im Kirchentale zuzuschreiben ist, die Deckschollen bereits in ihrer heutigen Lage vorgefunden hatten und abgespaltene Teile derselben zu neuer Komplikation benützen.

Am Bergeck westlich St. Martins, das bequem von dort in wenigen Minuten zu erreichen ist, streicht die juvavische Fuge zu Tag. Der Lerchkogelkalk, mit 40° NO fallend, führt hier an seiner Basis graue dünnbankige Lagen von Loferer Schichten und sitzt fast eben dem arg zerknitterten, dünnblättrigen und kalzitdurchaderten Neokom auf.

Gerhardstein.

Profiltafel II, Figuren 2 und 6.

Dieses von seiner Deckenumgebung bereits völlig abgetrennte, schwebende Plateau bietet zweifellos die schönsten Überschiebungsaufschlüsse, die in den gesamten Salzburger Alpen zu sehen sind. In fast ununterbrochener Linie sind sie zunächst am Nordrande 2 km lang freigelegt, in der Nähe des weithin sichtbaren Wasserfalls beginnend, der auf gutem Ziehwege vom Reitbauern zu erreichen ist. Am Fuße der Wände von Lerchkogelkalk zieht sich eine oft nur 1 m, dann wieder bis zu 20 m hohe Vorstufe aus grauen

Oberalmer Kalken und bunten Mergeln des Tithons entlang, die sich über die grünlichgrauen Schrambachschichten herüberbeugen und gar mancherlei Eigenwellungen stets mit flach südgeneigter Komponente aufweisen. Darauf folgt die Hauptschubbahn, die im Durchschnitt 10 bis 20° südliche Neigung besitzt, doch ebenfalls im Streichen etwas verbogen ist. Wo die dünnplattigen Loferer Schichten an der Basis des Deckenkalks sich einstellen, wie das an der nordöstlichen Bergecke stets der Fall ist, sind Schubflächen untergeordneter Bedeutung, meist etwas steiler in den Berg fallend, innerhalb derselben recht häufig und es ist dann stellenweise die juvavische Fuge gar nicht leicht aus der Überzahl von Bewegungsbahnen herauszufinden. Einige Beachtung verdienen auch mehrere die Rückwitterungswand in WNW staffelnde Rutscheln, da sie fast horizontal verlaufende Striemen aufweisen.

Am östlichen Bergsaum führt das Steiglein von den Trettalpen zum Litzlkopf nahe an die Überschiebungsaufschlüsse heran. Hier fällt die Fläche über Roßfeldschichten mit 15 bis 20° nach SW in den Berg; ähnliches gilt auch noch an der südöstlichen Bergecke nördlich Leitens, wo die Kreide steil WSW geneigt unter die Decke einschießt.

Großartig sind die Deckenbeweise über Stockklaus. Aus tiefer Höhle schäumt ein kräftiger Sturzbach unter dem Gewölbe des Deckenkalks hervor und frißt sich immer tiefer in die weichen, doch wasserundurchlässigen Schrambachschichten des Bodens ein. Kaum 200 m westlich gibt sich ein ähnlich schönes Bild: am Boden einer 8 m tiefen, 1 m hohen, in den Berg gehenden Guffel gequälte Kreideschiefer und eine massive Wölbung darüber aus Dachsteinkalk. Und ähnliche, tief unter den Berg führende Beweisstellen werden in dem Einschnitt der Persialpe immer häufiger. Sie sind hier besonders besuchenswert, da einmal von dieser Alpe ein ganz bequemes Steiglein an den Fuß der Wände führt und da zum anderen gerade hier die dynamische Einwirkung auf die basalen Schrambachschichten vielleicht den Höhepunkt erreicht. Die von serizitisch schimmernden Häuten durchzogenen, von Kalzitgeäde nach allen Richtungen gekreuzten Schiefer zeigen jenen hohen Grad von Druckentmischung, wie ihn Schweizer Forscher von Seewenschichten des öfteren beschrieben haben. Die vorzügliche Aufschlußreihe kommt an der südwestlichen Bergecke (über P. 1221) mit einer 15 m tiefen und fast 3 m hohen Höhlung zum Abschluß, an deren Grund wieder das aufgeblätterte Neokom in den Berg hineinzieht.

Legt man unter Berücksichtigung all der erwähnten Aufschlüsse verschieden gerichtete Schnitte durch den Berg, so ergibt sich unzweifelhaft eine im großen ganzen nur unbedeutend verbogene und schwach (nicht über 10°) südgeneigte Schubebene. Eine starke, das ganze Gebirge überwältigende Faltungsperiode kann nach dem juvavischen Ereignis keinesfalls wirksam gewesen sein. Dies hat seine Bedeutung, da die Deckscholle selbst zwar weitgespannte und stehende, aber doch ganz energische Faltung erkennen läßt. Zwischen Litzlkogel und P. 1542 ist deutlich eine Mulde eingesenkt mit nordwest—südöstlicher Achse, an die sich westlicher zwischen P. 1542 und der Gerhardsteinkuppe eine

sattelförmige Wölbung mit einem Kern von Hallstätter- und Ramsaudolomit anreicht. Zwischen Schattseiten und Trettalpen ist schließlich an einer ostwestlichen Linie der Zusammenhang zwischen nördlicher und südlicher Plateauhälfte zerstört worden, so zwar, daß erstere tektonisch tiefer erscheint.

Es möchte vielleicht kein Zufall sein, daß Lerchkogel und Dietrichshörndl ebenfalls einen synklinalen Bau erkennen ließen; alle drei Berge sind dabei am äußersten Rand der Berchtesgadner Schubmasse gelegen. Trotz aller sekundären Achsenverbiegung, die sich dem heute noch erhaltenen Schubrand ziemlich anschmiegt, wird wohl auf eine ursprüngliche Zusammengehörigkeit zu schließen sein.

Hochkranz.

Profiltafel II, Figuren 3 und 6.

Dieser südlichste Deckenrest im Saalachtal, zugleich der südlichste juvavische Überrest im ganzen Berchtesgadner Land, wenn man von den winzigen Schubinseln auf der Höhe des Steinernen Meeres absieht, besteht ganz aus Lerchkogelkalk mit etwas Loferer Schichten an der Basis und einem schmalen Streifen Hallstätter Dolomits. Auch er ist allseits von Jura und Kreide des basalen Gebirges umgürtet; doch ist die randliche Verschüttung infolge der bedeutenderen Höhenlage leider schon weit vorgeschritten. Immerhin sind ähnliche Aufschlüsse, wie sie den Gerhardstein auszeichnen, an der Süd-, West- und Nordwestkante nach einigem Suchen zu finden. Hier kommt der Schubfläche eine auffällig starke nördliche Neigung zu (scheinbar bis zu 30°). Es dürfte dies kaum der ursprünglichen Lage entsprechen; die Erklärung gibt vielleicht eine Anzahl von NNO streichenden, ziemlich saigeren Sprüngen, die nach dem jeweiligen Ausstrich der Schichtgrenze von Dolomit zu Lerchkogelkalk zu schließen ein relatives Absinken der nordwestlichen Bergesteile bewirken. Die Masse des Hochkranz selbst zeigt ähnlich wie der Rauhenberg flache nördliche Neigung, während die Deckscholle im ganzen gerade dem basalen Muldenkern aufsitzt; dessen unregelmäßige Verbiegungen scheint die Schubfläche abzuschneiden.

2. Hauptzone.

So einfach in großen Zügen der Bau der bisher besprochenen Deckschollen vor Augen liegt, so verwickelt und schwierig erklärbar ist derselbe in jenem aus Werfener Schichten, Ramsaudolomit und Reiteralnkalk erbauten Zwischenstreifen mit Mittelgebirgscharakter, der als Perhorn—Hundshorngruppe das Hochplateau der Reiteraln mit der Saalachsenkzone verbindet und nordwärts in die Dolomitöde des Mairberges und Aschautals, südöstlich in dem noch unwirtlicheren, schroff getürmten Zug der Laimbichlhörner sich fortsetzt. Zur Deckenbildung, zu der Unregelmäßigkeit welliger Verbiegungen mit einander schneidenden Achsen, zu stratigraphischer und fossiler Verarmung gesellen sich überraschend intensive Reduktionen des normalen Schichtverbandes, die nur auf Scherbewegungen zurückgeführt werden können.

