

# Tektonik und Hydrologie der Südostecke des Raxgebirges.\*)

Von Dr. L. Waagen.

(Mit 12 Textfiguren.)

## 1. Einleitung.

Mit dem geologischen Bau des Raxgebirges haben sich bereits zahlreiche Forscher beschäftigt. Dennoch geht unsere Kenntnis von der Schichtfolge in jenem Gebirge fast ausschließlich auf die bezügliche Veröffentlichung von Geyer<sup>1)</sup> aus dem Jahre 1889 zurück. Die neueren geologischen Arbeiten über das in Rede stehende Gebiet haben sich dagegen vorwiegend mit der Tektonik beschäftigt, und ich nenne von diesen als die wichtigsten jene von Kober<sup>2)</sup> 1912, von Ampferer<sup>3)</sup> 1918 und von Staub<sup>4)</sup> 1924. Die wichtigsten Arbeiten über die Morphologie der Rax stammen von Götzing<sup>5)</sup> aus den Jahren 1913 bis 1917 sowie von Baedeker<sup>6)</sup> 1922. Manches darüber findet sich auch in der Länderkunde von Krebs<sup>7)</sup> 1913. Mit der Hydrologie des Gebietes beschäftigten sich eine ganze Anzahl Arbeiten, welche später noch genannt werden müssen.<sup>8)</sup>

## 2. Der Gebirgsbau.

Durch die tektonischen Arbeiten der letzten Jahre wurde übereinstimmend festgestellt, daß die großen Kalkstöcke der Rax, des Schneeberges usw., welche im Landschaftsbilde so eindrucksvoll hervorragen, der juvavischen Schübmasse angehören. Schon Haug hat diese juvavische Masse in zwei Decken gegliedert, und damit übereinstimmend haben auch Kober<sup>2)</sup> und Staub<sup>4)</sup> eine tiefere „Hallstätter Decke“ und eine höhere „Dachsteindecke“ unterschieden.

Ich bin nun nicht in der Lage, das Zutreffen dieser Einteilung über weite Gebiete hin zu beurteilen, allein für den Gebirgsstock der Rax möchte ich sie jedenfalls übernehmen, da sie mir nach meinen Beobachtungen hier zutreffen scheint. Es muß aber hinzugefügt werden, daß Ampferer<sup>3)</sup> in dem in Rede stehenden Gebiete bloß das Vorhandensein einer einzigen Decke, welche er als „Hochalpinè Decke“ bezeichnet, annimmt und deren Zweiteilung ablehnt. Allerdings scheint mir im Falle der Rax selbst kein so großer Gegensatz zwischen den beiden Auffassungen zu bestehen, denn Ampferer<sup>3)</sup> sagt von jenem Schichtenstreifen an der Südseite der Rax, welchen Kober der Hallstätter

\*) Der wesentliche Inhalt dieses Aufsatzes wurde schon in einem Vortrage am 15. Dezember 1925 in der Geologischen Bundesanstalt gebracht.

Decke zuweist: „Der Schichtstreif läßt sich als ein randlich abgesunkener Teil der Kalktafel begreifen, welcher bei den nachgosauischen Bewegungen von der großen Tafel etwas überwältigt worden ist,“ und weiters: „Die Aufschlüsse an den Seiten des Schwarzadurchbruches . . . zeigen, daß dieser Schollenstreif sehr steil unter die Kalktafel einfällt.“ Wir werden auf diese Ausführungen nach Besprechung der Schichtfolge nochmals zurückkommen.

### 3. Die Schichtfolge.

Nach Kober besteht die Dachsteindecke im wesentlichen aus Werfener Schichten, die meist eine Gliederung in Schiefer, Kalk und Rauchwacke zulassen, darüber aus Ramsau- oder Wettersteindolomit und Dachsteinkalk, über welchen stellenweise auch noch jüngere Schichtglieder folgen. Eine ganz ähnliche Zusammensetzung besitzt aber auch die Hallstätter Decke, doch bestehen immerhin einige bezeichnende Unterschiede. So beginnen die Werfener Schichten zumeist mit einem Konglomerat (Verrucano), und unter diesen werden häufig wieder ältere, paläozoische Schichtglieder angetroffen, welche an vielen Stellen durch die Einlagerung grüner, roter und violetter Gesteinsschollen ausgezeichnet erscheinen, die aus verschiedenen Eruptivgesteinen, Porphyren (Porphyroide), Serpentin und Diabas hervorgegangen sind. Ein weiterer Unterschied gegenüber der Dachsteindecke besteht darin, daß sich in der Hallstätter Decke eine reichere Triasserie vorfindet und sich über der Trias zumeist noch jüngere Schichten einstellen, wobei Ablagerungen der Gosaukreide gewöhnlich den Abschluß bilden.

Dabei ist zu bemerken, daß auch Ampferer<sup>9)</sup> das Vorhandensein einer reicheren Triasserie sowie die Bedeckung mit Gosauschichten für den Schichtstreif „vom Sängerkögel bei Hirschwang bis zum Gösing bei Sieding“ ausdrücklich betont, und gerade dieser Schichtstreif ist mit der Hallstätter Decke Kobers ident.

### 4. Ausmaß des Deckenschubes.

Es ist nun die Frage, auf welche Entfernung tatsächlich die Dachsteindecke über die Hallstätter Decke darüberschoben erscheint. In dieser Hinsicht dürfte das bereits von Geyer festgestellte Gosauvorkommen am Ausgange des Großen Höllentales von ausschlaggebender Bedeutung sein. Geyer<sup>10)</sup> glaubte, daß hier die Gosauschichten eine Störung, „welche zur Kreidezeit wahrscheinlich noch durch Depression markiert war“, verdeckte, während Ampferer „zu der Vorstellung von uralten Talgefäßen“ kommt, „in denen bereits die Gosäumeere gelegen haben“ und damit die alte Idee von den Fjorden der Gosauzeit wieder in die Literatur einführt. Stellen wir uns dagegen auf den Standpunkt, daß hier zwei Decken übereinander liegen und daß die Gosauablagerungen auf dem Rücken der tieferen, der Hallstätter Decke liegen, so wäre dieses Gosauvorkommen als Fenster zu betrachten. Es hat ja den Anschein, als ob dort am Ausgange des Großen Höllentales die Gosau unter der Trias der Dachsteindecke auftauchte, und tatsächlich erwähnt auch Geyer, daß er in naher Verbindung mit diesem Gosauvorkommen auch kleine Stücke von Werfener Schichten gefunden hätte, doch suchte dieser das

Anstehende derselben, seinen theoretischen Vorstellungen entsprechend, noch unter der Gosau, während diese Werfener Schichten hier die Basis der Dachsteindecke bilden würden und daher über der Gosau gesucht werden müßten. Ich möchte hier jedoch bemerken, daß auch Ampferer in dem Profil durch das Große Höllental, das er in seiner Fig. 67 gibt, die Sachlage so darstellt, als ob Triaskalke den Gosau mergeln auflagern würden. Ist aber das in Rede stehende Gosauvorkommen tatsächlich als Fenster zu betrachten, so wäre damit eine Schubweite von 4·5 km erwiesen. Wieso es aber kommt, daß zwischen dem Untertauchen der Hallstätter Decke oberhalb Hirschwang und dem Ausgang des Großen Höllentales der Rücken dieser Decke unsichtbar bleibt und erst an dieser Stelle wieder auftaucht, davon soll noch später die Rede sein.

### 5. Die Bruchtektonik.

Mit dem Gesagten möge die Stellung der Rax im Deckenbau der nördlichen Kalkalpen hinreichend gezeichnet sein. Es ist aber auch schon lange bekannt, daß die Detailtektonik dieser Gebirgsstöcke: Rax und Schneeberg sehr stark durch Bruch- und Störungslinien bedingt wird. Suess<sup>11)</sup> hat schon 1864 die „Rohrbacher Störungslinie“ erkannt und entsprechend herausgehoben, er verfolgte sie jedoch nach W bloß über den Krummbachsattel bis in den Schloßalpengraben. Die Anknüpfung an Bruchlinien weiter im W bis in die Frein, welche Suess auf S. 47 seiner Arbeit versucht, ist ja nicht aufrechtzuerhalten und wurde auch bereits von Geyer in verschiedene andere Bruchlinien aufgelöst, Geyer<sup>12)</sup> selbst hat die Rohrbacher Störungslinie vom Krummbachsattel über den Prettschachersattel in den Oberen Stadelwandgraben gezogen und es erscheint mir zweifellos, daß auch der Untere Stadelwandgraben dieser Bruchlinie zugehört, so daß sie damit den Schwarzadurchbruch erreicht. Geyer hält hier offenbar dafür, daß der Bruch in dem Durchbruchstale selbst weiterführe, denn er spricht von einer „Verdrückung der Störung“ zwischen dem Stadelwandgraben und der Mündung des Großen Höllentales: ich habe nicht die Überzeugung gewinnen können, daß dem so ist, doch bin ich auch nicht in der Lage, begründete Gegenbeweise anzuführen. Nach Geyer setzt sich dann diese Störungslinie durch das Große Höllental — wobei er das besprochene Gosauvorkommen als Beweis anführt — über das Gaisloch und die Eishütten bis in die Gegend der Siebenbrunnwiese hin fort. Diese Angaben stimmen mit meiner Auffassung sehr gut überein, nur möchte ich diese Störung direkt als Bruch bezeichnen und als deren westliches Ende den „Schneeegraben“ zwischen der Heukuppe und dem Großen Wetterkogel ansehen.

Aber auch für den Südabsturz des Rax- und Schneebergmassivs nahm Suess<sup>13)</sup> eine Bruchlinie in Anspruch. Er zog sie am Südgehänge der Raxalpe von Steiermark nach Njederösterreich hinüber, quer über das Reichenauer Tal, von Hirschwang nach Priggwitz und St. Johann und bis St. Lorenzen bei Neunkirchen. Diesen Bruch bezeichnete er als „Linie von Hirschwang“. Geyer<sup>14)</sup> glaubt der Auffassung von Suess zustimmen zu können, indem er den Bruch bei Hirschwang an den

Fuß des Feuchter und durch die Gsohlwiese nördlich des Sängerkogels hindurchzieht.

Im Anschlusse daran sei auch noch daran erinnert, daß Krebs<sup>15)</sup> die Linie von Hirschwang zwar nicht erwähnt, statt dessen aber die Felswände der Rax vom Gsohlhorn bis zur Preiner Wand als jungen Bruch ansieht.

Meine Untersuchungen an der Südostecke des Raxstockes konnten nun feststellen, daß die „Linie von Hirschwang“ nicht existiert und daß auch der Abbruch, wenigstens in der Form, wie er von Krebs angenommen wird, nicht den Tatsachen entspricht. Dagegen war es mir möglich, das Vorkommen von anderen bisher noch nicht bekannten Bruchlinien in diesem Gebiete zu erkennen, welche für den feineren Bau desselben von großer Bedeutung sind, und manche frühere Beobachtung in einem neuen klärenden Lichte erscheinen lassen.

Diese Bruchlinien sind: der Bruch des Großen Wolfstales, der Finstertalbruch und der Gsohlhornbruch. Einzelheiten über deren Verlauf und Bau sollen später zur Darstellung kommen. Hier sollen zunächst aber einige grundsätzliche Erörterungen über die Mechanik der Brüche zusammengestellt werden als Ergebnisse von Beobachtungen und Untersuchungen, welche von mir seit Jahren, besonders in Bergbauen und Bergbaugebieten, angestellt wurden.

## 6. Mechanik der Brüche.

Schon eine ganze Reihe von Autoren hat sich in zahlreichen Veröffentlichungen mit den Problemen der Brüche und Verwerfungen beschäftigt. Ich führe nur aus der letzten Zeit die Arbeiten von Höfer-Heimhalt,<sup>16)</sup> Köhler<sup>17)</sup> und Stočes<sup>18)</sup> an, da man in diesen die ältere Literatur hierüber verzeichnet findet. Sie alle bringen Ausführliches über die Einteilung der Verwerfungen, zum Teil auch über deren Entstehung, wobei die Untersuchungen von Höfer am tiefsten schürfen. Bezüglich der Entstehung finden wir da zwei große Gruppen unterschieden: Zugspalten und Druckspalten, während in der Gruppe der Verwerfungen der mechanische Gesichtspunkt nicht mehr entsprechend herausgearbeitet wird. Nur aus dem kurzen Abschnitte „Einfluß der Verwerfer auf das Nebengestein“ kann entnommen werden, daß Höfer auch hier die Gesetze der Spaltenbildung wirksam annimmt, so daß auf die Verwerfungen die gleichen Gesetze Anwendung finden müssen.

Meine Studien haben mich nun aber gelehrt, daß in zahlreichen Fällen bei der Bildung von Verwerfungen die Wirkungen von Zug und Druck gleicherweise, u. zw. aufeinanderfolgend, beteiligt sind, und daß diesem Umstande sowohl für die Arbeiten im Bergbau wie auch für die Morphologie der Oberfläche eine große Bedeutung zukommt.

Es ist bekannt, daß Brüche oder Verwerfungen durch eine einheitliche Gesteinsmasse häufig glatt hindurchsetzen. Dasselbe kann auch bei Schichtgesteinen der Fall sein, doch sieht man dort öfters Schleppung der Schichten längs der Verwerfung, ein Beweis, daß hier Zugkräfte mitgewirkt haben. Besonders ist die Wirkung von Zugkräften dann

deutlich festzustellen, wenn eine Ausdünnung der einzelnen Schichten gegen die Verwerfung hin beobachtet werden kann. Diese Erscheinungen sind alle schon vielfach beschrieben worden. Der nächste Fall ist dagegen meines Wissens in der Literatur noch nicht festgehalten. Es kommt nicht selten vor, daß massige Gesteinsmassen, besonders die Triaskalke unserer Hochgebirge, von einer Verwerfung durchschnitten werden und daß sich längs dieser eine Struktur einstellt, welche mit den Schleppungen die größte Ähnlichkeit aufweist, obwohl die Kalkmasse sonst ungeschichtet ist. Noch auffälliger wird dies, wenn diese der Schleppung ähnelnde Erscheinung bloß auf einer Seite des Bruches auftritt, die andere dagegen

erkennen läßt, daß die ganze Gesteinsmasse in eine Riesenbreccie aufgelöst wurde. Ganz der gleiche Fall ist auch bei geschichteten Gesteinen — ich habe hier immer in erster Linie Kalke im Auge — zu beobachten: hier sieht man nicht selten auf der einen Seite des Bruches wieder Schleppung, die hier wohl als echte Schleppung gedeutet werden kann, und auf der anderen Seite Breccienstruktur. Aber auch noch andere Ungleichartigkeiten zu beiden Seiten eines Verwurfes konnten von mir beobachtet werden. Es kommt nicht selten vor, daß die eine Seite eine schön geglättete Rutschfläche aufweist, oder das feste Gestein (nicht nur der Rutschbelag, wie es Höfer annimmt) erscheint zu „Rutschlappen“ ausgewalkt, während die andere Seite eine verfestigte Trümmerbreccie darstellt. All diese Ungleichseitigkeiten entlang der Verwerfungen sind aber durch den Vorgang bei ihrer Entstehung, wie man sie bisher kannte, nicht zu erklären. Dagegen wird sie sofort klar, wenn wir die Mechanik der Entstehung in zwei aufeinanderfolgende Phasen auflösen.

