

Geologische Beschreibung des südlichen Theiles des Karwendelgebirges.

Von Otto Ampferer und Wilhelm Hammer in Innsbruck.

Mit einer geologischen Karte in Farbendruck im Massstabe 1:50.000 (Taf. Nr. VIII), einem tektonischen Uebersichtskärtchen (Taf. Nr. IX) und 33 Zinkotypen im Text.

Vorwort.

Die vorliegende Arbeit wurde als Lösung der von der Universität Innsbruck im Sommersemester 1896 gestellten Preisaufgabe durchgeführt. Der zur Verfügung gegebene Termin reichte von Mitte Juli 1896 bis Mitte October 1897, eine Zeit, die mit Rücksicht darauf, dass in Folge des complicirten Baues des Gebirges einerseits und der noch complicirteren Faciesverhältnisse andererseits eine äusserst genaue Begehung sich als nothwendig erwies, gewiss nichts weniger als gross war. Besonders sind es die verschiedenartigen, weit verzweigten Dolomite, welche den Einblick sehr erschwerten, während andererseits eine ins Einzelne gehende touristische Kenntniss der Gegend uns Manches erleichterte. Die Begehung erforderte im Ganzen 51 ganze und 53 halbe Tage.

Die Aufnahmen wurden ohne Rücksicht auf frühere Bearbeitungen in allen Gebieten, mit Ausnahme der Glacialgebiete des Innthals, mit derselben Genauigkeit betrieben, um volle Gleichmässigkeit in Karte und Profile zu bringen. Denn wir mussten leider sehen, dass die sorgfältigen Aufnahmen Pichler's, die ja am meisten in Betracht kommen, in Folge der ungenügenden topographischen Grundlage fast nur als geordnete Verzeichnisse des Anstehenden zu verwenden waren. Diese Aufnahmen für die Karte zu verwerthen, wäre eine grössere Mühe gewesen, als eine neue herzustellen. Man kann ihre Angaben nur mit genauen geologischen Localkenntnissen an den richtigen Ort verlegen. Ausser diesen Karten wären noch die Aufnahmen, welche E. v. Mojsisovics im Auftrage der k. k. geologischen Reichsanstalt durchgeführt hat, zu erwähnen; auch für diese stand nur die alte Generalstabkarte im Massstabe von 1:144.000 zur Verfügung und die hiedurch schon bedingten Mängel der Darstellung konnten selbstverständlich durch die nachträglich vorgenommene mechanische Uebertragung der Einzeichnungen auf die später erschienene Specialkarte im Massstabe von 1:75.000 nicht ver-

ringert werden. Alle die vorhandenen Vorarbeiten hatten für uns den Werth, dass sie ein Bild des Vorhandenen entwarfen und auf die vorliegenden Probleme aufmerksam machten. Ausserdem sind in diesen früheren Werken für die besseren Aufschlüsse Versteinerungsfunde angegeben, stellenweise sogar stattliche Mengen, so dass auf diesem Gebiete tüchtig vorgearbeitet war.

Einige Eigenthümlichkeiten der Arbeit müssen hier noch kurz beleuchtet und begründet werden, da sie sonst leicht statt der beabsichtigten Verbesserungen Missverständnisse erwecken könnten.

Eine Neuerung in der Kartenzeichnung, die allerdings wegen technischer Schwierigkeiten nicht überall ganz zur Ausführung gelangen konnte, soll zunächst besprochen werden: Es ist eine weit verbreitete, ja häufige Erscheinung, dass zwei aufeinander folgende Schichten nicht scharf gegeneinander abgegrenzt sind, sondern ganz allmählig ineinander übergehen. Solchen Verhältnissen tragen die uns bekannten Karten nicht Rechnung, sondern es sind ständig auch dort scharfe Grenzen eingezogen, wo solche in der Natur nicht zu finden sind. Manche Streitigkeit über Schichtzugehörigkeit mag daraus hervorgegangen sein. Wir haben uns nun bemüht, auf unserer Karte in Handcolorit solchen Uebergängen in der Natur durch Uebergehen der Farben ineinander Rechnung zu tragen. Leider ist diese Darstellungsmethode auf Karten in Farbendruck nicht anwendbar und wir haben daher den Ausweg gewählt, die sonst üblichen scharfen Begrenzungslinien in den durch Uebergänge charakterisirten Regionen durch feinpunktirte Linien zu ersetzen. Die Schichtfarben haben wir in der Karte nur über Stellen gemalt, wo ein dichtes Netz von Aufschlüssen die Schichte offenbart. Das mag auch die im Vergleiche zu vielen Karten auffallend starke Bedeckung mit Schutt und Vegetation erklären. Die Karte soll aber und kann nur die thatsächliche Erdoberfläche darstellen, und auf der bilden für den Geologen diese Ablagerungen völlig gleichwerthige Bestandtheile, wie die des Grundgebirges.