Um den durch Gillitzers Kartierung der Reiteralpe gewonnenen Zusammenhang zu nützen, sei mit der Besprechung der

Perhornmasse

Profiltafel II, Figuren 1 und 7

begonnen. Sie ist als unmittelbare, durch keine wesentliche Störung abgetrennte Fortsetzung der Zone von Mairberg anzusehen. Über die Werfener Schichten des mittleren Schoberweißbaches, die in einem Zuge über die Auerwiesen zur Klauselbachmündung sich erstrecken, legen sich nördlich die Ramsaudolomite des Mairberges, südlich jene der Kematsteiner und Jöchlingalpe, der Hintermahd und vom Hagenbauer und darauf hat sich in der Gipfelkuppe des Perhorns noch ein kleiner Erosionsrest Dachsteinkalkes erhalten. An der Basis des Ramsaudolomits ist das tiefere Niveau der Reichenhaller Dolomite relativ deutlich entwickelt, stellenweise sogar kalkig, so daß trotz der geringen Gesamtmächtigkeit des Dolomits (bis 450 m), die der stratigraphischen Begründung nicht entbehrt, derselbe an Sohle und Dach in normaler Lagerungsbeziehung steht.

Die gesamte Masse ist gegen Ost eingestellt; fast überall ist östliche Schichtneigung von 15—50° zu messen und selbst die kleinen Verbiegungen im Klauselbach (eine geringfügige Einmündung von Dolomit und sattelförmige Hebung von Werfener Schiefern) fügen sich diesem Gesetze; lediglich an der Hintermahd scheint Umbiegung zur Synklinale vorhanden zu sein.

Die Perhornmasse liegt, wie bereits abgeleitet wurde (pag. 58), der Vorzone steil aufgepreßt an. Dies ist keineswegs der einfache Vorgang, wie es der Karte nach scheinen könnte. Die Reibungsbrekzie, welche Gillitzer hinter der Schoberweißbachklamm über dem Dachsteinkalke der Vorzone und unter den Werfern der Perhornmasse erwähnt¹⁾, besteht weder aus diesen noch jenem; sie ist vielmehr aus Bruchstücken von Ramsaudolomit zusammengesetzt. Dies allein läßt auf eine regionalere Bedeutung der Störungsfuge schließen.

Die Perhornmasse ist jedoch nicht nur selbst steil übergeschoben, sondern am Südrand ihrerseits von der Hundshornmasse überschoben. Über den Ramsaudolomit der Südhänge des Klauselbaches legt sich wie eine Sperrmauer Dachsteinkalk, und zwar echter Reiteralmkalk mit östlicher Schichtneigung, trotz Ruschelflächen an seiner Basis das natürliche Äquivalent des Gipfelkalkes am Perhorn. Erklimmt man die Kante dieser jäh Gefällsbruchstufe, so wandert man überraschenderweise bis zur Scheffsnoter Alm aufs neue im Ramsaudolomit. Der westliche Teil der zwischenliegenden Dislokation ist nun zweifellos eine mäßig südgeneigte Schubfläche, da ja der tektonisch höher liegende Dolomit alle Ausbuchtungen des Gehänges mitmacht und sich über dem Wasserfall der Klause bis zum äußersten Abbruch hinaus auf dem Dachsteinkalk ruhend verfolgen läßt. Östlicher zieht hingegen die Grenze auffällig gerade in die Höhe, eine energische Schubbahnversteilung verratend.

¹⁾ A. a. O. pag. 220. Fig. 17.

Es ist für die hier zu schildernde Mittelzone sehr charakteristisch, wie jäh und unvermittelt diese doch offenbar tiefgreifende Störungsfläche beiderseits im Terrain verschwindet. Westlich keilt der Reiteralmkalk rasch aus und der unter- wie überlagernde Ramsaudolomit verschmilzt zu einer schwer trennbaren Masse. Mit Mühe läßt sich dann im Kienberggraben eine meridionale Querstörung feststellen, die den Kienberg im Westen etwas absinken ließ und so wird ein gleiches auch für den Ausstrich der Schubstörung zu erwarten sein.

Im Osten gibt eine der kompliziertesten Linien des gesamten Gebietes die Begrenzung. Genau in der Richtung des östlichen Wandabsturzes der Hundshorngruppe, der nur an zwei Stellen von schmalen Steigen überwunden wird, zieht sich an der nordöstlichen Bergecke des großen Hundshornes von der Terrassenverebnung der Hundsalm eine Steilrunse gegen die Jöchlingalpträben herab, um schon auf 1200 *m* in Schutt und Moräne zu tauchen. Der linke, westliche Steilhang wird von 40° O fallendem Ramsaudolomit gebildet, dem östlichen läuft eine fast senkrechte Wand Reiteralmkalkes entlang, in der Mitte der Rinne waren im Frühjahr 1910 nach der Schneeschmelze rote typische Sandsteine und Letten nebst einer grünlich-grauen kalkigen Bank der höheren Werfener Schichten aufgeschlossen. Tektonische Einschiebsel solcher Art sind im Berchtesgadner Land an wichtige tangentielle Dislokationen gebunden. Auch im gegebenen Falle müssen wir es mit einer solchen zu tun haben. Trotz der saigeren Kluft kann kein irgendwie gearteter Hebungs- oder Senkungsvorgang ein kompliziertes Schuppenpaket aus Werfenern und Dachsteinkalk (östlich) gegen eine geschlossene Masse von Ramsaudolomit (westlich) zum Abstoßen bringen. Und dasselbe wird durch Verfolg der Dislokation nach Süden und Norden bestätigt; hier ist hinab gegen die Mairbergklamm innerhalb des Ramsaudolomits von einer Verwerfung überhaupt nichts zu spüren, dort setzt die Schuppenfläche der Hundshornmasse an.

Hundshornmasse.

Profiltafel II, Figuren 6 und 7 und Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1911, pag. 149, Figur 1.

Als leuchtend rote Draperie über die grünlichschwarze Tiefe des Kreidesteines, das die wilden Laimbichlbäche durchrauschen, schmiegen sich die Werfener Schichten vom Hirschbichl zur Almwaldalp und herab nach Wildental ziehend an die jähnen, hellfarbenen Wände des Sulzensteinkammes und der Hundshorngruppe. Der Kontakt hat an letzterer Stelle bei näherem Besehen einen eigentümlichen Charakter. An der nordöstlichen Bergecke des Hundshornes ziehen die prallen Wände des Reiteralmkalkes fast bis zu den Werfenern der Hundsalmlehne herab und nur ein schmales Schuttband ist dazwischen eingeschoben. Dann schaltet sich an dessen Stelle westlich Kötlarnalm etwas Ramsaudolomit ein, um aufs neue unter dem Pointelkopf zu verschwinden. Am Steiglein zur Triessteinalp beginnt der Dolomit nochmals, und erst kaum 100, dann 200, schließlich 400 *m* mächtig, verbreitert sich der Sockel Ramsaudolomits bis Wildental,

wo hingegen die Werfener Schichten zwischen Dolomit und basalem Dachsteinkalk nur wenig Platz mehr behaupten können. Es kann sich keineswegs etwa um ein natürliches, stratigraphisches Auskeilen des Dolomits handeln; die verschiedensten Horizonte des Dolomits, am Ostfuße das oberste Niveau, am Triesstein die Hauptmasse des ladinischen Anteiles, zwischen Metschen und Sonnseiten typischer Reichenhaller Dolomit kommen ja auf die skytischen Sedimente zu liegen. Diese selbst befinden sich in nicht unbeträchtlicher Eigenfaltung, stets diskordant zur ruhig gelagerten höheren Trias; und endlich lassen die Stellen zwischen Wildental und Kötlarnalp, an welchen der schuttbefreite Kontakt zwischen Werfern und Dolomit genau zur Untersuchung gelangen kann, deutlich eine weitgehende Zertrümmerung des Dolomits an der Basis und eine Menge berg-einwärts fallender Rutschelflächen erkennen.

Ich glaube so gezwungen zu sein, den heute vorliegenden Kontakt zwischen Werfener Schichten und der Hauptmasse der Trias der Hundshornmasse als eine Abscherungsbahn aufzufassen, längs welcher bei einer teilweisen Massenübergleitung der größere Teil des tieferen Ramsaudolomits, bei Steigerung der Intensität im Norden unter dem Hundshorn der gesamte Ramsaudolomit, von der höheren Triasmasse überholt wurde.

Dieser Schluß scheint um so dringlicher, wenn man die Lagerung innerhalb der Hundshornmasse in Betracht zieht. Am großen Hundshorn herrscht südliches Einfallen von 30—45°, südlich der Linie Scheffsnoter Alm—Kötlarnalp besitzt die Platte des Dachsteinkalkes nicht minder deutlich nördliches Einfallen von ähnlicher Stärke, und wo sich im Umkreis des Kötschmairbaches die Schichtung im Dolomit feststellen läßt, ist östliche Neigung zu messen. Dies zusammen heißt aber, wie aus den Profilen klar hervorgeht, daß eine flache, in O einfallende Mulde von west—östlicher Achse vorliegt. Bei ungestörter Lagerung könnte demnach am mittleren Ostrand das Auftreten der skytischen Stufe überhaupt nicht erwartet werden.