Der glatte Bruch durch eine einheitliche, ungeschichtete Gesteinsmasse, sagen wir einen Kalk, kann nur relativ plötzlich in sprödem und daher nur wenig belastetem Gestein entstehen. Die Ursache ist wohl in der Auslösung von Spannungen zu sehen. Solche können in erster Linie dadurch erzeugt werden, daß z. B. eine mächtige Kalktafel über eine gemuldete Unterlage hinweggeschoben wird, wobei einerseits die Plastizität der Kalktafel nicht ausreicht, um sich dieser Muldung anzuschmiegen, andererseits aber auch ihre innere Festigkeit nicht hinreicht, um als Gewölbe darübergerbreitet zu liegen. Dann entsteht wohl ein relativ plötzlicher Bruch, an welchem eine Scholle absinkt. Die gleiche Erscheinung des glatten Bruches stellt sich aber auch an den Rändern der Kalktafeln ein, wenn das weichere unterlagernde Gestein, z. B. Werfener Schiefer, dem auflastenden Gewichte nicht hinreichenden Widerstand bieten kann oder durch Auswaschung und Verwitterung z. T. weggeführt wird.

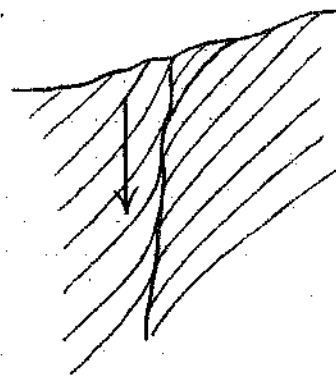


Fig. 1.

Gleichseitige Verwerfung.  
Schichtschleppung längs einer Verwerfung.

Die Schichten zeigen Ausdünnung in geringem Maße gegen die Verwerfung hin.

Ganz die gleichen Erscheinungen werden, wenn auch seltener, bei geschichteten Gesteinen, besonders Kalkstein, bei identen Bedingungen angetroffen.

Liegen solche geschichtete Kalke jedoch unter einer starken Decke anderer Gesteine, so daß sie noch eine gewisse, wenn auch nur latente Plastizität besitzen, so wird sich längs des Bruches Schleppung beobachten lassen, d. h. die Gesteinsschichten werden infolge der Abwärtsbewegung des einen Teiles zunächst einmal nach unten gebogen, wobei auch eine Ausdünnung stattfinden kann, und erst wenn die Elastizitätsgrenze überschritten ist, tritt der Bruch ein. Auch dieser Vorgang ist eine Folge der Zugbeanspruchung der Schichten und reiht sich zwanglos in die besprochenen Erscheinungen ein (s. Fig. 1).

Schließlich ist noch der besondere Fall zu erwähnen, daß auch massige Kalke längs einer Verwerfung mitunter Gefügeveränderungen erkennen lassen, welche an Schleppungen erinnern. Ich muß gestehen, daß ich mir darüber noch nicht im klaren bin, ob diese Erscheinungen tatsächlich als echte Schleppungen anzusehen sind, worauf mir das Vorkommen zu beiden Seiten der Verwerfung hinzudeuten scheint, oder ob es sich hier um Wirkungen des Druckes handelt, wie solche noch weiter zu besprechen sein werden.

Diese letzte Art der Verwerfung ist meines Wissens noch nicht beschrieben worden, doch reiht sie sich an die vorausgehenden insofern an, als sie aller Wahrscheinlichkeit nach ebenfalls Zugwirkungen ihre Entstehung verdankt, besonders aber deshalb, weil sich auch hier zu beiden Seiten der Verwerfung gleiche Erscheinungen ausgebildet haben.

Dieser Gruppe der „gleichseitigen Verwerfungen“ möchte ich aber jene der „ungleichseitigen Verwerfungen“ gegenüberstellen, welche bisher, wenn auch nicht der Beobachtung — denn dem praktischen Bergmanne ist ihr Vorkommen schon lange bekannt — so doch einer wissenschaftlichen Behandlung entgangen zu sein scheint.

Ihre besondere Eigentümlichkeit ist schon durch ihren Namen hervorgehoben und wurde auch bereits vorangehend angedeutet. Sie besteht darin, daß die beiden Seiten einer solchen Verwerfung vollkommen verschiedene Ausbildung besitzt. Als der hier zu erörternden Gruppe von Verwerfungen gemeinsam kann hervorgehoben werden, daß die eine Seite derselben stets als mehr-weniger glatte Bruchwand sich darstellt, welche in höherem oder geringerem Maße Glättung u. dgl. aufweist, während das Gestein der anderen Seite stets in eine Breccie aufgelöst erscheint. Durch das Hinzutreten verschiedener Umstände entwickeln sich sodann aus diesem Schema die verschiedenen Abarten. In allen Fällen hat man sich aber die Entstehung der ungleichseitigen Verwerfungen so vorzustellen, daß zunächst einmal ein gewöhnlicher gleichseitiger Bruch mit oder ohne Schleppung auftrat; darauf deutet die glatte Bruchwand, die sich regelmäßig vorfindet, mit Sicherheit hin. Dann muß aber auch noch eine zweite Bewegungsphase stattgefunden haben, welche sich unter Pressungserscheinungen vollzog. Dabei hat sich jene Scholle bewegt, welche zur Breccie zertrümmert wurde. Die andere Seite blieb dagegen ruhig in ihrer Lage und hatte bloß den Druck auszuhalten. Die Wirkung dieses Druckes läßt sich aber in verschiedener

Hinsicht gut feststellen: wir finden stets eine Verfestigung des Gesteinsmaterials. Weiters entstehen senkrecht auf die Druckrichtung Druckdiaklasen, allerdings zumeist in größeren Abständen (s. Fig. 2). Durch den Druck, in Verbindung mit der Bewegung der Gegenscholle, wird auch die Glättung der Oberfläche erzeugt und Rutschstreifen gebildet. Bei Verwerfungen, welche sich im großen studieren lassen, also im Hochgebirge, kann man des weiteren erkennen, daß das Gestein unter dem großen Pressungsdruck auch verschieden stark in Anspruch genommen wurde, je nach seiner Widerstandsfähigkeit, denn auch anscheinend gleichförmige Ablagerungen verhalten sich stellenweise oder zonenweise gegen Druck ziemlich stark verschieden. Dadurch kann die Oberfläche des Gesteines an der ursprünglichen Bruchwand direkt zu Rutschlappen größten Formates umgeformt

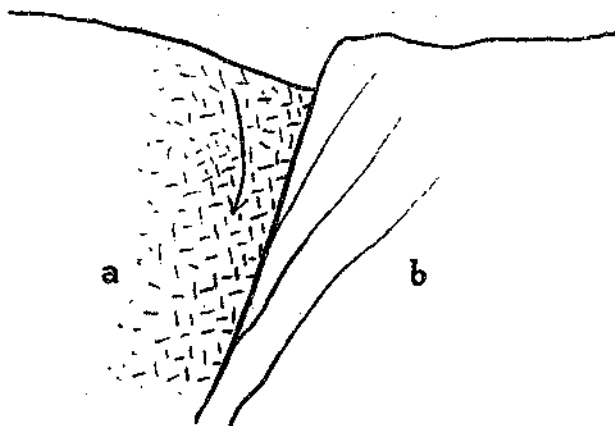


Fig. 2.

Ungleichseitige Verwerfung.

a Riesenbreccie. b Druckdiaklasen.

(Die Diaklasen bilden einen Winkel mit der Verwerfung weil die Bewegung nicht mit dieser parallel, sondern bogenförmig stattgefunden hat (-siehe Pfeil); Schrägstellung der Scholle a)

werden und selbst eine Kannelierung (Riefelung und Auskehlung) größten Maßstabes kann stattfinden.

Die Gegenseite der Verwerfung hat sich infolge der Reibung bei der Bewegung in eine Breccie aufgelöst. Aber auch dabei können noch verschiedene Bedingungen ändernden Einfluß nehmen.

Ich kenne Fälle, in welchen das in Breccie umgewandelte Gesteinsmaterial allmählich in das normale Gestein übergeht, andere Fälle, bei welchen die Breccie selbst wieder Schleppungserscheinungen erkennen läßt, und endlich Fälle, bei welchen nach Erzeugung der Breccie nochmals ein derartiger Druck zur Wirkung kam, daß auch noch in dieser, senkrecht zur Druckrichtung, Diaklasen entstanden.

Dieser immerhin noch einfache Bau der ungleichseitigen Verwerfungen kann jedoch unter dem Einfluß verschiedener Umstände weitaus mannigfaltiger werden. Solche Umstände seien hier bloß andeutungsweise genannt, wie die Lage der ursprünglichen Bruchfläche (saiger oder

geneigt), Schichtung des ursprünglichen Gesteins, Druckrichtung senkrecht auf die ursprüngliche Bruchfläche oder in einem Winkel zu derselben, Bewegung der absinkenden Scholle parallel zur ursprünglichen Bruchfläche oder in einem Winkel dazu oder drehend. Es würde zu weit führen, all diese möglichen Komplikationen und deren Auswirkungen hier zu untersuchen, es mögen die obigen Andeutungen genügen, zumal sie für unsere Zwecke, die Analyse der Raxbrüche, ausreichen. Es wird sich aber zeigen, daß erst die hier ausgeführten grundsätzlichen Erörterungen über die Mechanik der Verwerfungen die Möglichkeit bieten, eine morphologische Analyse von Brüchen im Hochgebirge durchzuführen.

## 7. Das Große Höllental.

Das große Höllental ist schon von zahlreichen Autoren bearbeitet worden. Geyer erkannte als erster, daß es durch eine Störungslinie bedingt sei, deren Fortsetzung in den Lechnermauern und der Hohen Lehne zu erkennen sei. Götzing, Elsa Rotter, Baedeker und neuestens auch Lichtenecker untersuchten, welchen Anteil die Glazialerosion an der Ausgestaltung dieses Taltroges besitze und beschäftigten sich überhaupt näher mit der Morphologie des Tales. Dennoch erscheint es mir notwendig, hier noch verschiedene Punkte zu erörtern, welche ein tieferes Eindringen in die Beurteilung der hier vorliegenden Formenelemente gestatten.

Nach allem unterliegt es keinem Zweifel, daß das Große Höllental in seiner ersten Anlage durch eine Störungslinie, einen Bruch oder eine Verwerfung, gleichgültig wie man diese Dislokation bezeichnen will, bedingt erscheint. E. Rotter<sup>19)</sup> nimmt an, daß der Westteil der Rax längs dieser Linie gehoben wurde, während ich den Beweis zu erbringen versuchen werde, daß im Gegenteil die südöstliche Scholle abgesenkt wurde.

Unbestritten ist es auch, daß an der Ausgestaltung des Großen Höllentales glaziale Erosion zumindest Anteil hatte, wenn auch das Maß derselben von verschiedenen Autoren verschieden hoch eingeschätzt wird. Ein Umstand scheint mir jedoch bei allen bisherigen Untersuchungen noch ungeklärt geblieben zu sein, auf den hier zunächst aufmerksam gemacht werden soll. Am Gaislochboden haben wir ein prächtiges glaziales U-Tal vor uns, und wir können uns ganz gut vorstellen, daß in der Diluvialzeit vom Raxplateau ein Gletscher abfloß, welcher diesen Trog schuf und vollständig erfüllte. Dieses Tal bricht jedoch in den Wänden des Gaisloches plötzlich ab und setzt sich in dem Großen Höllental fort, das für den Gletscher des Gaislochbodens unbedingt als überdimensioniert bezeichnet werden muß. Man könnte diese Talbreite nur dann verstehen, wenn sich hier noch ein starker Seitengletscher mit dem Gaislochgletscher vereinigt hätte. Dies war aber nicht der Fall, denn wenn auch in der Säulstatt aller Wahrscheinlichkeit nach ein kleiner Gletscher vorhanden war, welcher sich in der Gegend der Teufelsbadstube mit dem anderen vereinigte, so wurde dadurch die Gletschermasse im Großen Höllental doch keinesfalls in einem solchen



Maße vergrößert, daß sie den Dimensionen dieses Tales angepaßt gewesen wäre.

Dieser Meinung ist auch Lichtenecker, welcher daher das Große Höllental als Karstsacktal anspricht und in nur untergeordneter Weise vom Gletscher beeinflußt hält. Im wesentlichen kann ich ihm hierin zustimmen, wenn auch im Detail unsere Ansichten ziemlich weit auseinandergehen. Über die Entstehung derartiger Karstsacktäler brauche ich mich wohl nicht zu verbreiten, sondern kann deren Entwicklung als bekannt voraussetzen. Ungelöst bleibt jedoch auch hiebei die Frage, weshalb das Große Höllental bezüglich seiner Dimensionen im Gebiete des Rax- und Schneebergstockes einzig dasteht, weshalb sich dieses riesige Sacktal gerade hier entwickeln konnte und weshalb es durch die Cepel- und Gaislochwand in fast gerader Linie seinen Abschluß findet.

Lichtenecker entwickelt die Entstehung eines Karstsacktales nach theoretischen Gesichtspunkten, kommt aber für das Höllental (insbesondere die Felsstufe am Gaisloch) zu dem Schlusse, daß hier „ursprünglich viel größere Wassermassen“ am Werke gewesen sein müssen, und bringt diese Feststellung ideell mit der „mächtigen Höllentalquelle“ in Verbindung. Nun ist ohne weiteres zuzugehen, daß der Austritt einer Vaclusequelle von dieser Größenordnung sehr gut die Bildung des Großen Höllentales bewirkt haben könnte. Bei Zutreffen dieser Voraussetzung müßten aber in der Gegend der Gaislochwand noch deutliche Spuren des Vorhandenseins eines ehemaligen starken Höhlengerinnes zu beobachten sein und der Gaislochboden müßte Windlöcher und zahlreiche große Dolinen aufweisen. Von all dem ist aber nichts vorhanden, und es dürfte überhaupt schwer sein, den Nachweis zu erbringen oder es auch nur wahrscheinlich zu machen, daß das Wasser der Höllentalquelle aus der Gegend des Gaislochbodens sich sammelt und dort bereits als unterirdisches Gerinne besteht.