Auch an vertikale Dislokation ist südlich der Kötlarnalp nicht mehr zu denken; nur zögernd überschneidet ja der anormale Kontakt die Höhenkurven unter Triessteinwand und Sonnseiten.

Die Hundshornmasse ruht somit an ihrer Nordseite der tieferen Perhornmasse auf, ist aber selbst längs einer tiefgreifenden Scherfläche in zwei Schuppenstreifen gespalten. Trotz dieser dominierenden Lage schwimmt sie jedoch am südwestlichen und südlichen Rande, von Strohwohln bis zum Wildentalbach, ohne Einschaltung tieferer tektonischer Bauglieder unmittelbar auf der Kreide des tirolischen Gebirges. Das bedeutet, daß all die komplizierten Schubbewegungen innerhalb der Decke der Deckenbildung selbst gegenüber als unbedeutend in den Hintergrund zu treten haben; sie sind sekundärer Prägung. Es ist um so bedeutsamer, daß auch die faziesvermittelnden Linsen der Hallstätter Sedimentation nicht etwa der Schuppenbasis genähert, sondern inmitten dieser tektonisch höchstgelegenen Masse nahe unter oder im Liegenden des Reiteralmkalkes

sich finden. Es wird bei der endgültigen Abschätzung der Gesamtergebnisse mit Nachdruck auf diese Tatsachen zurückzukommen sein.

Einige erläuternde Worte sind dem juvavischen Saum zu widmen. Eine besonders ausgezeichnet erhaltene Kontaktstelle befindet sich südwestlich des Westlinger im tiefen Einriß des Wildenbaches, zu dem ein kleiner Fußsteig mit Brücke herabführt. Auf stark gequälten schwarzen Neokomschiefern liegen bräunlich- bis weißlichgraue, kalzitgeäderte, klotzige Kalke in 6—8 m hoher Wandstufe, darüber beginnen sofort mit fast ebener Auflagerungsfläche die roten Werfener. Die Natur dieses von tonigen und bituminösen Häuten durchzogenen Kalkes, der an gleicher tektonischer Stelle sowohl bachaufwärts südöstlich des Westlinger Hofes wie im Reitbauerngraben und am östlichen Ende der Wildenbachklamm unvermutet sich einstellt, war mir anfänglich unklar. Die innige Verbindung mit bunten Aptychenschichten südlich Wildentals, das Auftauchen identischer Kalke zwischen oberem Lias und Neokom am Hirschbühl wie an der Straße zum Hintersee nahe Grundübelau wies mich schließlich darauf hin, ein tithonisches Alter für das wahrscheinlichste zu halten. Mit Hallstätter oder Reiteralmkalk besteht nicht die geringste Ähnlichkeit.

Der Ausstrich der Schubfläche längs des Werfener Saums gestattet die Neigung der Gleitbahn zu bestimmen; vom Ursprung der Sulz- und Griesbäche bis herab zum Wildenbach unterm Westlinger ist eine solche von 14° nach West bei fast ebener Fläche zu ermitteln.

Almwald—Hundsalm-Schuppen.

Profiltafel II Figur 6; G. Gillitzer, a. a. O., Profiltafel Figur 2 und Figur 14, pag. 215.

Der schmalen, von zwei spiegelbildlich gleichen, vertikalen Dislokationen im West und Ost begrenzten Scheide zwischen Schoberweißbach und Wildental ist eine besondere Bauformel zu eigen. Steigt man aus den Laimbühlgräben zur Hundsalm empor, so quert man zunächst nach Überschreitung des zerfranzten Deckenrandes alle möglichen Gesteine der skytischen Stufe bei stetem Südfallen wechselnder Neigung. Dieselben Werfener Schichten lassen sich nun mit jenen bereits pag. 4 besprochenen dünnplattigen Kalken im scheinbar Liegenden, längs des Nordfußes des Hundshorns auf scharf abgesetzter Verebnung bis zu der bereits geschilderten Dislokationsrinne östlich der Jöchlingalp verfolgen. Sie liegen ganz flach auf Reiteralmkalk aufgeschoben, dessen obere Seite stratigraphisch normal liegt; denn ein mehr oder minder zusammenhängender Zug von transgressivem, zum Teil Belemniten führendem bunten Hierlatz schaltet sich am Kontakt ein. Nur an einer einzigen Stelle, an der Jagdhütte östlich P. 1323 ist eine weitere tektonische Zwischenlage eines 0·5—3 m mächtigen dunklen geschichteten Dolomits (S fallend 45°) von Reichenhaller Habitus auf ganz kurze Strecke den Lias überlagernd vorhanden. Der Riegel von Reiteralmkalk mag vielleicht antiklinal gebaut sein, wie es Gillitzer vermutet; deutlich habe ich jedoch dies, dem nur das Vorkommen eines weiteren kleinen Hierlatzrestes am unteren Ende

der Jöchlingalpinne zum Beweis dienen könnte, nirgends beobachten können. Dagegen ist die weitere Beobachtung dieses Autors, die tektonische Auflagerung dieses Kalkstreifens auf rote Werfener der Almwaldalp betreffend, zweifellos ebenso richtig wie die Tatsache, daß unter dem dünnen skytischen Mantel an drei Stellen Hoplitens-führende Schrambachschichten hervorlugen.

Ein Vergleich mit den bereits besprochenen Verhältnissen in der westlichen Berggruppe dient zur Erhellung dieses rätselhaft scheinenden Baues. Mag auch, wie das Profil Gillitzers angibt, zwischen den tieferen Werfenern der Almwaldalm und dem Ramsaudolomit der Mairbergklamm eine weitere Störung verlaufen (und dies ist wegen des Fehlens des höheren skytischen Niveaus zwischen beiden mir selbst wahrscheinlich), so liegt doch der Deutung nichts im Wege, welche diese Werfener als aufgestülpte Basis der Perhorn—Mairbergmasse anspricht. Der höhere Schubkeil Reiteralmkalks entspricht auch orographisch ganz auffällig der Steilstufe gleichen Materials zwischen Kienberggraben und kleinem Hundshorn; es ist nur eine weitergetriebene Abscherung, die ähnlich wie an der Ostseite des Hundshorns den Ramsaudolomit beseitigt hat. Die hangenden Werfener Schichten der Hundsalm müssen dann der Bodenschuppe der Hundshornmasse entsprechen, was tatsächlich mit dem Kartenbild aufs beste übereinstimmt. Die Störung in der Runse östlich der Jöchlingalm trägt somit den Charakter eines Blattes.

Das reduzierte Schuppenpaket der Hundsalpscholle weicht nur dynamisch von dem westlicher vorhandenen Bauplan ab. Und wiederum ist es von besonderer Wichtigkeit, daß trotz des Aufeinander-türmens dreier Schuppenstreifen im Liegenden stets die gleiche kretazische Unterlage des basalen Gebirges erscheint; selbst diese intensive Schuppenstauung hat mit dem regionalen Deckenbau kaum ursprünglich etwas zu tun gehabt.

Die östlich angrenzende Dislokationsfuge soll im Zusammenhang mit dem Bau des

Kammes der Laimbichlhörner

Hahn, a. a. O., 1911, pag. 149, Figur 1; Gillitzer, a. a. O., Profiltafel Figur 2, Textfiguren 10—12

besprochen werden. Nähert man sich von der Jagdhütte an der Hundsalm der runsenddurchfurchten Steilflanke des Rauhenkopfs, so ist zwar eine Verschmälerung des Dachsteinkalkriegels gegen die Einsattlung zu bemerken, doch bleiben auch hier noch die hangenden und liegenden Werfener Schichten, welche letztere in dem nordwärts hinabziehenden Bachriß in Gestalt fossilreicher *Naticella costata*-Bänke eingekellt liegen, voneinander getrennt. Der Schuppenstreif Reiteralmkalks setzt sich vielmehr, an der weithin auffälligen Kulisse des P. 1453 in erheblicher Anschwellung, nach Südost fort, während der tiefere Werfener Zug zwischen dem dolomitischen Dachsteinkalk des P. 1453 und der Masse des Ramsaudolomits vom Rauhenkopf auskeilt¹⁾. Zugleich erfolgt eine

¹⁾ Die Bemerkung Gillitzers, daß die Werfener der obersten Laimbichlgräben und jene der Almwaldalm analog seien (pag. 214), ist somit irrtümlich.

bemerkenswerte Versteilung der Schubfläche. Südlich der Almwaldalp ruht ja die obertriassische Steilstufe noch ziemlich flach auf den tieferen Werfener Schichten, etwas östlicher nähert sich der Kontakt immer mehr der Vertikalen, bis östlich P. 1453 vollkommen saigere Stellung erzielt ist. Und ganz dasselbe gilt für die Störungsbahn von Reiteralmkalk zu der höheren skytischen Schuppe; am Südfuß von P. 1453 könnten eher diese „oberen“ Werfener Schichten als vom Dachsteinkalk steil überschoben gelten. Trotzdem bleibt die juvavische Fläche zwischen Decke und basaler Kreide fast eben.

Wenn nicht wenige 100 m westlich die tangentiale Bewegungsmechanik so klar erschlossen wäre, wenn die Überdeckung des basalen Gebirges dortselbst nicht so handgreiflich vor Augen läge, so könnten die saigeren Störungsflächen im Westen des Laimbichlkammes dazu verführen, mit dem althergebrachten Hebe- und Versenkungsspiel an einfachen Verwerfungswänden arbeiten zu wollen, wobei freilich bei der allzuengen Vergesellschaftung von Kreide, Werfern, Dachsteinkalk und Ramsaudolomit gleich Bewegungsgrößen von 1000 m und mehr in Rechnung zu setzen wären. Ich betrachte das erläuterte Beispiel, das für den Gebirgsbau der Salzburger Alpen geradezu typisch genannt werden kann, als eindringliche Mahnung, die altgewohnte Ansicht, nach der in den Nordalpen saigere tektonische Flächen schon beweisend für die Auswirkung von Bewegungskräften im Sinne des Erdradius sein müßten, jeweils vor Anwendung im speziellen Fall sorgfältigst zu überprüfen. Wo es sich um auffallend große stratigraphische Sprunghöhen handelt, da ist es heute auf Grund unserer erweiterten Erfahrung geboten, trotz des etwa vorhandenen saigeren Kontaktes an ursprünglich tangentialen Bewegungen als das wesentliche Moment zu denken.

Am Rücken zwischen Sulz- und Scharleitenbach liegen Werfener Schichten über Neokom, Dachsteindolomit mit Linsen (?) von Pedatakalk und tiefster Ramsaudolomit nebeneinander, wiederum als Vertreter der tieferen Hundshornschuppe sowie der durch eine tiefgreifende Scherfläche zerspaltenen Perhorn—Mairbergmasse. Von hier ab keilt jedoch der Reiteralmkalk aus und nur winzige Reste von schwimmenden Werfern schmiegen sich allein noch an das jäh emporragende Dolomitgemäuer, dem sie bis zum Hirschbichl treu bleiben. Im hintersten südlichen Scharleitenquellbach zeigt sich der in Figur 6 dargestellte Aufschluß¹⁾ von allgemeinerer Gültigkeit.

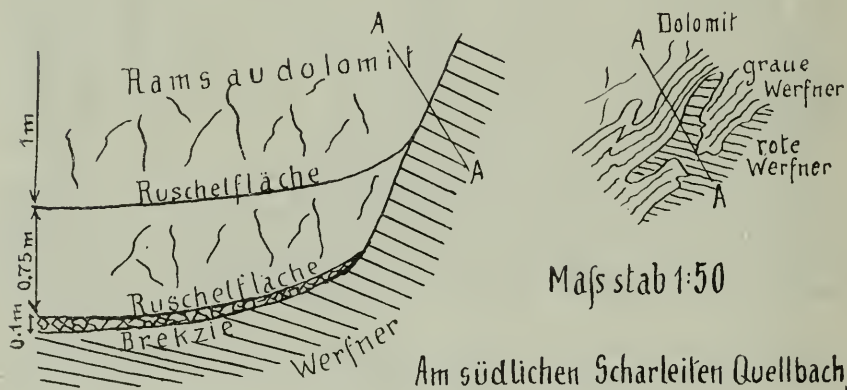
Die Erklärung könnte an und für sich zweierlei Art sein. Entweder ist die mächtige Dolomitlast der Laimbichlhörner etwas eingesackt zu denken an steiler Verwerfung gegenüber dem ruhend gebliebenen äußersten Deckensaum; oder aber die Anpressung der Hundshornmasse auf die nördlich benachbarte Perhornscholle fand ihr natürliches Ende an dem starren Widerlager der Laimbichlhörner, welche in kräftigem Gegenstoß die Anpressungsfläche

¹⁾ Die roten Werfener Sandsteine und Lettenschiefer fallen 30° nach O, die untere Ruschelfläche streicht hier N—S und hat 75° östliche Neigung.

überstürzten; die Werfener Schichten am Westfuß des Kammes wären dann niemals die normale Basis der Dolomitmasse gewesen. Dessenungeachtet wird aber doch die letztere von Werfenern normalerweise unterlagert zu denken sein, wie das die schönen Aufschlüsse im Osten des Bergkammes zwischen Stadelgraben und Teufelskopf dartun.

Die Verhältnisse am Hirschbichlpaß bedürfen nach der zutreffenden Schilderung Gillitzers, der unsere gemeinsame Begehung zugrunde lag, keiner weiteren Erläuterung; nur darauf sei mit Nachdruck hingewiesen, daß die wichtige meridionale Störung des bayrischen Gebietes längs der oberen Hirschbichlstraße nicht in das österreichische herübersetzt. Die Almwald—Hirschbichllinie, deren wahren Charakter wir im Profil Hundsalm—Almwaldalm kennen lernten, knüpft sich vielmehr ungebrochen an die Bindalm—Hundstodstörung; nur das nordwest-südöstlich verlaufende tektonische System ist westlich des Hirschbichls von Bedeutung.

Fig. 6.



Über den Eigenbau der Dolomitmasse der Laimbichlhörner ist leider nur allzuwenig auszusagen. Daß die maßstablose Haugsche Profilskizze (a. a. O. pag. 389, Fig. 2) in jeder Hinsicht ungenau, wofern nicht unrichtig ist, ergibt sich aus meiner und Gillitzers Aufnahmen wohl von selbst, da ja weder von Raiblern noch von Dachsteinkalk, weder von ungestörtem Überschiebungsausstrich noch von einer gleichmäßigen Verflächung nach Nord etwas zu sehen ist. Unter letzterer Annahme würde ja ein richtig gezeichneter Querschnitt nahezu 2 km Dolomitmächtigkeit ergeben! So kompliziert also auch der Bau im Detail sein mag, bei dem fast gänzlichen Mangel an deutlicher Schichtung des einförmigen, von Ruscheln durchschwärmten Dolomits läßt sich kein Bild davon gewinnen. Trotzdem ist nicht zu fürchten, daß deshalb ein wesentlicher Zug im Gebirgsbau verloren wäre.

E. Rückblick auf die Ergebnisse.

Nachdem die Grundlage stratigraphischer wie lokaltektonischer Beschreibung gegeben ist, bleibt die Aufgabe, bei der sinngemäßen Verknüpfung der Einzelergebnisse die historische Seite in den Vordergrund treten zu lassen.

Drei große Gruppen tektonischer Einwirkungen lassen sich nach dem vorangehenden ungezwungen auseinander halten: die Eigenfaltung von Basis und Decke, die Deckenbildung selbst und die Summe der aus einer jüngeren Querfaltung resultierenden Schuppenstörungen.

Der Schichtenbau des basalen; tirolischen Gebirges im Saalachtal wird von dem nordwest—südöstlich ziehenden Ausläufer der geräumigen Unkenbachmulde beherrscht, die mit stetig südwärts ansteigender Achse am Seehorn die Plateauhöhe des Steinernen Meeres erklommen hat und hier in der Gipfelfaltung am Funtenseetauern bis zur Laubwand ausklingt. Die begrenzenden Ufer sind einmal die Steinberge, dann die Hebungswelle im Süden der Hochkaltergruppe, die vom Hirschbichl ab zwar unter die Decke hinabtaucht, aber in ihrer geradlinigen Fortsetzung doch noch in der basalen Jurazone des Tälernalprückens nachwirkt.

Geradeso wie im Dürrnbachhorn—Sonntagshornzuge, so macht sich auch saalachaufwärts ein sekundärer Verfallungsversuch bemerkbar, dessen südwest—nordöstliche Achsen auf die alttertiäre „bayrische“ Faltung hinweisen. Nur unvollkommen ist diese den frühverstarten Flanken des alten „Waidringer“ Faltenstaus Herr geworden. Eine Sattelung schiebt sich zwischen Loferer und Leoganger Steinberg und mit der Dolomitmasse des Hundsfußes gegen das Herz der Mulde vor, eine zweite, noch weniger gelungene erhebt sich im stolzen Gipfel des Birnhorns und verläuft über den Kamm der Schoßhörner, unbedeutendere Antiklinalen wellen die Nordflanke des Loferer Steinberges; verbrochene Halbsynklinalen stehen zwischen Breit- und Vorderhorn, am Lahnerhorn in Nieder- und Hochgrub gegenüber. Auch dem Verhältnis von Watzmann zu Hochkalter liegt ein analog gebauter Kuppelsattel zugrunde¹⁾. All diesen sekundären Formen ist im Gegensatz zur formvollendeten Großzügigkeit der älteren Faltung unfertige Gestaltung und rasche Achsenversenkung zu eigen; der Kern der Großmulde wird kaum mehr davon berührt.