Wir finden aber auch noch einen zweiten Grund für die Dimensionen des Großen Höllentales bei Lichtenecker angegeben: „Die Breite des Tales hängt mit der Breite des Grabenbruches und damit mit einem entsprechend ausgedehnten Kluftsystem zusammen.“ Nun ist es zwar richtig, daß das Tal einer starken Verwerfung folgt, allein ein „Gabenbruch“ im tektonischen Sinne, d. h. daß hier zwischen zwei ziemlich unverändert stehengebliebenen Sockeln eine lange schmale Scholle zur Tiefe gesunken wäre, besteht hier bestimmt nicht. Es ist somit auch diese Erklärung nicht zutreffend. Bloß das „ausgedehnte Kluftsystem“ dürfte insofern richtig sein, als hier, wie überhaupt häufig, ein ganzes Bündel paralleler oder annähernd paralleler Verwerfungen anzunehmen ist. Der wichtigste Grund dürfte jedoch darin zu suchen sein, daß die ganze Masse, welche den Raum des gegenwärtigen „Großen Höllentales“ ausfüllte, jene Reibungsbrecchie bildete, deren Entstehung vorangehend unrissen wurde und die auch aller Wahrscheinlichkeit nach von Diaklasen durchsetzt wurde. Wir haben somit in dem Raume des heutigen Großen Höllentales eine zerrüttete Masse anzunehmen, welche ihrer Zerstörung durch Wasser und durch das Eis des diluvialen Gletschers unvergleichlich geringeren Widerstand entgegengesetzte als die Masse des übrigen Gebirges. Daß dabei Quellen von der Größenordnung, wie sie

heute im Gaisloch oder am Alpenvereinsweg entspringen, nicht hinreichen konnten, ist wohl klar, doch mag der Diluvialgletscher sowie dessen Schmelzwasser immerhin genug Kraft aufgebracht haben, um die Arbeit auszuführen, abgesehen davon, daß hier aller Wahrscheinlichkeit nach auch schon ein präglaziales Tal bestand.

Ich komme in diesem Zusammenhange nochmals auf den anderen Gletscher zurück, der wahrscheinlich in der Gegend der Säulstatt sich ausbreitete und der doch auch eine gewisse Größe besessen haben dürfte, denn die Teufelsbadstube möchte ich für einen Gletschertopf des hier herabkommenden Zungengletschers halten, beziehungsweise für einen Riesentopf des Schmelzwassers. Daß dieser aber gerade an dieser Stelle ausgestrudelet wurde, hat wieder darin seinen Grund, daß auch der Riß der Teufelsbadstube einer gegen SO einschneidenden Bruchlinie entspricht.

Zweifellos werden auch Kluftquellen an der Ausräumung des Großen Höllentales mitgewirkt haben, doch erscheint es mir unbedingt als Grundbedingung, daß hier eben eine tektonische Zerrüttungszone vorlag.

Aber auch damit ist es noch nicht erklärt, weshalb dieses Sacktal durch die Čepelwand, Söldnerwand und Gaislochwand ein scharfes Ende findet und sich dann bloß in dem viel bescheideneren Profil des Gaislochbodens in das Gebirge weiter einschneidet. Der Grund ist darin zu sehen, und dies ist ebenfalls eine neue Erkenntnis, daß diese Wände durch west-östlich verlaufende Staffelbrüche gebildet werden. Derartige Brüche lassen sich im Hochgebirge aus der Entfernung oft viel deutlicher erkennen als aus unmittelbarer Nähe. Einen sehr guten Überblick erhält man von dem Punkte, wo der Preintaler Steig mit dem Wege durch die Teufelsbadstube auf der Höhe zusammentrifft. Aber auch auf dem Alpenvereinssteige fallen die treppenförmig übereinanderfolgenden Felswände auf, und selbst aus der ausgezeichneten Karte der Raxalpe von Freytag-Rohn ist diese geologische Treppe sehr gut herauszulesen. Daß dabei die Gaislochwand selbst durch Erosion etwas zurückgeschnitten wurde, darf nicht wundernehmen und bedarf auch keiner weiteren Erklärung.

Aber auch mit dem Gesagten erscheint mir die Morphologie des Großen Höllentales noch nicht geklärt. Die beiden Wandzüge, welche das Große Höllental einschließen, sind so ungleich, daß dies jedem Besucher auffallen muß. So ist der Zug der Klobenwand nahezu doppelt so hoch wie jener der Loswände. Auch Baedcker hebt schon hervor, daß die Klobenwände mit ihrem stellenweise fast einheitlichen Absturze von 700 m und mit einer durchschnittlichen Neigung von  $64^\circ$  als der höchste einheitliche Wandzug des ganzen Gebietes zu bezeichnen ist. Aber die Unterschiede gehen bis ins einzelne, was jeder Kletterer bestätigen wird: die Klobenwände sind durch ihre plattige Beschaffenheit und die zahlreichen Überhänge charakterisiert und die Kamme sind zumeist sehr eng und eher als Risse zu bezeichnen, welche hier weitaus überwiegen. Die Loswände dagegen sind viel stärker modelliert: zahlreiche hohe Felstürme ragen hier auf, die Steilheit der Wände ist viel geringer und geräumige Kamme sind in der Überzahl. Kurz der massigen Klobenwand steht die viel feiner gegliederte und niedrigere Loswand gegenüber.

Diese Gegensätze versinnbildlichen uns augenfällig den Unterschied zwischen der Pressungsscholle und der Bewegungsscholle längs einer ungleichseitigen Verwerfung. Die Klobenwand und ihre Fortsetzung, die Lechnermauern, die Hohe Lehne und der Predigtstuhl lassen uns den Rand der Pressungsscholle deutlich erkennen. An ihrem Fuße ungefähr verläuft die große Verwerfung und die Wände sind, durch die Pressung verfestigt, nur wenig zurückgewittert. Am deutlichsten unter diesen Wänden läßt die Klobenwand die Pressungswirkungen auch heute noch einigermaßen erkennen. Wenn man diese Wand vom Wachthüttelkamm aus betrachtet, so kann man immer noch andeutungsweise die durch die Pressung und die Rutschung gebildeten Riesenrutschlappen herausfinden und auch Spuren der Auskehlung (Kannelierung) sind noch zu erkennen. Die Plattigkeit dieser Wand ist dagegen auf die Druckdiaklasen zurückzuführen. Einzelne Platten aber lösen sich nun unter dem Einfluß der Verwitterung auf, und dies erklärt den starken Steinschlag in diesen Wänden.

Die Loswand dagegen als die bewegte Scholle wurde in sich zertrümmert, wodurch die Auflösung in Kulissen und Felstürme sowie das Einschneiden tiefer Kamine ermöglicht wurde und auch die starke Zurückwitterung einsetzen konnte.

Nur am südlichen Ende der Klobenwand besteht eine gewisse Ähnlichkeit mit der Loswand, insofern hier in der Gegend des Kohlröserl- (oder Fajkmayer)steiges und des Ebensteinerweges ebenfalls tiefe Kamine und Felstürme angetroffen werden. Diese Tatsache hängt jedoch damit zusammen, daß hier die Stufenbrüche der Gaislochwand und Söldnerwand in die Klobenwand einschneiden.

Bezeichnend für die Loswand ist es auch, daß man in derselben weder von Schichtung noch auch von Diaklasen irgend etwas wahrnehmen kann, obgleich auf der Höhe, z. B. in der Säulstatt, dort, wo der Schneegraben in den Riß der Teufelsbadstube übergeht, die Gesteinsschichtung deutlich zu erkennen ist. Dagegen macht das Gestein dieser Wand an manchen Stellen vollständig den Eindruck einer Riesebreccie.

Die weitere Fortsetzung des Großen Höllentales im Gaislochboden und „Im Geschirr“ bietet viel weniger Bemerkenswertes. Es kann nur hervorgehoben werden, daß man auch hier stellenweise das Vorhandensein von mehreren nahe benachbarten, parallelen Brüchen, also Verwerfungsbündel, beobachten kann, die sich durch Reihendolinen bemerkbar machen. Solche lassen sich in der Gegend der Wolfgang-Dirnbacher-Hütte und an anderen Stellen beobachten. Die Zerrüttungszone ist aber hier unvergleichlich schmaler als im Großen Höllentale, und dies ist darin begründet, daß die Bewegung der östlichen Scholle längs des Gaislochbodens und „Im Geschirr“ lange nicht so intensiv war, als längs des Großen Höllentales. Der Unterschied in der Bewegung wurde jedoch einzig durch die Querbrüche in der Söldner- und Gaislochwand ermöglicht. Die hohe Stufe am Gaisloch ist eben durch einen Bruch und nicht durch die Konfluenz zweier Gletscher bedingt, wie es Rotter meinte.

## 8. Der Bruch des Großen Wolfstales.

Baedecker hebt auf S. 72 seiner Arbeit, nachdem er den Bruch des Großen Höllentales beschrieben, ausdrücklich hervor: „Der größere übrige Teil der Raxalpe ist nicht von jüngeren Brüchen durchsetzt.“ Auch bei anderen Autoren finden wir keine weiteren Brüche angeführt, und selbst die neueste Arbeit von Lichtenecker, welche eine ziemlich weitgehende Schöllentektonik für die Rax annimmt, verzeichnet in der Südostecke keine Brüche.

Götzinger hat bereits 1913 (S. 44 und T. VII, Fig. 2) das Große Wolfstal als postpontischen Wildbachtrichter erklärt, und Baedecker folgte ihm 1922 (S. 18 und S. 69, Abb. II) in dieser Deutung nach, die er auch auf das Staudental und das Finstertal ausdehnte. Wenn man aber diese drei Täler auch nur etwa auf der Karte von Freytag-Rhon vergleicht, so erkennt man sofort, daß das Staudental sich ganz wesentlich von den beiden anderen Tälern unterscheidet. Das Staudental ist tatsächlich nichts anderes als ein Wildbachtrichter, dem man vielleicht noch den Wachthüttelgraben an die Seite stellen könnte, wogegen das Große Wolfstal und das Finstertal dem aufmerksamen Beobachter bald erkennen lassen, daß hier der Talbildung eine tiefere Ursache zugrunde liegen muß.

Auf der Seite des Schneeberges hat Geyer schon 1889 (S. 696) erkannt, daß „über die Knofeleben und den Lackaboden tatsächlich ein Bruch verläuft“. Über die weitere Fortsetzung dieses Bruches gegen W war er sich dagegen nicht klar; doch beschreibt er eine halbe Seite vorher sehr genau, daß sich in dem tief eingerissenen Graben des N-S verlaufenden Abschnittes des Krummbachgrabens südliches Verflächen beobachten lasse, „eine Fallrichtung, die sich vom Prettschacher quer über den Weg bis auf den Abhang des Krummbachsteins deutlich verfolgen läßt“, und die dann höher oben in der schmalen Klamm von Nordfallen abgelöst wird. Dieses auffallende südliche Verflächen ist aber meiner Überzeugung nach wieder nichts anderes als Schichtschleppung (oder Diaklasbildung?) längs der Verwerfung, die über die Knofeleben streicht.

Diese Verwerfung zieht somit von der Knofeleben durch den Knofelebengraben und den unteren Krummbachgraben über Kaiserbrunn und dann hinüber in das Große Wolfstal. Auch bei Kaiserbrunn hat Geyer infolge seiner genauen Beobachtungen den Beweis hiefür beigebracht, ohne allerdings seine Feststellungen in dieser Hinsicht auszuwerten. Auf S. 693 und 694 gibt er ausdrücklich an, daß bei dem Quellaustritt des Kaiserbrunnens der untere Dolomit des Muschelkalkes auftritt und zeichnet dies auch in seinem Profil 14 ein. Damit erscheint aber der Verlauf dieser Bruchlinie bis zum Schwarzatale erwiesen.

Hier setzt sie sich nun in das Große Wolfstal hinüber fort, und zwar ist sie die einzige Bruchlinie, welche eine derartige direkte Fortsetzung über das Tal hin besitzt, denn sowohl die Bruchlinie des Großen Höllentales wie auch die Bruchlinie, welche durch den Stadelwandgraben vom Schneeberg herabzieht, stößt am Schwarzatale ab.

Es wird nun unsere Aufgabe sein, zu zeigen, daß das Große Wolfstal tatsächlich einer Bruchlinie entspricht. Da mag nun zunächst als höchst auffällig hervorgehoben werden, daß dieses Tal, obwohl es sich vollständig als Wildbachgraben präsentiert, doch niemals Wasser führt, ja diese Wasserlosigkeit erscheint am einwandfreiesten dadurch erwiesen, daß die Pension „Schnepf“ unmittelbar dem Talausgange quer vorgebaut werden konnte. Dazu ist noch zu bemerken, daß es auch als sehr auffällig hervorgehoben werden muß, daß dieses Tal als einziges nicht bis zur Schwarzasohe eingeschnitten ist, sondern mit einer Stufe endet, obgleich es viel weiter in das Gebirge hineinragt als das Staudental oder der Wachthüttelgraben, und überdies auch noch die Wassermengen des ihm zukommenden Finstertales abführen sollte. Diese Stufenmündung des Großen Wolfstales wird eben nur dann begrifflich,



Fig. 3. Fuß der zirka 4 m hohen Wandstufe im Großen Wolfstal.

Der Verwerfungsbruch ist sehr deutlich sichtbar. Links davon ist das Gestein in eine Breccie aufgelöst, aber längs des Bruches wieder geglättet. Rechts von der Hauptverwerfung die massigen Kalke. Dazwischen eine eingekeilte Scholle.

(Nach Photographien von L. Waagen, gezeichnet von Fr. Huber.)



Fig. 4. Blick von der Wandstufe im Großen Wolfstale auf den Schneeberg.

Links sieht man die geschleppten Kalkbänke, während rechts die steilen Absonderungen in den Trümmerbreccien sichtbar sind.

wenn man sich vor Augen hält, daß es keine Wasserführung mehr besitzt. Vielleicht mag uns die Mündungsstufe des Tales den Maßstab für die postdiluviale Tieferlegung des Schwarzalaufes abgeben. Dem Großen und Kleinen Wolfstal (Finstertal) ist ein ziemlich ausgedehntes Niederschlagsgebiet tributär, und wenn diese beiden Täler dennoch kein Wasser führen, ja es sogar derzeit kaum zur Bildung kurzer, bald wieder verschwindender Wildbäche kommt, so erblicke ich darin einen deutlichen Beweis dafür, daß das reichliche Niederschlagswasser jener Gegend längs einer Bruchlinie in die Tiefe versinken muß.

Dieser Schluß erhält dadurch seine volle Bestätigung, daß das Vorhandensein dieser Brüche stellenweise deutlich beobachtet werden kann. Besonders günstig ist in dieser Beziehung der hohe Felsabsatz, der durch einen versicherten Klettersteig überwunden wird, welcher direkt neben dem Bruche emporführt. Dieser Bruch zeigt sich hier als sehr steil, etwa unter  $80^\circ$  gegen SSO geneigt (s. Fig. 3). Blickt man dann von diesem

Punkte aus talauswärts, so sieht man auf der linken Talseite Felswände, die nicht nur deutliche Schichtenschleppung erkennen lassen, sondern überdies auch Druckdiaklasen zeigen. Auf der rechten Talseite dagegen, und zwar läßt sich dies besonders gut etwas oberhalb des Felsabsatzes erkennen, wenn man zurückblickt, ragen Felstürme auf, welche durch dem Hauptbruche parallele Diaklasen abgespalten wurden und die aus einer groben Gesteinsbreccie bestehen (s. Fig. 4). Wir haben hier somit wieder genau dieselben Elemente einer ungleichseitigen Verwerfung vor uns: auf der einen Seite die Pressungsscholle mit den Schleppungen und Diaklasen, auf der anderen Seite die Bewegungsscholle mit den Breccien, die hier überdies auch nochmals einer Pressung ausgesetzt waren und daher ebenfalls von Diaklasen durchsetzt werden, welche der ursprünglichen Verwerfung parallel streichen. Weiter aufwärts steigend sieht man dann nochmals auf der rechten Talseite die ungeheure senkrechte Weißwand als deutliches Zeichen des Bruches, dem das Große Wolfstal folgt. Bemerkenswert sind im Verlaufe des Aufstieges noch die das Tal in der Grabensohle versperrende Felswand mit der treppenartigen Höhle. „Tunnel“ genannt, und weiters noch mehrmalige kleine Wandeln, welche das Tal verqueren. Ich möchte sie nur deshalb erwähnen, weil es mir möglich erscheint, daß man in ihnen die letzten Ausläufer der Treppenbrüche am Talschluß des Großen Höllentales erblicken muß.

Die Verwerfung des Großen Wolfstales läßt sich aber auch noch über sein Einzugsgebiet hinaus verfolgen. Die auffälligen Reihendolinen zwischen Schwaigriegel und Ebenwald bezeichnen auf dem Plateau sehr deutlich seine Fortsetzung, ebenso wie der Uvalaboden unter dem Otthause. Weiter streicht dann der Bruch durch das „Thörl“ und bildet sodann die Wände, mit welchen Jakobskogel und Mitterkeil gegen S abstürzen.

### 9. Der Bruch des Finstertales.

Das Große Wolfstal nimmt von rechts das Finstertal auf, das auch Kleines Wolfstal genannt wird. Es wurde schon vorangehend gesagt, daß auch dieses Tal kein Wasser führt. Auch hier ist der Grund darin zu sehen, daß es einem Bruche folgt, welcher es dem Wasser ermöglicht in die Tiefe einzusickern. Als Bruch wird dieses Tal schon durch die Form seiner Mündung bezeichnet, denn hier ist es nicht als V-Tal ausgebildet, sondern man sieht eine Klamm mit saigeren Felswänden. Ob im weiteren Verlaufe des Tales auch noch Merkmale der Verwerfung zu sehen sind, kann nicht angegeben werden, da ich dieses Tal nicht durchwandert habe, dort aber, wo das Tal in das Plateau einschneidet, stellt sich sofort wieder eine sehr scharf ausgeprägte Dolinenreihe ein, welche den Ebenwald vom Gsohlboden scheidet und zu einer auffallenden tiefen Felsscharte am Plateaurande hinleitet, wo der Bruch in die Absturzwände austreicht. Hier biegt der Bruch dann ebenfalls in die Raxwände um und erzeugt die tiefere Wandstufe. Wenn man übrigens von der Bockgrube auf dem Schneeberg gegen die Rax hinüberblickt, so erkennt man diese beiden Bruchlinien ganz scharf in dem sich bietenden Bilde ausgeprägt. Besonders die Bruchlinie des Großen Wolfstales zeichnet sich bis zum „Thörl“ sehr deutlich ab.

Auch hier ist die südöstliche Scholle als die abgesunkene zu betrachten (s. Fig. 5).

### 10. Der Gsohlhirnbruch.

Dieser Bruch ist in der Natur am wenigsten deutlich ausgeprägt. Am Gsohlhirn selbst ist er immerhin noch ziemlich gut zu erkennen,

F

W

1 G

W<sub>1</sub>

Phot. N. Lichtenecker. Klischee aus Lichtenecker: Die Rax.

Fig. 5.

Die Hochfläche der Rax vom Klosterwappen (Hochschneeberggipfel) aus. Blick gegen SW.

1 Großes Höllental. G der Trog des Gaislochbodens, links davon die Söldner- und Cepel-Wand (Bruchwände). W—W<sub>1</sub> Großes Wolfstal, dessen Bruchlinie sich über das ganze Plateau bis zum Thörl unterhalb dem Otto-Schutzhause verfolgen läßt. F—F<sub>1</sub> Finstertal, dessen Bruch zwar weniger deutlich, aber immerhin noch sichtbar auch noch über das Plateau verfolgt werden kann.

(Für die freundliche Überlassung des Klischees danke ich dem Autor und Herrn Hofrat Prof. Brückner.)

dann verläuft er direkt dem blau markierten Wege zur Gsohlwiese entlang, bis dieser mit scharfer Biegung nach links den steilen Abstieg beginnt, und weiters dürfte er mit den Wandstufen, welche beim Lammelbrünnel oder bei der Kote 1150 m den Thörlweg queren, in Zusammenhang zu bringen sein, doch ist hier sein Verlauf derzeit nur unsicher festzustellen.

Dagegen gibt es noch eine Stelle, an welcher das Durchstreichen des Bruches ganz deutlich festgestellt werden kann. Es ist dies der Fall, wenn man von der Gsohlwiese gegen die Heumahdwiese absteigt.

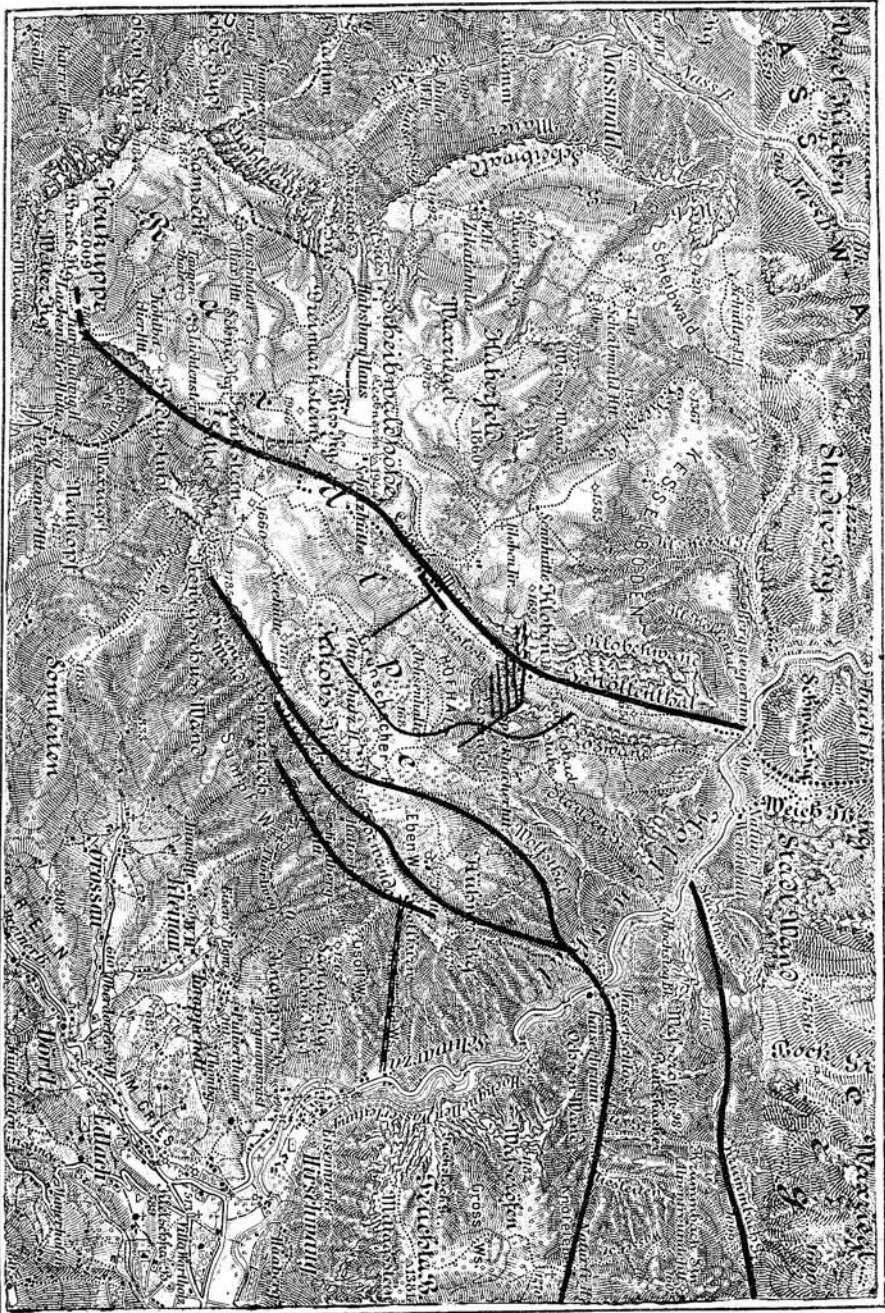
Die Gsohlwiese wird von echten Werfener Schichten gebildet, in welchen die gut ausgeprägten Gipsschlotten besonders bezeichnend sind. Auf diesen lagern dann Kalke, welche ebenfalls dem Werfener Horizonte angehören, während die Heumahdwiese jenseits des Lahngrabens wieder aus Werfener Schiefer aufgebaut wird, die, wenn auch undeutlicher, Gipsschlotten erkennen lassen. Die Gsohlhornverwerfung schneidet somit in der Höhe der Heumahdwiese ungefähr dem Lahngraben entsprechend zu Tage aus. Auch hier ist es die südöstliche Scholle, welche abgesunken ist (s. Profil Fig. 11, S. 454).

## 11. Die Brüche der Grünschacheralpe.

Die Hauptverwerfungen in der Südostecke der Rax wurden somit zur Darstellung gebracht, doch lassen sich außerdem auch noch auf dem Plateau der Grünschacheralpe selbst verschiedene Brüche erkennen. So wurde jener Bruch, welcher durch den Einriß der Teufelsbadstube markiert wird und der sich dann durch den Schneeegraben über die Hofhalt durch das sogenannte „Lavoir“ über den Lochboden und in die Loswiese verfolgen läßt, bereits erwähnt. Dieser Bruch ist durch seine S-förmige Gestalt ausgezeichnet, und mir wurde von Prof. Spengler<sup>20)</sup> eingewendet, daß solche S-förmig gekrümmte Verwerfungen unwahrscheinlich seien, „denn Verwerfungen sind ja Bewegungsflächen im Gebirge, an denen sich zwei Schollen gegeneinander verschoben haben, und diese Verschiebungen sind an gekrümmten Flächen nicht möglich“.

Diese Behauptung ist selbsterklärend vollkommen unzutreffend, denn wer sich jemals mit der Beobachtung von Rutschflächen beschäftigt hat, wird wissen, daß neben den Rutschstreifen die auf diesen Flächen auftretenden Rillen und Kannelierungen erst die Beurteilung der Bewegungsrichtung längs der Bewegungsfläche zulassen, und in jedem kleinsten Lehrbuche der Geologie ist auch auf diesen Umstand hingewiesen. Genau dasselbe, was aber diese Rillen und Kannelierungen für die Bewegungsmöglichkeit im Kleinen bedeuten, bedeuten S-förmige Krümmungen von Verwerfungslinien im Großen. Auch experimentell läßt sich das Gesagte erweisen, u. zw. ist das häufigste natürliche Experiment in dieser Beziehung in Erdbebengebieten zu beobachten, wo es sich zeigt, daß Bedachungen, ganz gleichgültig, ob diese aus Wellblech oder aus Ziegeln (Biberschwänze, Dachpfannen oder Falzziegel) bestehen, ohne die geringsten Schwierigkeiten über einander abgleiten. Übrigens handelt es sich hier auf dem Grünschacherplateau bei dem am stärksten S-förmig gekrümmten Bruche des Schneeegrabens gar nicht um einen Bruch, an welchem entlang eine Bewegung stattgefunden hätte, und es ist auch eine irriige Auffassung Spenglers, daß Brüche im Gebirge stets Bewegungsflächen sein müßten. Die Brüche, welche das Plateau der Grünschacheralpe durchsetzen — außer dem Schneeegrabenbruche konnte noch ein Bruch, der von dem Einstiege des Alpenvereinssteiges in die Cepelwand gegen SO streicht, und ein ebenso verlaufender von der Wolfgang-Dirnbacher-Hütte bis zur Einmündung des Weges über die Ochsenhalterhütte in den grün bezeichneten Weg über den Lochboden beobachtet werden —, diese Brüche sind keine Verwerfungen, längs welcher Schollenbewegungen stattgefunden haben, sondern sie erscheinen





*Hauptbruchlinien. Bruchlinien zweiter Ordnung. Bergbahn.*

Fig. 6.

Mit Benützung der topographischen Karte des Kartographischen Instituts in Wien.

als die Auslösungswirkung von Spannungen, die durch die ungleiche Abbiegung der Grünschacherscholle nördlich und südlich der Gaislochwand-Söldnerwand-Brüche entstanden sind. Es sind somit Biegungs- und Zugspannungen, welche hier zur Auswirkung kommen, und deshalb sind sie auch viel schwieriger zu beobachten, da hierbei Gesteinstrennungen eintreten, „ohne daß daneben zerstückeltes oder pulveriges Material auftritt“, wie Hirschwald<sup>21)</sup> besonders hervorhebt. Es handelt sich hier somit um Sprünge oder Risse in einem spröden Material, welche bei der Beanspruchung auf Biegung, Zug oder sogar Torsion entstanden sind, und es wird niemanden wundernehmen, wenn hiedurch solche Zerklüftungen in verschiedenen Richtungen und mit geradem oder gewundenem Verlauf entstehen.

## 12. Der Verlauf von Verwerfungen.

Es ist vielleicht nötig, hier einige Worte über den Verlauf von Verwerfungen überhaupt vorzubringen, da die Vorstellung von deren geradliniger Erstreckung mehrfach verbreitet zu sein scheint.