Jünger als die besprochenen Ereignisse muß jener energische Senkungsvorgang gewesen sein, der die Saalachsenkschollen in die Tiefe gleiten ließ. Es ist nicht ohne allgemeines Interesse, daß die Zerspaltung des Saalachwestbruches, der hier so rücksichtslos die „bayrischen“ Halbfalten durchsetzt und abschneidet, in drei ungleich starke Äste und deren allmähliches Ende so Schritt für Schritt zu verfolgen war, einmal längs des Ostrandes des Loferer Tales zur Westseite des Großen Ochsenhorns, dann übers Turneck ins Saalachtal von Dürrnberg und schließlich als wichtigste Linie über Stroh-

¹⁾ Verbiegungen im „bayrischen“ Sinn sind auch am Westrand des Steinernen Meeres, besonders im Kamm Schindlkopf—Persailhorn deutlich.

wollen—Wildental zum Goldnen Zweig. Wie es sich schon bei Unken bewahrheitete, so ist der gleiche Vorgang auch während des südlicheren Verlaufes zu bestimmen: stets erfolgt längs dieser Bahn östliche Schollenversenkung sehr erheblichen Betrages an ursprünglich wohl nahezu saigeren Flächen. Erst südlich Oberweißbachs ist auch die letzte Wirkung dieser das Saalachtal von Reichenhall an in 35 km langem Schwung vorzeichnenden Linie erloschen.

Das an Wichtigkeit überragende Ereignis der Salzburger Alpen ist die juvavische Deckenbildung, deren 30 km⁷ langer, erosionszersplitterter Seitenrand zwischen Hochkranz und Reichenhall uns heute nach eingehender Spezialbearbeitung seines Schleiers enthüllt vor Augen liegt. Es gilt die regionalen Charaktere des besprochenen Gebietes zu sammeln. Die Basis liegt mit 20° kaum übersteigenden Winkeln nordostfallend am Rauhenberg, westlich und nördlich einfallend in der Gruppe der Hundshörner und Laimbichlhörner, südfallend am Gerhardstein und nordfallend am Hochkranz. Obwohl, wie aus einem Vergleich der Profile wohl deutlich genug hervorgeht, von einer eigentlichen Verfaltung nicht die Rede sein kann, sind Einbiegungen der Auflagerungsfläche nicht verkennbar. Es ist dabei wohl kein Zufall, daß diese außer Zusammenhang mit der ältesten Großfaltung stehen, wohl aber sich der bayrischen Wellung einzuordnen scheinen. Denn die muldenartige Einbiegung der juvavischen Fläche zwischen Gerhardstein und Hochkranz fällt mit der Mulde des Lahnerhorns, die bedeutende Elevation des Schubrandanstriches an der Südseite des Wildenbachtales mit der Sattelung der Schüttachgräben zusammen. Wir dürften demgemäß die „bayrische“ Faltung der Deckenbildung gegenüber als sekundäres, jüngerer Formungselement betrachten¹⁾.

Die Decke selbst zeigt Faltung besonders deutlich am Gerhardstein und in der Hundshorngruppe. Unzweifelhaft handelt es sich dabei um bereits als fertig zur Verfrachtung gekommene Faltenwellen; an dem heutigen Platze können sie keinesfalls entstanden sein. Die Falten des Gerhardsteins haben ja nicht den geringsten Zusammenhang mit dem Untergrund, schließen sich dafür mit jenen aus dem Lofer—Unken Gebiet zu einem ursprünglichen Ganzen zusammen. Die Deckenbildung wäre so den Faltungsperioden zwischengeschaltet.

Es braucht nach den Detailschilderungen wohl kaum der vielen Worte, darauf hinzuweisen, daß das juvavische Ereignis, wie immer auch die Entstehungskeime geartet sein mochten, mit Überfaltung wenig gemein hat. Das haben doch wohl schon meine Untersuchungen zwischen Unken und Lofer bewiesen, es war das Resultat der Auf-

¹⁾ Diese Beobachtung stimmt gut mit jenen Schlüssen überein, die man an deren Orts in den Salzburger Alpen aus der Lagerung und Verbreitung der Gosanschieben ziehen muß; sie war mir leider in meiner Arbeit über das mittlere Saalachtal noch nicht zur Gewißheit geworden, so daß ich dortselbst allerdings mit großer Unsicherheit das juvavische Ereignis für jünger als die bayrische Faltung ansprach. Infolge der neueren Forschungen besonders C. Leblings etc. glaube ich daran nicht mehr festhalten zu dürfen.

nahme Gillitzers von der Reiteralms, Krauß' von der Reichenhaller Gegend und meine Begehungen im oberen Saalachtal können mich nur immer wieder darin bestärken. Um Massenübergleitung auf flachgeneigter Förderbahn über gefaltetes, doch vielleicht schon einnivelliertes Grundgebirge hinweg und mit verfaltetem Gestein in der Decke muß es sich bei der juvavischen Deckenbildung gehandelt haben.

Und die Decke ist trotz aller Heteropie einheitlichen Charakters. Wohl unterschied ich zu bequemerer Darstellung eine auch tektonisch umgrenzte Vorzone und Hauptzone innerhalb der Berchtesgadner Schubmasse. Aber diese Einteilung ist nicht etwa identisch mit einem Deckenbau höherer Ordnung. So wichtig auch jene die beiden Zonen trennende Fuge (Saalachostbruch) ist, so wenig stimmt sie ihren Eigenschaften nach (vergl. G. Gillitzer und oben pag. 58 und 62) mit dem Ausstrich einer Überschiebungslinie überein, selbst die Eigenheit, daß längs ihr stellenweise Hauptzone auf Vorzone steil aufgepreßt ist, kann recht wohl mit sekundären Bewegungen in Zusammenhang stehen.

Immer wieder, wie schon im mittleren Saalachgebiet stellt sich die Frage entgegen, warum auf der Vorzone keine Schollenreste der Hauptzone schwebend erhalten liegen, warum unter der letzteren die erstere fehlt und unmittelbar basales Gebirge auftaucht. Die besser erhaltenen Plateaureste der Vorzone (Gerhardstein) zeigen nirgends jene intensive tektonische Beanspruchung, die ein ehemals überfahrener Gebirgstheil aufweisen müßte. Und wenn schon die Auswalzung der Zwischendecke an so vielen Stellen, wie es die heutigen Aufschlüsse erfordern müßten, bis zu völliger Ausdünnung gediehen war, dann müßte immer noch eine Art „Brekziendecke“ oder aber irgendwo eine tektonische Anhäufung der verquälten Masse der Vorzone vorhanden sein — vergeblich sucht man nach beiden im Saalachtal.

Wie wenig harmonisiert die Annahme von Teildecken mit dem tatsächlich Gegebenen, wenn man das Fazieskriterium, da ja gerade von überfaltungstheoretischer Seite immer wieder übertrieben ausgebeutet wird, heranzieht. Wir können da unterscheiden:

eine vorderste Zone *A* (Hochkranz—Gerhardstein—Rauhenberg—Lerchkogel—Dietrichshorn) mit Zlambach- und Hallstätter Gesteinen, besonders auch Hallstätter Dolomit, geringmächtigem Ramsaudolomit, Reichenhaller Dolomit und Werfener Schichten;

eine Zone *B* (Vokenberg—Maurach—Au) mit geringmächtigem Reiteralmskalk und Hierlatzkalk, Hallstätter Dolomit mit Einlagerungen von Halobienkalken, geringmächtigem Ramsaudolomit;

eine Zone *C* (Hundshorn—Perhorn—Mairberg) mit anschwelldem Reiteralmskalk, ausspitzenden Zungen der Hallstätter Entwicklung ohne Hallstätter Dolomit, mit allmählich mächtiger werdendem Ramsaudolomit nebst Reichenhaller Dolomit über Werfener Schichten.

Die Hauptmasse der Reiteralms *D* endlich besteht aus sehr mächtigem Dachsteinkalk und ebenso sehr mächtigem Ramsaudolomit über Werfenern ohne Spur von Hallstätter Einfluß.

Diese Zonen folgen, wie ein Blick auf die Karte kundtut, in konzentrischen Bögen genau derart nacheinander, wie es theoretisch

im Hinblick auf normale Faziesverknüpfung zu erwarten wäre; dabei hat der tektonisch höchstgelegene Teil — die Hundshornmasse — eben wegen seiner räumlichen Nähe zur Randzone *A* und *B* die vermittelnde Serie von *C*, der weiter einwärts gelagerte Stock der Reiteralm besitzt dagegen das Faziesextrem, obwohl aus Gillitzers Aufnahmen hervorgeht, daß die Mairberg—Perhornmasse, die im Verhältnis zur Hundshornmasse als liegend gelten muß, mit dem Hauptkörper *D* nicht nur nicht durch Überschiebung des letzteren auf die erstere verbunden ist, daß vielmehr *D* in ersterer durch Senkvorgänge eingelassen erscheint.

Man könnte es schließlich versuchen, *A* allein *B*, *C* und *D* zusammen als Teildecken gegenüberzustellen, etwa dem Nowakschen Schema folgend. Die lokaltektonischen Einwände sind jedoch allesamt ebenso gültig wie im erst erläuterten Fall; die so innig stratigraphische Verknüpfung würde eine willkürliche Zerschneidung erfahren.

Wir kommen zu dem Schluß, daß innerhalb der Berchtesgadner Decke die einzelnen Schollenelemente im wesentlichen eine solche Lagebeziehung zueinander haben, wie sie diese von Anfang an besessen haben müssen; daß nur randliche Teilüberschiebungen vorliegen; daß die Sedimente der Decke einem und demselben Ablagerungsbecken zuzurechnen sind, das allerdings einer kräftigen Heteropie unterworfen war.

Es ist charakteristisch, wie der Saalachwestbruch nicht nur in weitausholendem Bogen sich dem seitlichen Deckenrand von Reichenhall bis Oberweißbach anschmiegt, sondern wie er auch gerade da bis zum Erlöschen sich abschwächt, wo der letzte Deckschollenrest (Hochkranz) dem tirolischen Untergrund entragt; würde es sich nicht schon aus zahlreichen Einzelheiten im Verlauf saalachabwärts ergeben haben, so müßte hieraus allein auf ein relativ junges Alter der Senkungsbebewegungen geschlossen werden und so haben wir sie denn auch bereits als nach dem juvavischen Ereignis und nach den Verbiegungen im „bayrischen Sinne“, d. h. frühestens als im Alttertiär eingetreten gedeutet.

Trotzdem gehört dieser so bedeutsame Sprung noch nicht der großen Gruppe der jüngsten Bewegungen an, deren gesamte Auswirkung einer gegen West vordringenden Querkaltung zuzuschreiben ist. Das Studium dieses Phänomens wird stets auf das klarsterschlossene Beispiel im Berchtesgadner Land, auf die Hochkalterüberschiebung zurückzugehen haben.

Die alte, nordwest—südöstlich streichende, die Unkenbach—Seehornmulde flankierende Sattelwelle ist heute nach SW überbeugt, in ihrem Kern zerspalten und von einer nach Nordost geneigten Bewegungsfläche durchsetzt, längs welcher die Masse des Hochkalters und Watzmanns ein Stück weit südwestlich über die bereits deckenbeladene Mulde herübergewandert ist. Keine aus einer anderen Richtung wie aus Nordost wirkende Kraft kann zur Erklärung dieser klaren Verhältnisse herangezogen werden. In imponierender Höhe das erosionszernagte Deckschollenland überthronend, von heute noch ungetrübt morphologischer Frische (vergl. pag. 23) erweist sich diese Bewegung schon dadurch als die relativ jüngste in weitem Umkreis.

Das Andrängen der gewaltigen Bergmasse schürfte den zunächst in Mitleidenschaft gezogenen Muldensaum in tiefen Wunden empor; in der Nähe des „Kematenbruchs“ ist jede Schichtfläche zur Bewegungsbahn des höheren, älteren über das tiefer gelegene, junge Muldenkerngestein geworden; so intensiv ist der Vorgang, daß am Hirschbichl die ganze, normalerweise über 1700 m starke Schichtreihe vom karnischen Niveau zum kretazischen Muldeninneren durch Abschürfung und Schuppenüberholung auf 200 m Ausstrichbreite reduziert ist!

Eine Schar nordwest—südöstlich streichender Schuppenflächen durchzieht die alte Muldung, vom Seehorn hinab bis zur Saalach bei Frohnwies stets der Formel gehorchend, die älteres Gestein im Nordost mit zunehmender Bahnversteilung auf der der Kraftheimat abgewandten Seite auf jüngerer im Südwest geschoben fordert. Der Saalachwestbruch aber hat ursprünglich gerade den gegenteiligen Bewegungssinn — und deutlich brandet gegen ihn wie gegen ein Felsenufer die jüngere Bewegung heran. In rückläufigem Sinne zum ehemaligen Vorgang stoßen unter dem versenkten Muldeninneren die Keile des härteren Liaskalkes über Aptychenschichten, die festen Bänke des letzteren über Neokom gegen das Hindernis vor und geben zusammen das auf den ersten Blick so widersinnig erscheinende Störungsbild zwischen Wildental und Oberweißbach. Bei St. Martin biegt der Saalachwestbruch um 4 km nach Westen aus; wie mächtige Eisschollen über den geborstenen Staudamm ergießen sich nun die Deckschollen auf der jungen Unterlage gegen West. Der Kirchentäl—Breithornbruch ist die vorwärtsführende Randspalte. Das basale Gebirge wird an der Anderlalm zu einer rechtwinklig zur neuen Krafrichtung eingestellten Zwergmuldung verpreßt und auch hier sind die allerdings weniger gefügigen Kalkmassen von Scherflächen parallel zu den Hauptschichtfugen durchzogen. Unter der Last der Deckscholle des Rauhenberges werden die jungen basalen Schichten gegen die Randspalte herangewälzt, krümmen sich in engen, wieder aufs neue zerschlitzten Zwangsfalten und ein abgestoßener Splitter der Decke bohrt sich am Wechsel jäh in das Liegende.

Auch rings um das Loferer Tal vermag keine aus einer anderen als nordöstlichen Richtung wirkende Kraft die schön erschlossene, leicht übersehbare Reihe von Tatsachen zu erklären.

Wir betreten schwierigeren Boden auf den der Reiteralm vorgelagerten Höhen. Intensive Stauschuppung ward auch hier im lokaltektonischen Teil geschildert; kräftigste tektonische Reduktion, ja Unterdrückung des gesamten Dolomits zwischen Reiteralmkalk und Werfenern im Schuppungskontakt waren beschrieben worden. Die Flächen neigen an Stellen stärkster Verschiebung nach Süd oder Südwest.

Wir können es mit einer mehr oder minder gleichzeitig mit der Deckenbildung eingetretenen Komplikation zu tun haben. Nehmen wir für diese eine südnördlich wirkende Kraftquelle an, so bleibt es recht sonderbar, daß die Störungsintensität an den zwei südlichst gelegenen Punkten (Wildental und Sulzenstein) sich bis zum Erlöschen verringert; wo ist auch die ausgefallene Dolomitmasse in Linie Almwald—Hundsalm geblieben?

Einige Beobachtungen und Überlegungen deuten mir doch auf eine andere Erklärungsmöglichkeit.

Die Hundshornschuppe liegt der Perhornmasse mit einer Schubebene von ostwestlichem Ausstrich und wechselnder Neigung auf; im westlichen Teil herrscht flaches Südfallen, gegen Ost muß rasche und vollständige Versteilung Platz greifen. Der Saalachostbruch ist eine größtenteils steil ostfallende Bahn, an der die östlichere Hauptzone über die Saalachsenkschollen ein Stück weit heraufgepreßt wurde. Die Schuppenflächen des Keiles von Dachsteinkalk an der Hundsalm versteilen nach Südost längs des Laimbichlkammes zur Überstürzung. Am Schoberweißbach durchfurcht eine saigere ostwestlich streichende Störung beide Uferhänge der Saalach. Eine einfache Vertikalbewegung gibt nur westlich des Flusses eine einigermaßen befriedigende Erklärung; verfolgt man dagegen die Ausstriche des Streifens von Reiteralmkalk bei Au, so muß man am Sellauer 800 m westlich wandern, um den Anschluß wiederzufinden. Wie ein Sporn schiebt sich hingegen die bayrische Sattelwelle der Schüttachgraben an der Wildenbachklamm dem westlichen Massenandrang entgegen, als mächtige Stauwehr.