Da möchte ich nun zunächst einmal feststellen, daß ein solcher geradliniger Verlauf nach meinen Erfahrungen geradezu zu den Ausnahmen gehört. Dabei ist aber noch besonders zu erwägen, daß auch bei einer Verwerfung, welche ihre Richtung vollkommen geradlinig und unbeirrt beibehält, sich deren Verlauf nur dann als Gerade auf der Oberfläche abbilden kann, wenn die Verwerfungsfläche vollkommen lotrecht eingestellt ist. Eine geradlinig verlaufende, aber gegen den Horizont geneigte Verwerfungsfläche kann dagegen einzig in einer vollkommenen Ebene eine gerade Schnittlinie erzeugen, wogegen sie schon in einem Hügellande einen welligen Verlauf zeigen muß. Um so mehr muß dies aber der Fall sein bei an und für sich schon wellig verlaufenden Verwerfungen, wenn sich deren Schnittlinie mit der Oberfläche in ein Hügelland oder gar in ein Hochgebirge einzeichnet. Da darf man sich dann auch über das Auftreten von stark gewunden erscheinenden Bruchlinien nicht wundern.

Es können aber auch noch andere Komplikationen auftreten, insofern solche Bruchlinien, gleichgültig ob sie ursprünglich gerade oder gewunden verliefen, durch spätere Gebirgsbewegungen gestaucht werden können. In diesem Falle wird dann auch aus einer ursprünglich geraden Verwerfung eine mehr weniger gekrümmte. Mitunter ist es aber auch möglich, diesen Vorgang aus der Morphologie der Umgebung herauszulesen. So liegen z. B. die beiden Bergstürze zwischen der Hohen Lehne und den Lechnermauern, von welchen der eine als die Bärengrube bezeichnet wird, so bezeichnend genau an der einen Umbiegungsstelle der Höllentalbruchlinie, daß es mir kaum zweifelhaft erscheint, daß diese Biegung und ebenso die Bergstürze durch eine Stauchung hervorgerufen wurden.

Anknüpfend an diese Bergstürze mag hier auch hervorgehoben werden, daß derartige Massenbewegungen durchaus Nischenform zeigen, was auch darauf hindeutet, daß zumindest dort, wo Gesteinsablösungen an einem freien Bergrande stattfinden, bogenförmige Brüche die Regel

sind. Geradlinige Ablösungen finden unter den gleichen Bedingungen nur dann statt, wenn sie längs einer bereits vorhandenen Verwerfungslinie vor sich gehen.

Endlich muß noch hervorgehoben werden, daß man im Gebirge, wenn man die Verwerfungen verfolgt, ganz die gleichen Systeme auffinden kann, wie sie unter den Brüchen kleinen Maßstabes bekannt sind. Man beobachtet da Kreuzungen mit oder ohne Ablenkung, Schleppungen, Schaarungen usw., nur erfordert es naturgemäß ein ganz besonders sorgfältiges Studium, um all diese Formen trotz der Beeinflussung durch die Mannigfaltigkeiten der Oberfläche herauszulesen.

### 13. Der Südhang der Rax.

Die Frage, ob der Südhang der Rax als Bruchrand oder als Denudationsstufe aufzufassen sei, ist in der Literatur schon vielfach behandelt worden.

Suess zog zwischen dem Sängerkogel und dem Raxplateau seine Bruchlinie von Hirschwang hindurch und Geyer folgte ihm darin. Krebs begrenzte auf seiner Karte den Südrand des Raxplateaus mit einer Bruchlinie, ohne jedoch einen Beweis hiefür zu bringen, während Grund<sup>22)</sup> und besonders Baedeker (S. 66—67) viele Gründe dafür anführen, daß es sich hier um eine echte Denudationsstufe handle.

Die Wahrheit liegt wohl wieder in der Mitte. Die Herausmodellierung des Südabhanges der Rax geht ja zweifellos auf Denudation zurück, aber die drei oder vier Wandstufen in diesem Profil sind durch Verwerfungen bedingt.

Geyer hat bereits (S. 671) besonders vermerkt, daß am Südrande der Rax die Gesteine alle gegen S oder SO geneigt erscheinen, was zu dem „regelmäßig gegen N abfallenden Bau“ des ganzen Gebirgsstockes im Gegensatz stehe, doch hat er diese südliche Neigung nicht als Flexur erkannt.

Ampferer gibt 1918 ein Profil des Rax-Südhanges von der Kleinau über den Törlweg und zeichnet dabei, den Verhältnissen in der Natur vollkommen entsprechend, drei Zertrümmerungszonen ein (S. 25, Fig. 39). Der Hangfuß wird von Verrucano und einer Schichtenfolge gebildet, welche den Werfener Schichten zugehört. Darüber folgen dunkle Kalke und Brecciendolomit, und über diesen helle, rötliche Kalke. Es ist nun sehr auffällig, daß Ampferer diese Kalke mit dem normalen Verflächen gegen N einzeichnet und von den doch deutlich sichtbaren Schleppungen gar nicht Notiz nimmt. Ebenso ist die räumliche Lage der Zertrümmerungszonen in dem Profil nicht richtig wiedergegeben, denn diese stehen nahezu saiger oder fallen mit etwa 80° gegen SO und sind nichts anderes als die drei von mir festgestellten Verwerfungen, die Wolfstal-, Finstertal- und Gsohlhörnverwerfung, welche hier den Südhang der Rax durchziehen. Die beiden folgenden Figuren zeigen das gleiche Raxprofil nach der Auffassung von Ampferer und nach meiner Anschauung (s. Fig. 7 u. 8).

In der Fig. 42 (S. 25) gibt Ampferer dann noch eine Skizze, welche die Schichtenverteilung und Gehängeverschüttung der südlichen

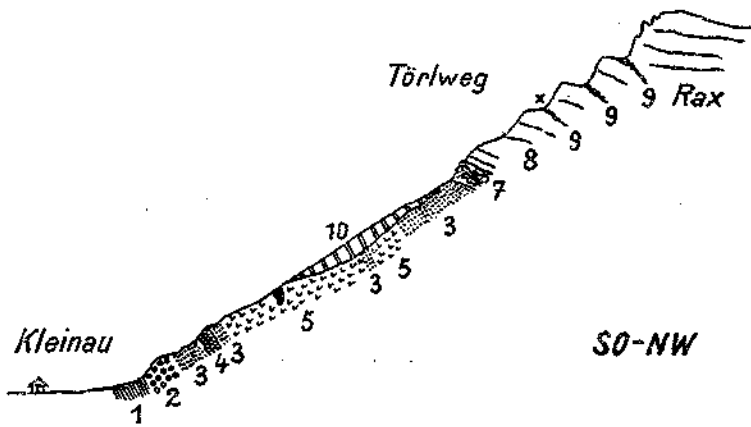


Fig. 7.

Profil durch den Südhang der Rax.  
Nach Ampferer (Denkschr. Akd. W. Bd. 96, Fig. 39).

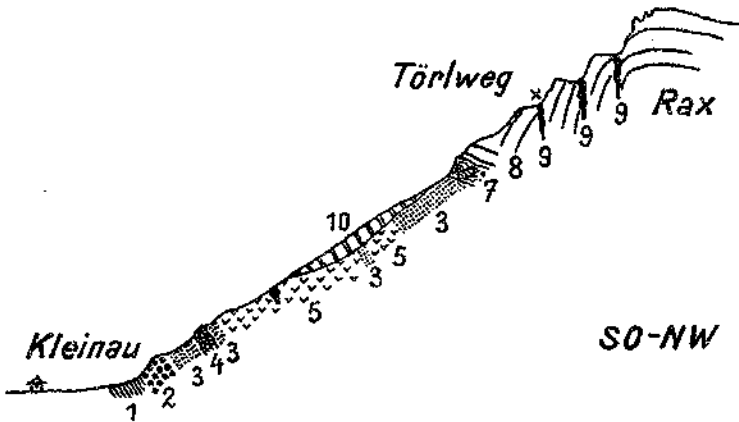


Fig. 8.

Profil durch den Südhang der Rax, nach Waagen.

1 = Grünschiefer. 2 = Verrucano. 3 = Werfener Schiefer.  
4 = Graue Stengelkalke. 5 = Gelbe knollige Rauhwacke mit  
Einschlüssen von grauem Dolomit Rauhwacken, dunklen und  
weißen Kalken, Werfener Sandsteinen. 6 = Schollen von Felsit-  
porphyren. 7 = Dunkle Kalke und Brecciendolomit. 8 = Helle  
rötliche Kalke. 9 = Zertrümmerungszonen, rötliche, gelbliche,  
rauhwackige Lagen. 10 = Gehängebreccie. x = Kohlbergbrünnl.  
Der Unterschied in den beiden Auffassungen besteht in der ver-  
schiedenem Stellung der Zertrümmerungszonen (9) und dem  
verschiedenen Einfallen der hellen bis rötlichen Kalke (8), welches  
nach Geyer, Waagen u. a. nach auswärts gerichtet ist und  
als Schleppung gedeutet wird.

Raxabdachung zur Darstellung bringt. Man ersieht daraus, daß hier das Raxplateau an beiden Enden aus Kalken, in der Mitte aber aus Brecciendolomiten aufgebaut wird, welche gegen O hin als Liegendes der Kalke angetroffen werden. Die mittlere Masse des Brecciendolomits ist aber nichts anderes als das Ausstreichen der Grünschacheralpenscholle,

und diese wird beiderseits von Brüchen, dem Höllental- und dem Wolfstalbuche, gegen die Umgebung abgegrenzt. Der Brecciendolomit, welcher im O die Kalkplatte unterlagert, scheint mir daher die Sprunghöhe anzuzeigen, um welche dieses Gestein hier tiefer liegt, als in der Mitte. Daß aber der Brecciendolomit hier in der Mitte derart in breiter Masse an die Oberfläche tritt, hat nach meiner Anschauung darin seine Begründung, daß die Scholle der Grünschacheralpe in der Richtung gegen den Plateaurand aufgebogen wurde, was mit den bereits beschriebenen Brüchen, die diese Scholle durchsetzen, in gutem Einklang steht. Der

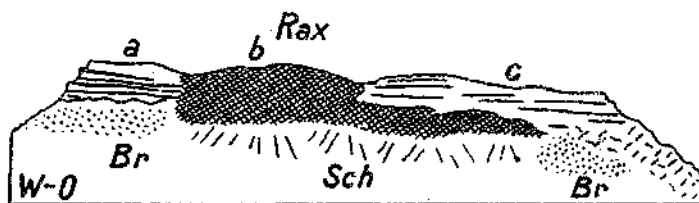


Fig. 9. Südabhang der Rax, Ansicht nach Ampferer (Denkschr. Bd. 96, Fig. 42).

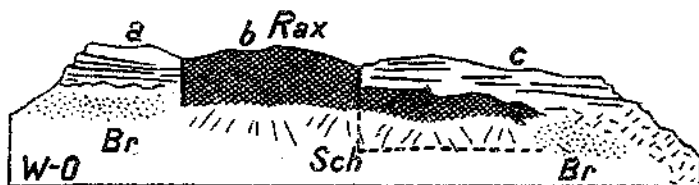


Fig. 10. Südabhang der Rax, Ansicht nach Waagen.

*a* und *c* = von Kalken aufgebaute Wände. *b* = von Brecciendolomit aufgebaute Wände. *Br* = Gehängebreccien. *Sch* = Schutthalden.

Ampferer scheint hier fazielle Verschiedenheiten anzunehmen, während Waagen die Scholle *b* als zwischen den Schollen *a* und *c* herausgehoben ansieht.

Unterschied, welcher zwischen der Anschauung von Ampferer und der meinen hier besteht, bringen die obenstehenden Profile zur Darstellung (s. Fig. 9. u. 10).

#### 14. Die Bewegung der Schollen.

Die Dachsteindecke liegt in einer Mulde der Hallstätter Decke. Der ganze Komplex wurde dann später durch die erörterten Brüche zerstückt. Das Alter der Plateauformen hat Göttinger (1913) als „vor-mediterran, also etwa altmiozän“ bestimmt, während er „die Talbildung in den Voralpen und auch an den Rändern der Hochplateaus“ als „vornehmlich postpontisch“ ansetzte. Zwischen diese beiden Zeitbestimmungen fällt nun auch die Entstehung der Verwerfungen. Längs dieser haben sich jedesmal die südlicheren Schollen gesenkt. Die nördlichste all dieser Schollen, d. i. der Stock der Scheibwaldhöhe im weitesten Sinne, dürfte dabei im wesentlichen die ursprüngliche Lage beibehalten haben, während alle südlicheren um einen gewissen, wenn

auch nicht sehr großen Betrag abgesenkt wurden. Daraus erklärt es sich auch, daß nur mehr am Rande dieser nördlichsten Scholle, an der Mündung des Großen Höllentales, an dem Schnittpunkte seiner Verwerfung mit dem Schwarzatale, die Unterlage der Dachsteindecke zutage tritt und die Gosauablagerungen sichtbar werden.

Später setzte an den Verwerfungen neuerlich Bewegung ein, u. zw. deutet alles darauf hin, daß diese in einer Schrägstellung jeder einzelnen Scholle mit Senkung des Nordrandes bestanden hat, wobei der Süd- rand ziemlich unverändert seine Lage beibehalten haben dürfte. Auf die erste Anlage der Verwerfungen sind die Schleppungen längs der Nordseite der Brüche zurückzuführen, während die zweite Phase die Zertrümmerung längs der Südseite und die Druckdiaklasen auf der Gegenseite verursachten. Auch diese zweite Phase scheint sich aber in mehreren Zeitabschnitten vollzogen zu haben, da im Großen Wolfstale die Zertrümmerungsbreccie selbst auch wieder solche Druckdiaklasen aufweist. Die Druckkräfte rührten aber daher, daß sich die südlichere Scholle jedesmal nicht parallel zu dem Bruche, sondern in einem Kreisbogen bewegte; und zwar annähernd um eine Achse, welche mit der südlichen Kante der Scholle so ziemlich übereinstimmen dürfte. Denn wenn eine Schaukelbewegung um eine mittlere Achse stattgefunden hätte, so daß etwa die nördliche Kante jeder Scholle gesenkt und gleichzeitig die südliche Kante gehoben worden wäre, dann hätte das Gestein zu beiden Seiten der Verwerfung zertrümmert werden müssen und wir würden daher nun beiderseits die Breccien finden, wogegen die Druckdiaklasen und die gepreßte Oberfläche nicht hätte entstehen können.

Verfolgen wir aber eine derartige Scholle in ihrer streichenden Erstreckung, so erkennt man, daß der Bewegungssinn sich nicht an allen Punkten gleichgeblieben ist.

Es wurde schon vorangehend gesagt, dass die „Rohrbacher Linie“ von Suess jedenfalls als die Fortsetzung der Verwerfung des Großen Höllentales anzusehen ist. Ich kenne nun diese Fortsetzung aus eigener Anschauung nicht, doch findet dieselbe bei Suess so eingehende Beschreibung und das von diesem auf S. 88 gegebene Profil stimmt in den wesentlichen Zügen mit jenem, das wir bei Bittner<sup>23)</sup> finden, so gut überein, daß man auf diesen Vorarbeiten ganz gut fußen kann. Diese Angaben lassen erkennen, daß hier in dem Profil, das man von SO gegen NW zieht, die nördlichere Scholle des Hengst im Vergleiche zu der südlicheren Scholle des Gahns gesenkt wurde, da zwischen beiden die Verwerfung hindurchgeht. Es besteht hier somit genau das umgekehrte Verhältnis wie zwischen der Scheibwaldhöhenscholle und der Grünschacherscholle im Raxgebiete. Durch diese Differenzialbewegungen sind jedenfalls Zerrungen entstanden, und es ist ganz gut möglich, daß dadurch jene Störungszone, welche die Schwarzta zu ihrem Durchbruchstale ausbaute, entstanden sein mag.

Aber auch noch andere Unregelmäßigkeiten sind längs der Verwerfung des Großen Höllentales und in der Grünschacherscholle zu bemerken. Es hat den Anschein, als ob diese Scholle und mit ihr die genannte Verwerfungslinie eine Stauchung von SW her erlitten hätte.

Die Wirkung für die Verwerfung bestand in jener Krümmung unter der Scheibwaldhöhe und gleichzeitig in der Auslösung der Bergstürze an jener Stelle. Die Grünschacherscholle wurde dabei im SW herausgehoben, wodurch hier der Brecciendolomit in großer Ausdehnung zutage tritt. Es ist somit auch in der Grünschacherscholle selbst eine Differentialbewegung zu beobachten, deren Kräfteauswirkung in jenen Brüchen und Verwerfungen zu erkennen ist, welche von mir am Beginne des Großen Höllentales und auch sonst im Plateau der Grünschacheralpe festgestellt werden konnten.

Wenn wir nun die beobachteten Brüche mit den Schollenbewegungen, welche aus deren heutigen Lage ableitbar sind, in Vergleich setzen, so sehen wir eine vollkommene Übereinstimmung in den Ergebnissen, was wohl als Beweis dafür gewertet werden kann, daß einerseits die Beobachtungen an den Verwerfungen den Tatsachen entsprechen, und andererseits, daß auch die Deutung des Bewegungssinnes, welcher uns durch die gegenwärtige Schollenlage enthüllt wird, richtig erfaßt wurde.

Das Endergebnis meiner Untersuchungen ist ein etwas anderes als jenes, zu welchem Lichtenecker<sup>24)</sup> für die Entwicklung dieser Kuppenlandschaft, oder „Raxlandschaft“, wie er sie bezeichnet, kommt, wenn er z. B. sagt: „Die stärkste Aufwärtsbewegung hat, wie die Linien gleicher Hebung angeben, im Raume Heukuppe—Scheibwaldhöhe einerseits und Preinerwand—Jakobskogel andererseits stattgefunden.“ Ich betrachte dagegen die Linie Heukuppe—Scheibwaldhöhe nicht als Hebung Achse, sondern als relativ ruhende Linie; gleichzeitig ist sie vielleicht auch eine Achse, um welche auch in der Scheibwaldscholle eine drehende Bewegung stattgefunden hat, so daß sich auch diese Scholle gegen N schräg stellte. Anders ist wieder die Linie Preinerwand—Jakobskogel aufzufassen, da diese den herausgehobenen Rand der Grünschacherscholle darstellt.

Ich sehe somit in der Linie Heukuppe—Scheibwaldhöhe den annähernd erhalten gebliebenen Rest der ursprünglichen Kuppenlandschaft. Dagegen hat am Südrande der Rax insoferne eine „Hebung“ stattgefunden, als diese auf den Rand der gemuldeten Unterlage aufgeschoben wurde (s. Fig. 11).

Ebensowenig kann ich Lichtenecker zustimmen, wenn er S. 161 sagt „Es ist klar, daß dann, wenn sich ein Steilhang zwischen zwei Schollen nach einer Richtung hin verschmälert, wie das auf dem Grünschacher zu beobachten ist, eine der beiden Schollen auch schief gestellt worden sein muß. Bei dem angeführten Beispiel ist der Betrag jedoch so gering, daß man aus den Böschungsverhältnissen der Formen nicht erkennen kann, welche Scholle die Schiefstellung betraf.“ Ich glaube gezeigt zu haben, daß man dies sehr gut beurteilen kann, und möchte mich hier auf die gleiche Photoaufnahme von Lichtenecker beziehen, wie dieser selbst. Auf diesem Bilde entspricht der Graben  $G_1$ , welcher vom Beschauer gegen den Mitterkeil hin einschneidet, fast genau dem Bruche, welcher von mir aus der Gegend der Wolfgang-Dirnbacherhütte bis zu der Vereinigung des Weges über die Ochsenhalter-Hütte mit dem Scheibwiesenwege verfolgt werden konnte. Die beiden Steilhänge in diesem

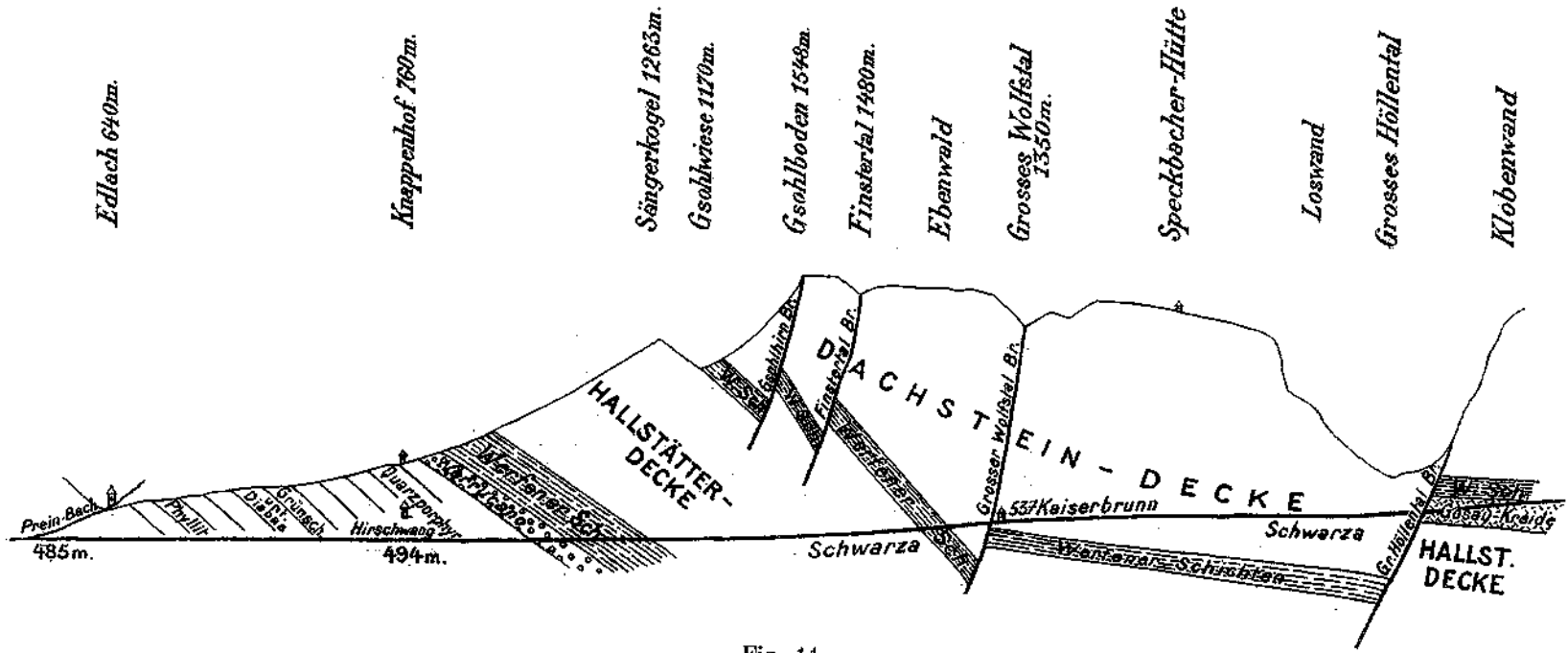


Fig. 11.

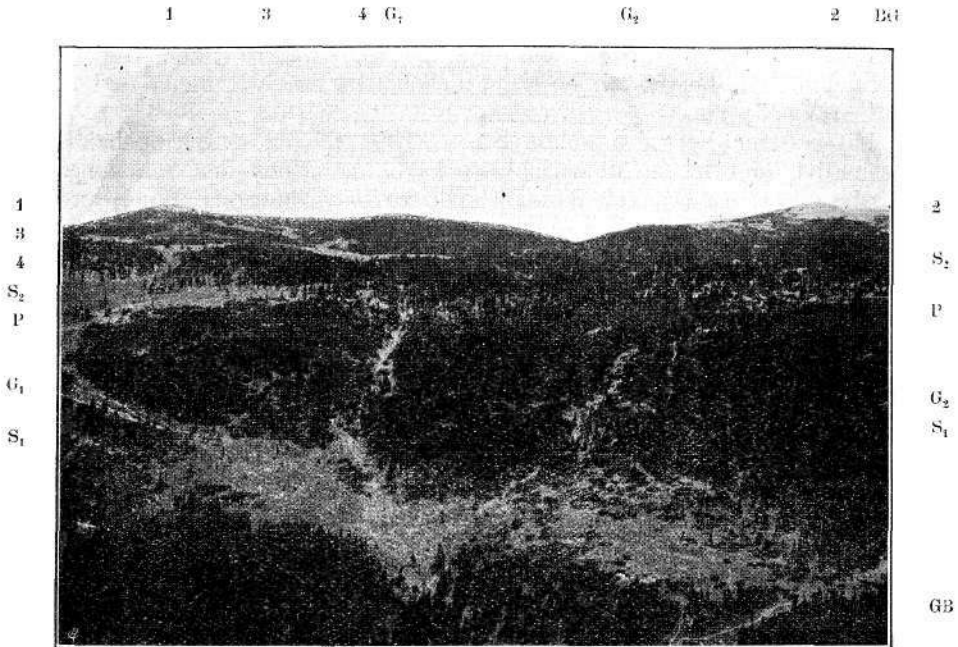
SSO-NNW-Profil von Ellach über den Knappenhof, Sängerkogel, Gschlwiase, Gschlboden, Ebenwald und Speckbacherhütte auf die Klobenwand.

Dieses Profil zeigt im Querschnitte die vier Verwerfungsbrüche und die Verstellungen, welche die einzelnen Schollen gegeneinander erfritten haben.



Bilde dagegen ( $S_1$  und  $S_2$ ) werden durch die Fortsetzung des Schnee-grabenbruches, welcher hier durch die Lochwiese streicht, voneinander getrennt (s. Fig. 12).

Die Morphologie der Grünschacheralpe wird somit viel klarer, wenn man die bisherigen Forschungsergebnisse mit der von mir festgestellten Bruchtektonik in Beziehung setzt.



Phot. N. Lichtenecker. Klischee aus Lichtenecker: Die Rax.

Fig. 12.

Der Grünschacher (zwischen Jakobskogel 1 und Weißkogel 2) vom Klobentörl aus. Blick gegen SO.

3 Lochboden. 4 Scheibwiese.  $S_1$ — $S_1$  und  $S_2$ — $S_2$  Steilhang.  $G_1$  und  $G_2$  Gräben. P—P Schiefe Platte. GB Gaislochboden. — Durch den Graben  $G_1$  wird der Bruch markiert, welcher von der Wolfgang Dirnbacher-Hütte bis zu der Vereinigung des Weges über die Ochsenhalter-Hütte mit dem Scheibwiesenwege verfolgt werden kann. — Der Steilhang  $S_2$  wird durch die Fortsetzung des Schnee-grabenbruches, der hier durch den Lochboden streicht, von dem Hang des Jakobskogel getrennt. (Für die freundliche Überlassung des Klischees danke ich dem Autor und Herrn Hofrat Prof. Brückner.)

## 15. Die Entwässerung.

Die Quellen der Rax sind schon vielfach wissenschaftlich erörtert worden, so von Götzinger (Urania 1917), Baedeker (S. 29—34) und neuestens von Lichtenecker (S. 152—153). Die hier an der Südostecke der Rax in Betracht kommenden kleinen Quellen werden von den beiden zuletzt genannten Autoren übereinstimmend als Schuttquellen angesprochen. Hier möchte ich bloß darauf aufmerksam machen, daß diese alle aber

gleichzeitig mit dem von mir festgestellten Bruchsystem in inniger Beziehung stehen. So dürften das Lammelbrünnel und das Kohlbergbrünnel am Thörlwege mit den hier durchstreichenden Verwerfungen in Zusammenhang zu bringen sein, wenn sie auch als Schuttquellen zutage treten, da dieser Schutt bloß als Verkleidung aufzufassen ist. Die Wödlquelle ist dem Bruche der Teufelsbadstube unmittelbar benachbart; die Jahnquelle dagegen sowie die große und die kleine Gaislochquelle finden in den dort vorfindlichen Treppenbrüchen ihre Erklärung.

Eine besondere Stellung in dem hier zu besprechenden Teil der Rax nehmen die beiden großen Karstquellen: der Kaiserbrunnen und die Höllentalquelle ein.

Mit ersterer hat sich schon Suess 1864 (S. 92—93) eingehender beschäftigt und ist zu dem Schlusse gekommen, daß der Schneeberg als das Infiltrationsgebiet dieser Quelle zu betrachten sei. Wenn auch seine Auffassung, daß diese Quelle längs einer verdrückten Strecke der Rohrbacher Linie aufgehe nicht mehr haltbar ist, so trifft sein Urteil, daß dieser Austrittspunkt mit einer Verwerfungslinie in Beziehung zu bringen sei, doch zweifellos zu, denn ich konnte ja zeigen, daß sich der Wolfstalbruch hier in dem unteren Krummbachgraben unmittelbar fortsetzt.

Noch eingehendere Mitteilungen über den Kaiserbrunnen finden wir dann bei Karrer.<sup>25)</sup> Indem ich auf dessen Ausführungen verweise, kann ich mich hier kurz halten. Karrer gibt an, daß sich bei der Fassung erwies, daß die Kaiserquelle aus fünf großen Felsspalten und mehreren kleinen Adern hervorbrach, welche ursprünglich 18 Fuß über dem mittleren Wasserstande der Schwarza austraten. Die Sohle des Wasser Schlosses wurde aber bis auf sechs Zoll über dem mittleren Wasserstande der Schwarza vertieft und liegt in reinem Felsboden. Durch die Tieferlegung wurde die Ergiebigkeit vermehrt. Einige Quelladern, welche vorher oberhalb des Kaiserbrunnens in die Schwarza austraten, versiegten daraufhin, da ihnen in der Brunnstube ein leichter Austritt geschaffen war. Auch Karrer wurde durch seine Beobachtung anlässlich dieser Quellfassung zu der Überzeugung geführt, daß der Schneebergstock als das Speisungsgebiet dieser Quellen anzusehen sei, und zwar bringt er sie speziell mit den „Schneeöfen“ in hypothetische Verbindung.