Ließe sich nun das so eigenartige, durch keine jüngeren Bewegungen wesentlich gestörte Schuppungsbild im Vorlande der Reiteralm nicht auch durch die Auswirkung der Massenwanderung gegen West entstanden denken?

Man stelle sich nur vor, daß der tirolische Sattelsporn im untersten Wildental fürs erste die andrängende Hundshornmasse gewissermaßen festhielt. Nördlicher war dem Vordringen längs der Schoberweißbach—Wimbachspalte aber schon der Weg gewiesen. Die Hundshornmasse wird in diesem Moment selbst zum Hindernis, an dem sich die nördlicher vorbeitreibenden Schollen wieder stauen; sie wird emporgedrängt und unter sie bohren sich Teile der weniger gehemmten Schollen in abschürfender Unterschiebung. Die Dolomitmasse der Laimbichlhörner folgt länger dem gleichen Impuls und führt die Überkippung der Almwald—Hirschbichllinie herbei; auch der ehemals wohl saigere Saalachostbruch ist so gegen West überstürzt.

Ich kann keinen stichhaltigen Grund sehen, der eine solch einheitliche Erklärung verbieten würde.

So großzügig auch immer uns die ostwestliche Querfaltung entgegentreten mag, wir dürfen nicht vergessen, daß es nur das Jugendliche ihrer Züge ist, was uns das aneinanderfügende Verständnis so erleichtert. Auch an der gerissenen Überfaltungswelle der Hochkaltermasse ist es nicht zu einer Bewegung gekommen, die die Bezeichnung „Deckenbildung“ verdienen würde, wenn auch alle Vorbedingungen hierfür, ja das erste Stadium einer solchen schon gegeben sind. Der bewegende Massenimpuls hat sich eben nicht an einer einzigen Fläche verdichtet, er hat sich vielmehr zersplittert längs einer Unmenge von Seitenwegen. Das ausschlaggebende Ereignis für die Berchtesgadner Alpen war und ist bis heute die juvavische Übergleitung geblieben, die eine ortsfremde, völlig von ihrer Heimat getrennte Schollen gewaltigen Umfangs versendete. Juvavische Deckenbildung und die posthume Querfaltung haben nichts miteinander zu tun.

Überblicken wir nochmals die soeben abgeleiteten Beziehungen der Massenbewegungen, so erhalten wir folgende Tabelle relativer Zeitigkeit:

1. Alte Faltung im Waidringer Sinne; Faltung der Decke.
2. Juvavische Deckenüberschiebung.
3. Bayrische Faltung von Basis und gleichgerichtete Verbiegungen der Deckenfläche.
4. Saalachsenbrüche.
5. Ostwestliche Querfaltung.

Es ist leider innerhalb des besprochenen Gebietes wegen des gänzlichen Mangels jungkretazischer und tertiärer Ablagerungen nicht möglich, die relative Zeitbestimmung in eine absolute umzusetzen. Einer vergleichenden Untersuchung der gesamten Salzburger Alpen muß dies überlassen bleiben. Bei der endgültigen Festlegung des Alters der großen tektonischen Bewegungen in diesem Teile der Nordalpen wird jedoch, wo immer es nun abzuleiten sein möchte, es nicht versäumt werden dürfen, mit der hier gegebenen Folge der Ereignisse sich in Einklang zu setzen.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
A. Vorbemerkungen	1 [1]
B. Schichtenfolge	3 [3]
I. Trias	3 [3]
1. Untere Trias (skytische Stufe)	3 [3]
2. Dolomite der mittleren und oberen Trias nebst heteropischen Einlagerungen (anisische bis unternorische Stufe)	5 [5]
a) Tirolischer Ramsaudolomit	5 [5]
b) Tirolischer Raibler Dolomit mit Einlagen von Carditaschichten und Reingrabner Schiefern	5 [5]
c) Tirolischer Dachsteindolomit	7 [7]
d) Juvavischer Reichenhaller Dolomit	7 [7]
e) Juvavischer Ramsaudolomit	8 [8]
f) Hallstätter Linsen im juvavischen Ramsaudolomit	9 [9]
g) Lichtbunter Hallstätter Dolomit	9 [9]
3. Kalke der oberen Trias (norische und rhätische Stufe)	10 [10]
a) Tirolischer Dachsteinkalk (Loferer Steinbergtypus)	10 [10]
b) Juvavischer Dachsteinkalk (Reiteralkalk)	11 [11]
c) Loferer Schichten und Dachsteinkalk des Lerchkogeltypus	12 [12]
II. Jura	14 [14]
1. Heteropischer Mischverband des unteren und mittleren Lias	14 [14]
2. Schwarze Mergelkalke des oberen Lias	16 [16]
3. Radiolarite des mittleren Juras	17 [17]
4. Oberalmer und Aptychenschichten des höheren Juras	17 [17]
III. Kreide	18 [18]
Neokom	18 [18]
IV. Tertiär	19 [19]
Jungtertiär	19 [19]
V. Quartär	24 [24]
1. Diluvium	24 [24]
2. Alluvium	32 [32]

	Seite	
C. Heteropie	34	[34]
D. Gebirgsbau	40	[40]
I. Basales, tirolisches Gebirge	42	[42]
1. Westlicher Muldenrand	42	[42]
a) Brunntal-Anderlalscholle	42	[42]
b) Der Loferer Steinberg	43	[43]
c) Sattelzone der Schüttachgräben	44	[44]
d) Der Leoganger Steinberg	46	[46]
e) Turneck—Strubberg—Hundsfußscholle	47	[47]
2. Südliche Muldenumrahmung	48	[48]
3. Östliche Muldenbegrenzung (Hochkaltermasse)	50	[50]
4. Muldenkern	54	[54]
II. Die Deckschollen der (juvavischen) Berchtesgadner Schubmasse	57	[57]
1. Vorzone	57	[57]
Deckenreste der Saalachsenkschollen östlich Lofer	57	[57]
Kirchentaler Raubenberg	59	[59]
Gerhardstein	59	[59]
Hochkranz	61	[61]
2. Hauptzone	61	[61]
Perhornmasse	62	[62]
Hundshornmasse	63	[63]
Almwald—Hundsalm Schuppen	65	[65]
Kamm der Laimbichlhörner	66	[66]
E. Rückblick auf die Ergebnisse	69	[69]

Verzeichnis der Textfiguren.

	Seite	
Figur 1. Skizze der Vergletscherung zur Würmzeit. (Maßstab: 1:150.000)	28	[28]
Figur 2. Skizze der Faziesverteilung in der norischen Stufe. Maßstab: 1:150.000	37	[37]
Figur 3. Tektonische Übersichtskarte. Maßstab: 1:150.000	41	[41]
Figur 4. Profil durch die Steinberge parallel zur Saalach. Maßstab: 1:50.000	45	[45]
Figur 5. Zwei Profile am Kirchentaler Wechsel. Maßstab: 1:25.000	45	[45]
Figur 6. Kontakt von Werfener Schichten zu Ramsaudolomit am süd- lichen Scharleiten Quellbach. Maßstab: 1:50	63	[63]

Geologische Karte des oberen Saalach-Gebietes zwischen Lofer und Diesbachtal

von
F. Felix Hahn.

Maßstab 1:50.000.

Tafel 1

Schichtenfolge
1:25.000.

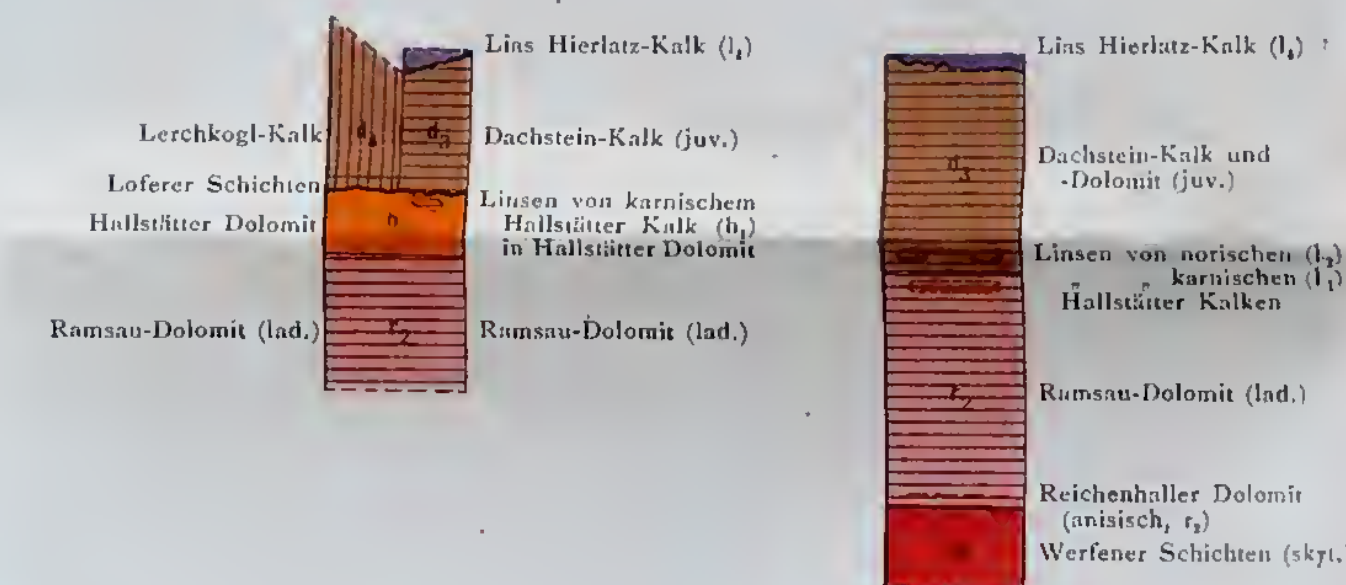
Tirolische (Basal-) Serie.