Viel weniger ist bisher über die „Höllentalquelle“ bekannt geworden. Ja es ist sehr auffallend, daß man in jenen Arbeiten, welche aus Anlaß der ersten Wiener Hochquellenleitung herauskamen,<sup>11)</sup> diese Quelle überhaupt nicht erwähnt findet.

Dennoch bestanden dort am Ausgange des Großen Höllentales seit je starke Quellen, denn Stadler erwähnt in seiner Denkschrift<sup>26)</sup> (1873) eine „erste große Höllentalquelle“ und eine „zweite Höllentalquelle“, welche zusammen auch als „Fuchspaßquelle“ bezeichnet wurden und welche 50° voneinander entfernt wären. Ihre Ergiebigkeit wird mit zusammen 250.000 bis 900.000 Eimern innerhalb 24 Stunden angegeben.

In der großen Monographie von Karrer finden wir dagegen unbegreiflicherweise diese Quellen nicht erwähnt.

Die Fassungsarbeiten an diesen Quellen wurden allerdings erst in den Jahren 1888/89 durchgeführt, und eine Notiz hierüber konnte ich in einem Vortrage des Bergingenieurs A. Tschebull auffinden.<sup>27)</sup> Nach

diesem wurde hier ein Stollen zunächst auf 34 m Länge in der Richtung SSW vorgetrieben und hierauf nach NW umgebrochen, und hatte am 3. Februar 1889 die Länge von zirka 286 m erreicht. Tschebull fährt dann fort: „Man hat mit diesem Stollen 3 Zuflüsse erschrotten, davon der erste in zirka 60 bis 70 m vom Kreuzgestänge, die beiden anderen in zirka 250 und 286 m. Die zwei letzten Zuflüsse kommen aus deutlich sichtbaren Klüften, die durch den Stollen verquert wurden, somit gegen das Schwarzaflußbett zu streichen und nach NW einfallen. Die erste und zweite Quelle kommen aus der Sohle, u. zw. auf der rechten, dem Schwarzaflußbett zugekehrten Stollenumme, hervor. Die dritte Quelle, die im Feldort selbst hervortritt, führt — sehr auffallenderweise — kleine, vollkommen abgerundete Geschiebegerölle mit sich, die ich an Ort und Stelle selbst gesammelt habe.“

Diese Ausführungen von Tschebull sind ziemlich wenig bekannt, ich hielt sie aber für die Beurteilung der Sachlage an der Großen Höllentalquelle außerordentlich wichtig, weshalb ich sie hier wörtlich anführen zu müssen glaubte.

Aus diesen Angaben scheint mir aber unzweifelhaft hervorzugehen, daß die erste und zweite in dem Stollen angefahrne Wasserader „gespanntes“ Wasser führen, d. h. daß es sich hier um geschlossene und unter Druck stehende Zuführungskanäle handle. Die dritte Quelle ist dagegen jedenfalls als Abfluß eines Höhlengerinnes zu betrachten, und die von Tschebull dort aufgefundenen Gerölle sind zweifellos nichts anderes als „Augensteine“,<sup>28)</sup> die von der Hochfläche des Raxplateaus stammen, und stehen in keiner Beziehung zum Schwarzaflusse, wie Tschebull meinte, welcher deshalb die Großen Höllentalquellen von der Verwendung für die Wasserversorgung Wiens ausschließen wollte.

Als Infiltrationsgebiet des Kaiserbrunnens wird allgemein der Hochschneeberg angenommen. Für die Großen Höllentalquellen kommt dagegen in erster Linie das Grünschacherplateau in Betracht. Da jedoch längs des Großen Höllentalbruches eine Zerrüttungszone anzunehmen ist und überdies einzelne Brüche, wie die Treppenbrüche am Gaisloch, auch die Hauptbruchlinie zu überqueren scheinen, so ist es nicht nur nicht auszuschließen, sondern sogar wahrscheinlich, daß auch noch die Scholle der Scheibwaldhöhe wenigstens z. T. diesem Infiltrationsgebiete wird zugerechnet werden müssen. Dagegen möchte ich die beiden südlicheren Schollen, die Ebenwaldscholle und die Gsohlbodenscholle, ausdrücklich hievon ausnehmen, denn diese beiden Schollen werden gegen den Grünschacher durch Hauptbruchlinien abgegrenzt, man sieht aber nicht die geringste Andeutung von Querbrüchen. Nach meinen langjährigen Erfahrungen im Karst kann man daher annehmen, daß die auf die Ebenwald- und Gsohlbodenscholle entfallenden Niederschläge unbedingt längs dieser Hauptbruchlinien abgeleitet werden und nicht in die angrenzende Grünschacherscholle übertreten. Diese Ansicht erscheint um so gesicherter, als ja der Kaiserbrunnen, der genau gegenüber vom Ausgange des Wolfstales gelegen ist, um 30 m tiefer liegt als der Ausgang des Großen Höllentales, und sich Wasseradern doch immer den tiefsten Punkt für ihren Austritt wählen.

In letzter Zeit hörte man auch mitunter die Ansicht vertreten, daß der Kaiserbrunnen z. T. auch von der Raxseite her gespeist werden könnte. Dies ist sehr unwahrscheinlich, denn die seinerzeitigen Fassungsarbeiten am Kaiserbrunnen ergaben ganz unzweifelhaft, daß das Wasser dieser Quelle aus offenen Höhlengerinnen vom Schneeberg her zugeführt wurde, und auch die anderen Quellen, welche durch diese Fassung ihr Wasser verloren, waren flußaufwärts auf der Seite des Schneeberges angeordnet. Außerdem hatte die Erschließung ergeben, daß an der Austrittsstelle der Hauptquelle eine mächtige wassergefüllte Höhle bestand, welche noch 6 Fuß unter die Sohle der Schwarza hinabreichte, aber auch in dieser Depression fand man kein Anzeichen dafür, daß Wasser von der Seite der Rax zuströme. Es handelt sich somit bei dieser neuerdings aufgetauchten Ansicht um eine haltlose, durch keine Beobachtung gestützte Annahme.

Immerhin bleibt aber die Frage einstweilen offen, wohin die auf die Ebenwald- und Gsohlbodenscholle fallenden Niederschläge abgeleitet werden. Theoretisch sollte man annehmen, daß das Niederschlagswasser in den Karstklüften und -schlotten dieser Kalkschollen bis zur wasserundurchlässigen Unterlage, also bis zum Werfener Schiefer hinabsinken sollte, um dann die ganzen Spalten zu erfüllen, bis zum Niveau des Schwarzabaches, und dort als Quellen auszutreten. Natürlich sind Quellen im Flußbette selbst nicht ganz leicht festzustellen, dennoch ist bekannt, daß in der Umgebung der Mündung des Großen Höllentales solche Quellen im Flußbette hochkommen. Da es überdies Karrer (S. 42) als Tatsache anführt, daß die Schwarza in ihrem Oberlaufe im Höllental bloß 400.000 bis 600.000 Eimer im Tage bergabführt, wogegen bei Hirschwang gleichzeitig 5 Millionen bis 15 Millionen Eimer gemessen wurden, so kann wohl kaum ein Zweifel bestehen, daß auch noch unterhalb des Kaiserbrunnens im Schwarzalaufe Quellen aufgehen.

Wie wir gesehen haben, liefern die Großen Höllentalquellen sehr bedeutende Wassermengen. Einige Autoren (Baedeker, Lichtenecker) haben nun der Meinung Ausdruck gegeben, daß die Wassermassen einst das Große Höllental selbst durchströmten und somit die Entstehung dieses weiten Sacktales damit in Zusammenhang gebracht werden müsse. Ich habe mich schon vorangehend gegen diese Ansicht ausgesprochen, welche in den heute anzustellenden Beobachtungen absolut keinen Anhaltspunkt findet. Um so mehr Interesse verdient aber die Frage: welchen Lauf nimmt das Wasser, das bei der Großen Höllentalquelle austritt?

Meine Erfahrungen in Karst haben mir gelehrt, daß sich derartige unterirdische starke Wasserläufe nicht selten an der Oberfläche durch das Vorhandensein von Dolinen, Schlucklöchern oder auch Windlöchern zu erkennen geben, nach welchem man also auf dem Raxplateau Umschau halten muß.

Die Fassungsarbeiten an der Großen Höllentalquelle weisen darauf hin, daß diese aus der Nordecke der Grünschacherscholle, dort, wo sich der Wachthüttelkamm herabzieht, austritt. Der ganze Rücken bis über die Speckbacherhütte hinaus gibt uns nun keinen weiteren Anhalt, um

auf den Verlauf eines Höhlengerinnes zu schließen. Erst auf der Hofhaltwiese kommen wir zu dem „Windloch“, das ganz unzweideutig darauf hinweist, daß hier in der Tiefe, vielleicht auch etwas seitlich, eine Höhle vorhanden sein muß. In der gleichen Richtung fortschreitend gelangt man dann auf den Lochboden und die Loswiese, deren Namen schon sehr bezeichnend sind und die ebenfalls mit sehr großer Wahrscheinlichkeit mit unterirdischen Höhlenzügen in Beziehung zu setzen sind. Endlich halte ich es für möglich, daß auch das „Seeböndl“ ähnlich gewertet werden muß. Es bestehen somit gewisse Anzeichen, welche darauf hindeuten scheinen, daß der unterirdische Lauf des Wassers der Großen Höllentalquellen bis zu den Nordwestabdachungen von Jakobskogel, Mitterkeil und Weißenkogel zurückverfolgt werden kann.

### 16. Quellenschutzrayon.

Die obigen Ausführungen sind deshalb auch von großer praktischer Bedeutung, weil sowohl der Kaiserbrunnen wie auch die Große Höllentalquelle einen großen Teil des Wassers der ersten Wiener Hochquellenwasserleitung liefern und weil in der letzten Zeit, besonders an der zweitgenannten Quelle, mitunter und vorübergehend Verunreinigungen beobachtet worden sein sollen, welche das Verlangen nach einem Quellenschutzrayon für diese Wiener Hochquellen aufkommen ließen. Dieser Wunsch trat gerade jetzt in den Vordergrund, weil gegenwärtig bekanntlich eine Drahtseilsehwebbahn auf die Rax gebaut wird und von gewisser Seite die Meinung vertreten wird, daß infolge einer wesentlichen Steigerung des Besuches auf diesem Berge sowie durch die Errichtung einer Restauration, eventuell auch den Bau von Hotels bei der oberen Kopfstation der Bahn, die Möglichkeit einer sanitären Gefährdung der Großen Höllentalquellen nähergerückt sei.

Wenn man nun daran denkt, einen Schutzrayon für die Große Höllentalquelle abzustecken, so ist es die erste Aufgabe, das Infiltrationsgebiet festzustellen, aber fast noch wichtiger ist es, den Verlauf des Höhlengerinnes kennenzulernen, denn hier ist ganz besonders eine direktere Verbindung der Oberfläche durch klaffende Spalten mit dem Wasserlaufe anzunehmen, durch welche ein rasches Zubringen von Unreinigkeiten möglich erscheint. Je enger die Spalten sind, auf welchen das Infiltrationswasser eindringt, und je weiter diese von dem Höhlengerinne entfernt liegen, desto geringer ist die Gefahr einer Verunreinigung. Aus diesem Grunde habe ich den problematischen unterirdischen Verlauf der Großen Höllentalquelle hier eingehender erörtert, weil dies die Möglichkeit an die Hand gibt, mittels Färbeversuchen der Sache auf die Spur zu kommen. Es kämen dafür Fluoreszin (Uranin), Fuchsin und Eosin als Färbemittel in Betracht. Da jedoch in unserem Falle die Möglichkeit oder Wahrscheinlichkeit gegeben ist, daß diese Färbemittel mit saurem Höhlenlehm oder mit organischen Substanzen in Berührung kommen, wodurch erfahrungsgemäß Entfärbungen eintreten können, so wäre es empfehlenswerter, statt der Färbungsversuche eher Salzungsversuche mit Kochsalz oder Chlorlithium vorzunehmen. Die Salzlösung müßte zunächst am Lochboden und der Loswiese sowie eventuell im

Windloch in aufeinanderfolgenden Versuchsreihen eingegossen werden; dann kämen noch die Dolinen des „Lavoir“ sowie die in der Tiefenlinie vom Gaisloch bis zum „Im Geschirr“ in Betracht, und erst in dritter Linie könnte man auf die entfernter liegenden Dolinen, wie solche in der Fortsetzung des Großen Wolfstales oder in der Umgebung der Scheibwaldhöhe, zurückgreifen.

Die sichersten Ergebnisse erwarte ich mir von der ersten Versuchsreihe, den Salzungen auf der Linie Windloch—Lochboden—Loswiese, da hier die direkteste Verbindung mit dem problematischen Höhlengerinne vorauszusetzen ist. Auch die Salzungen in den Dolinen des „Lavoir“ könnten noch positiv ausfallen, vielleicht auch noch solche längs der Linie Gaislochboden—Im Geschirr. Alle anderen dagegen erscheinen mir von vornherein als sehr wenig aussichtsreich.

Falls aber diese Salzungen das Ergebnis liefern sollten, das ich erwarte, so wäre damit bewiesen, daß die Grünschacherscholle in allererster Linie als das Infiltrationsgebiet der Großen Höllentalquelle in Betracht kommt und daß sich somit auf dieses ganz besonders der Quellenschutz zu erstrecken hätte.

Die Verunreinigung, welche in allererster Linie zu vermeiden ist, ist eine solche durch menschliche Fäkalien. Da ist es nun zweifellos, daß die verstreuten, frei herumliegenden Fäkalien von nur untergeordneter Bedeutung hierfür sein können. Gefährlich als Ablagerungsstätten können bloß die Dolinen werden, da diese als windgeschützte und halbverborgene Orte häufiger aufgesucht werden mögen, und da überdies von deren Grund aller Vorräumung nach durch mehr weniger klaffende Spalten eine direktere und schnellere Verbindung mit der Tiefe besteht. Es müßte sich somit der Quellenschutz hier darin äußern, daß diese Dolinen, ebenso auch Windloch, Lochboden und Loswiese, durch Umzäunung unzugänglich gemacht werden.

Eine viel größere theoretische Infektionsgefahr für das Quellwasser sehe ich aber darin, daß die Schutzhütten der Rax mit Senkgruben ausgestattet sind, deren Entleerung bisher nicht anders vorgenommen werden konnte, als daß deren Inhalt einfach zur Winterszeit auf den Schnee ausgeleert wurde. Das sind aber konzentrierte Verunreinigungen, und überdies werden die Bakterien in der Kälte auch noch sehr gut konserviert und lebensfähig erhalten. In dieser Beziehung liegt jedoch die Speckbacherhütte am meisten in der Gefahrenzone, einerseits weil ihre Entfernung vom Austritte der Großen Höllentalquelle nach der Luftlinie gemessen bloß etwa 2 km beträgt und andererseits da gerade in jener Gegend auch der problematische unterirdische Höhlenlauf hindurchziehen muß. Es wäre empfehlenswert, in der Umgebung der Speckbacherhütte nach offenen Gesteinsklüften zu suchen und diese zu salzen, um so eventuell eine Bestätigung der eben ausgesprochenen Ansicht zu erhalten.

Der Quellenschutz wird sich somit nach dem Gesagten in erster Linie darauf beziehen müssen, die geschilderten vollständig unhygienischen Vorgänge auszuschalten, und dazu sind zwei Wege offen: entweder es müßte die Speckbacherhütte, wenn sich die Wahrscheinlichkeit einer Quellverunreinigung von hier aus bestätigen sollte, überhaupt gesperrt

und abgetragen werden, oder aber es wäre streng darauf zu achten, daß die Verunreinigung der Umgebung der Hütte unterbleibt. Dazu ist aber gerade durch die Erbauung der Seilbahn die Möglichkeit gegeben, da bei Einführung des Tonnsystems in der Hütte diese Tonnen leicht zu Tal befördert werden könnten, wozu sich die Seilbahngesellschaft bei Erhalt der Konzession verpflichtet hat.

Die gleichen Vorsichtsmaßregeln könnten auch beim Ottohause ergriffen werden, obgleich dasselbe bereits nahezu 4 km Luftlinie von dem Austritte der Großen Höllentalquelle entfernt liegt und auch bis zu dem wahrscheinlichen Verlaufe des Höhlengerinnes eine Entfernung von 500 m nach der Luftlinie besteht. Auch hier wäre es unschwer eine Tonnenabfuhr der Fäkalien einzurichten, und so würde die Seilbahn, statt die Quellen durch erhöhten Menschenzustrom zu gefährden, die Sanierung der Rax in die Wege leiten.

Immerhin mag es sich infolge des gesteigerten Verkehrs als notwendig erweisen, für neue Unterkunftsöglichkeiten auf der Rax zu sorgen, und da erschiene es mir empfehlenswert solche in der unmittelbaren Umgebung der Bergstation zu errichten, einerseits weil von hier aus die Abfuhr der Fäkalien am allerleichtesten wäre, und besonders deshalb, weil die Scholle des Gsohlbodens von jener der Grünschacheralpe durch zwei Hauptbruchlinien getrennt ist, so daß ich eine Verunreinigung der Großen Höllentalquelle von hier aus für vollkommen ausgeschlossen halte. Das gleiche gilt aber auch für den Kaiserbrunnen, denn, wie vorangehend auseinandergesetzt wurde, besteht absolut kein Anhalt dafür, daß der genannten Quelle von der Raxseite Wasser zukomme. Übrigens könnte die Richtigkeit dieser Annahme ebenfalls unschwer durch Salzungsversuche erhärtet werden, die in den Dolinen des verlängerten Großen Wolfstales sowie des Finstertales auf dem Plateau vorgenommen werden müßten.

Wenn vorausgehend gesagt wurde, daß die Möglichkeit besteht, daß aus der Scholle der Scheibwaldhöhe der Großen Höllentalquelle Wasser zukomme, so können doch das Karl-Ludwig-Haus und das Habsburgshaus wegen ihrer großen Entfernung von vorneherein aus der Betrachtung wegbleiben. Aber auch im übrigen wird es sehr schwer fallen, einen Zusammenhang durch Salzung direkt nachzuweisen, es müßte nur gelingen, durch genaues Studium Brüche aufzufinden, welche eine schnelle Verbindung der Scheibwaldscholle mit dem Höhlennetz des Grünschachers ermöglichen.

Daraus geht aber hervor, daß sich ein Quellenschutz für die Große Höllentalquelle so gut wie ausschließlich mit der Sanierung der Grünschacherscholle zu befassen haben wird, und diese wird gerade erst durch den Bestand der Seilbahn ermöglicht.

In zweiter Linie wäre es auch wichtig, das Augenmerk dem Talboden des Großen Höllentales, und hier ganz besonders wieder der Umgebung der Austrittsstelle der Höllentalquelle, zuzuwenden. Es wurde schon gesagt, daß die Hauptbruchlinie am Fuße der Klobenwand entlang hindurchzieht und daß die breite Auskehlung dieses Tales nur dadurch erklärbar erscheint, daß dies ursprünglich von einer ganz zerrütteten Felsmasse erfüllt werde. Diese Zertrümmerung reicht aber naturgemäß

auch unter die heutige Talsohle hinab, und somit muß angenommen werden, daß Oberflächenwässer, welche hier an der Bruchlinie eindringen, leicht irgendeine Verbindung zu dem unterirdischen Gerinne der Höllentalquelle finden können. Die kritischste Situation in dieser Beziehung bietet wieder der Ausgang des Großen Höllentales, da der Quellaustritt hier aller Wahrscheinlichkeit nach der Bruchlinie und damit den Infiltrationswegen des Oberflächenwassers am nächsten liegt.

Dazu käme dann nur noch eine gewisse Sorgfalt, welche der Austrittsstelle der Großen Höllentalquelle selbst zuzuwenden wäre, eventuell müßte auch eine Neufassung dieser Quelle ins Auge gefaßt werden, welche die Ausschaltung der dritten Quelle, die als offenes Höhlengerinne anzusehen ist und daher einer Infektion in erster Linie ausgesetzt erscheint, gestattet.

### 17. Zusammenfassung.

Bezüglich des Deckenbaues des Raxgebirges wird die Auffassung von Kober und Staub als richtig erkannt und das Gosauvorkommen am Ausgange des Großen Höllentales als Fenster gedeutet.

Die Bruchtektonik in diesem Gebiete, wie sie von früheren Autoren gezeichnet wurde, entspricht nur zum Teil den Tatsachen. Der Verlauf der Suess'schen Rohrbacher Linie mit dem von Geyer als Fortsetzung erkannten Bruch des Großen Höllentales wird bestätigt. Ebenso der Bruch, den Geyer von Osten bis auf die Knofeleben zieht. Dagegen muß die „Linie von Hirschwang“ abgelehnt werden. Auch der Randbruch, der von Krebs entlang dem südlichen Plateaurande der Rax gezogen wird, besteht in dieser Form nicht. Dagegen wird gezeigt, daß zu den bisher bekannten Brüchen drei weitere hinzukommen, die noch nicht bekannt waren.

Es folgen sodann grundsätzliche Auseinandersetzungen über die Mechanik der Brüche, und es wird besonders hervorgehoben, daß zwei große Gruppen von Verwerfungen zu unterscheiden sind, und zwar gleichseitige und ungleichseitige, deren Entstehung und Aussehen eingehender geschildert wird.

Diese Erkenntnisse werden dann aufeinanderfolgend auf die vier großen hier in Betracht kommenden Verwerfungen des Großen Höllentales, des Großen Wolfstales, des Finstertales und des Gsohlhorn angewendet. Anschließend werden dann als Ergänzung auch noch die Brüche der Grünschacheralpe besprochen.

Weiters wird gezeigt, daß sich der Verlauf der Verwerfungen auch morphologisch im Gebirge sehr deutlich ausprägt und daß die häufig angetroffene Vorstellung, daß derartige Verwerfungen geradlinig verlaufen müßten, unhaltbar ist und nicht den Tatsachen entspricht, sondern daß im Gegenteil ein derartiger geradliniger Verlauf zu den Ausnahmen gehört. Anschließend wird dann hervorgehoben, daß das nun festgestellte Durchstreichen der Verwerfungen im Südhang der Rax auch schon von anderen Autoren bemerkt, aber nicht richtig gedeutet wurde.



Die Beobachtungen an den Verwerfungen sowie die theoretischen Erörterungen hierüber werden sodann durch die Zergliederung der einzelnen Schollenbewegungen überprüft und eine sehr gute Übereinstimmung gefunden, da sich hiedurch sowohl die ungleichseitige Ausbildung der Verwerfungen und die zu beobachtende Schrägstellung der einzelnen Schollen wie auch das Auftreten des Dolomits auf dem Grünschacher und die Brüche, die diesen durchsetzen, vollkommen zwanglos erklären lassen. Auch das Erscheinen des Gosaufensters am Ausgange des Großen Höllentales wird hiedurch zwanglos in das gezeichnete Bild eingefügt.

Bei Besprechung der Entwässerung der Rax stehen der Kaiserbrunnen und die Große Höllentalquelle im Mittelpunkt. Es wird gezeigt, daß die bisherige Annahme zu Recht besteht, daß der Kaiserbrunnen als Entwässerung des Schneeberges anzusehen ist, daß dagegen die Rax das Infiltrationsgebiet der Großen Höllentalquelle abgibt. Doch ist hiebei nicht der ganze Gebirgsstock in Betracht zu ziehen, sondern in erster Linie das Grünschacherplateau und weiters vielleicht auch noch ein Teil der Scholle der Scheibwaldhöhe, wogegen die Ebenwald- sowie die Gsohlbodenscholle ausdrücklich hievon ausgenommen werden.

Schließlich werden noch die Wege für die Untersuchung des Entwässerungsnetzes gewiesen und damit Hinweise für die Einrichtung eines Quellenschutzgebietes verknüpft.

Wien, im April 1926.

### Literatur.

- 1) Geyer G., Beiträge zur Geologie der Mürztaler Alpen und des Wiener Schneeberges. Jahrb. d. Geol. Reichsanst., XXXIX, 1889.
- 2) Kober L., Der Deckenbau der östlichen Nordalpen. Denkschr. d. Akad. d. Wiss., math.-naturwiss. Kl., LXXXVIII, 1912.
- 3) Ampferer O., Geologische Untersuchungen über die exotischen Gerölle und die Tektonik niederösterreichischer Gosauablagerungen. Denkschr. d. Akad. d. Wiss., math.-naturw. Kl., XCVI, 1918.
- 4) Staub R., Der Bau der Alpen. Beiträge z. geol. Karte d. Schweiz, n. F., 52. Lieferung, 1924.
- 5) Götzinger G., Zur Frage des Alters der Oberflächenformen der östlichen Kalkhochalpen. Mitteil. d. k. k. geogr. Ges., 1913.  
— Weitere neue Funde von Augensteinen auf den östlichen Kalkhochplateaus. Verhandl. d. Geol. Reichsanst., 1915.  
— Zur Erklärung der Oberflächenformen des Raxplateaus. Urania, 1917.  
— Die Karte der Raxalpe (1:25.000) und das morphologische Kartenlesen. Kartogr. Zeitschr., VI, 1917.
- 6) Baedeker D., Zur Morphologie der Gruppe der Schneebergalpen (Schneeberg und Rax). Geogr. Jahresber. a. Österr., XII, 1922.
- 7) Krebs N., Länderkunde der österreichischen Alpen. Stuttgart 1913.
- 8) Nach Abhaltung des Vortrages ist noch erschienen: Lichtenecker N., Die Rax. Geogr. Jahresber. a. Österr., XIII, 1926.
- 9) Ampferer O., Vorläufiger Bericht über neue Untersuchungen der exotischen Gerölle und der Tektonik niederösterreichischer Gosauablagerungen. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., Abt. I, Bd. CXXV, Wien 1916.
- 10) l. c., S. 687.

- 11) Suess E., Bericht über die Erhebungen der Wasserversorgungskommission des Gemeinderates der Stadt Wien, 1864, S. 47, 82 u. 88.
- 12) l. c., S. 691 u. 773.
- 13) l. c., S. 47.
- 14) l. c., S. 675, 713 u. 769.
- 15) l. c., S. 40, Fig. 9.
- 16) Höfer-Heimhalt H., Die Verwerfungen. Braunschweig 1917.
- 17) Köhler G., Die Störungen der Gänge, Flötze und Lager. Leipzig 1921.
- 18) Stočes B., Tektonische Geologie. Leipzig o. J.
- 19) Rotter Elsa, Bericht über die Exkursion des geographischen Seminars der Universität Wien auf die Raxalpe am 29. Juni 1907. Geogr. Jahresber. a. Österr., VII, 1909.
- 20) Stenographisches Protokoll über die am 10. Oktober 1925, 10 Uhr vormittags, im Marmorsaal der niederösterreichischen Landesregierung unter Vorsitz des Herrn Landeshauptmannes Dr. Buresch stattgefundenen Enquete, betreffend die Drahtseilbahn auf der Rax und die Wasserversorgung Wiens. S. 37.
- 21) Hirschwald J., Handbuch der bautechnischen Gesteinsprüfung. Berlin 1912, S. 64.
- 22) Grund A., Die Veränderungen der Topographie im Wiener Wald und im Wiener Becken. Pencks Geogr. Abhandl., VIII/1, 1901, S. 8.
- 23) Bittner A., Die geologischen Verhältnisse von Hernstein in Niederösterreich. Profil 1. Wien 1882.
- 24) Lichtenecker, 1926, a. a. O., S. 159 u. 160.  
— 1925, Das Bewegungsbild der Ostalpen. Die Naturwissenschaften, XIII. Bd., Heft 35.
- 25) Karrer F., Geologie der Kaiser-Franz-Joseph-Hochquellenwasserleitung. Abhandl. d. k. k. Geol. Reichsanst., IX, 1877, S. 42 u. 44.
- 26) Stadler Rud., Die Wasserversorgung der Stadt Wien in ihrer Vergangenheit und Gegenwart. Denkschrift zur Eröffnung der Hochquellenwasserleitung im Jahre 1873, Wien 1873, S. 82.
- 27) Tschebull Anton, Zur Vermehrung der Hochquellenwassermenge in Wien. Wochenschr. d. Österr. Ingenieur- u. Architekten-Vereines, Nr. 12, 1889.

## Inhalt.

	Seite
1. Einleitung . . . . .	431
2. Der Gebirgsbau . . . . .	431
3. Die Schichtfolge . . . . .	432
4. Ausmaß des Deckenschubes . . . . .	432
5. Die Bruchtektonik . . . . .	433
6. Mechanik der Brüche . . . . .	434
7. Das Große Höllental . . . . .	438
8. Der Bruch des Großen Wolfstales . . . . .	442
9. Der Bruch des Finstertales . . . . .	444
10. Der Gsohlhirnbruch . . . . .	445
11. Die Brüche der Grünschacheralpe . . . . .	446
12. Der Verlauf der Verwerfungen . . . . .	448
13. Der Südhang der Rax . . . . .	449
14. Die Bewegung der Schollen . . . . .	451
15. Die Entwässerung . . . . .	455
16. Quellenschutzrayon . . . . .	459
17. Zusammenfassung . . . . .	462

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt](#)

Jahr/Year: 1926

Band/Volume: [76](#)

Autor(en)/Author(s): Waagen Lukas

Artikel/Article: [Tektonik und Hydrologie der Südostecke des Raxgebirges  
431-464](#)