Juvavische (Decken-) Serie.

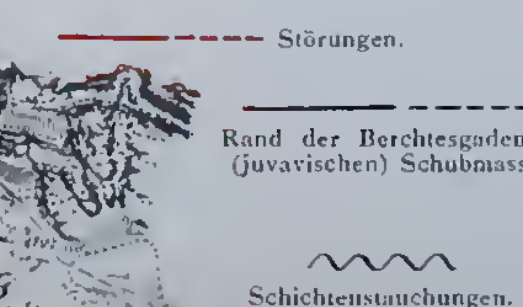
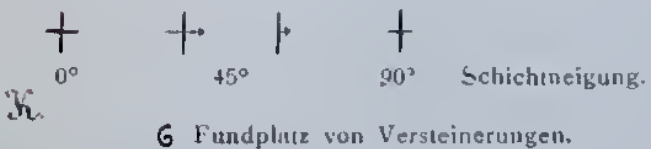
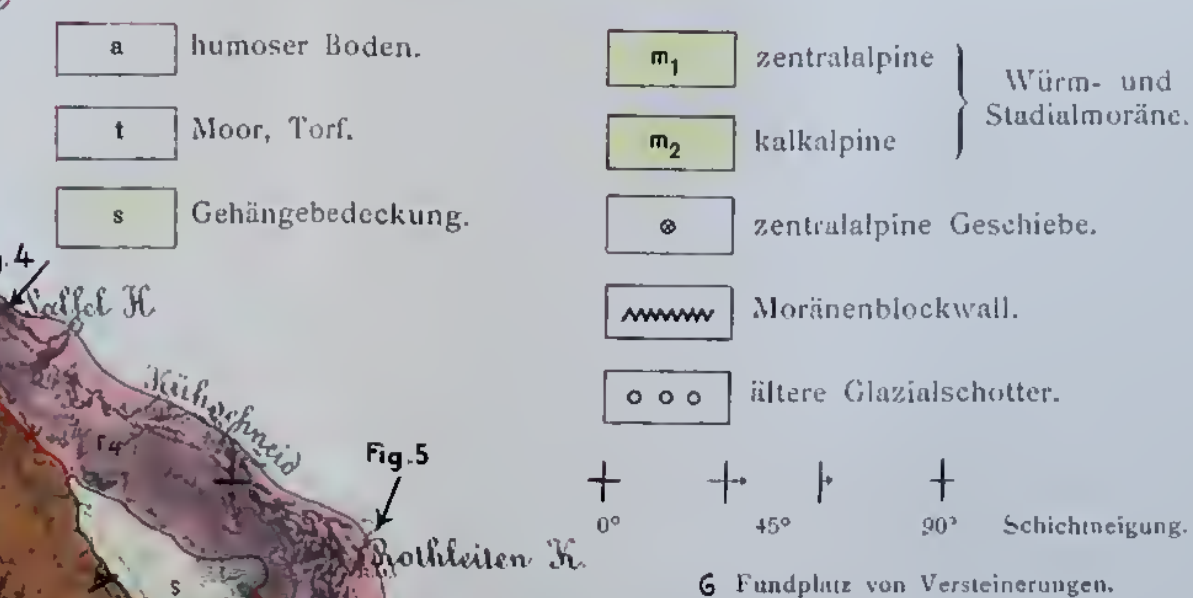
Gerhardstein-Wieserer Köpfl

Hundshorn



Alluvium.

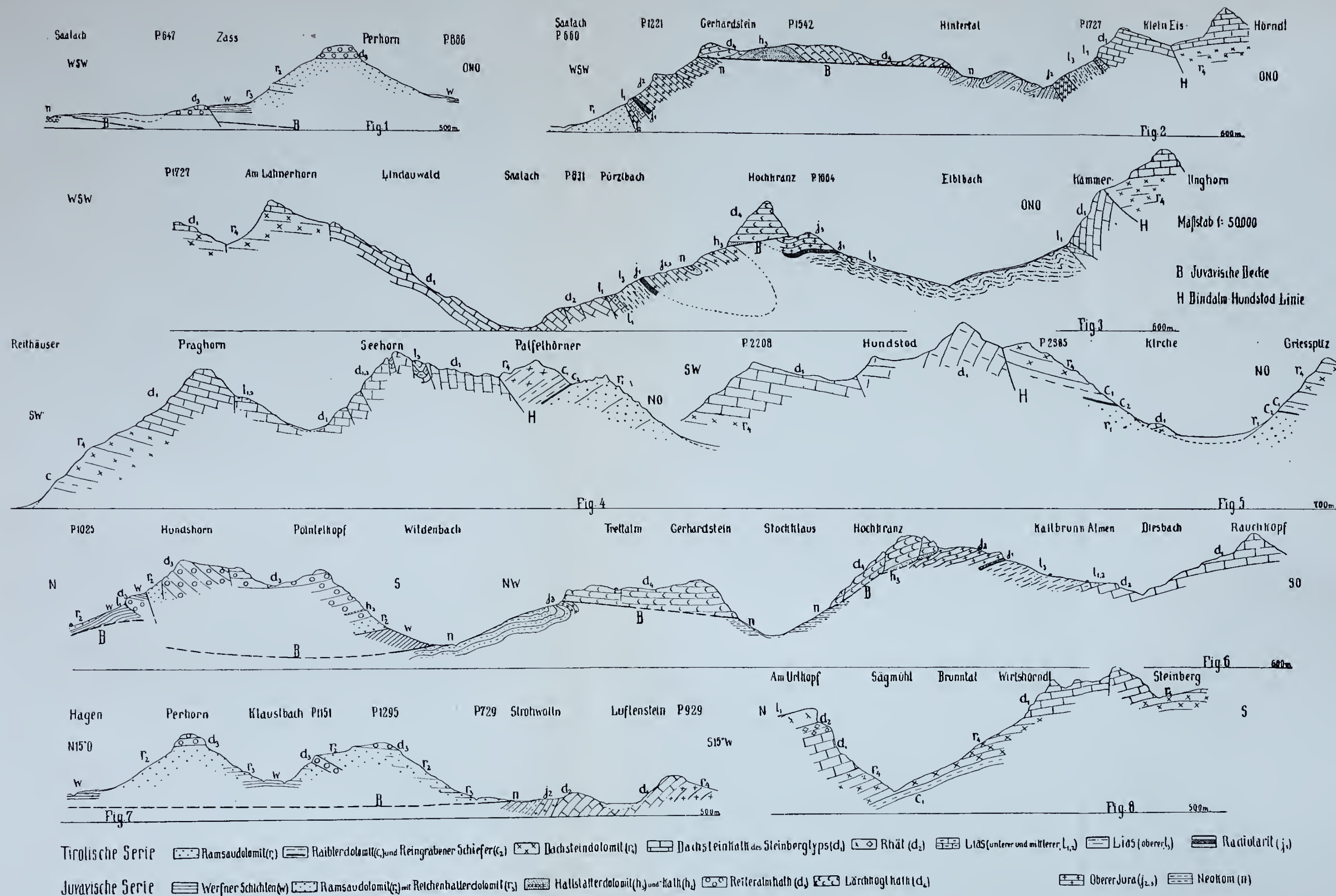
Diluvium.



Maßstab 1:50.000

Jahrbuch der k. k. Geologischen Reichsanstalt, Bd. LXIII., 1913.
Verlag der k. k. Geologischen Reichsanstalt, Wien, III., Rasumofskygasse 23.

Ausgeführt im k. u. k. Militärgeographischen Institut in Wien.



F. Felix Hahn: Geologie des oberen Saalachgebietes.

Tafel III.