Da eine Darstellung der blossen Schichtzugehörigkeit besonders in der Solsteinkette einen der charakteristischsten Züge derselben verwischt hätte, suchten wir durch verschiedene Schraffirung Dolomite und Mergel von den Kalken abzuheben. Farben wären auffälliger gewesen, hätten aber die grösseren Zusammenhänge weniger erkennen lassen, abgesehen von den technischen Schwierigkeiten.

Die Einzeichnung der Verwerfungen hat sich als eine keineswegs leichte Aufgabe gezeigt, da ihr Verlauf häufig nicht genau festzustellen ist. Sie werden begreiflicher Weise als eine räumlich oft nur wenig hervortretende Erscheinung durch Schutt und Vegetation noch leichter als das Anstehende einer Schichte verdeckt. Auch ist es oft, besonders im Auslaufen der Verwerfungen, schwer, die wichtigen von den unbedeutenden zu scheiden. Wir haben zahlreiche Verwerfungen beobachtet, aber nur die weiterhin verfolgbaren und sicher erkennbaren in die Karte eingetragen.

Wenn man der Karwendelkarte Rothpletz' den Vorwurf macht, dass sie unnatürlich viel Verwerfungen verzeichne, so ist dies eine irrige Ansicht. Ihre Anzahl ist im Karwendel zweifelsohne eine

noch grössere, nur haben sich die meisten zu keiner weiteren Bedeutung durchgebrochen. Was uns an dem schönen Kartenwerke Rothpletz' unbegreiflich ist, das ist die Möglichkeit, die Verwerfungen längs ihrer ganzen Erstreckung überall so genau verfolgen zu können. Uns war etwas Aehnliches nicht möglich.

In den Profilen haben wir auch keine Bathyskopie betrieben und auch keine schwungvollen Luftverbindungen darüber gezeichnet. Alle sind im wirklichen Verhältnisse von Länge und Höhe nach der Karte angefertigt. Was theoretisch an ihnen ist, kann man aus der tektonischen Beschreibung entnehmen.

Was die stratigraphische Beschreibung anbelangt, so war es uns weniger darum zu thun, die längst beschriebenen Schichten unseres Gebietes ausführlich zu charakterisiren, als vielmehr ihre bisher wenig bekannten Faciesverhältnisse in das rechte Licht zu setzen.

In dieser Hinsicht ist übrigens noch Vieles zu thun und zu prüfen. — Die interessanten Glacialgebilde, die allenthalben in der Gegend noch zu finden sind, haben wir besonders in den entlegenen und höheren Gebieten nicht ausser Acht gelassen. Bei der Zusammenstellung der Aufzeichnungen mussten wir aber zu unserem Leidwesen gewahr werden, dass diese Beobachtungen, die natürlich nur mehr nebenher betrieben werden konnten, zur Herstellung der geplanten genaueren Vergletscherungskarte nicht ausreichten. Diese bedarf noch reichlicher weiterer Arbeit. Es mag hier noch erwähnt werden, dass wir die von Penck angegebene Höhenstandlinie der erratischen Blöcke auf diesem Gebiete durch zahlreiche Funde verdichten und in die Höhe rücken konnten.

Da wir also von einer eigenen genaueren Kartirung der Glacialerscheinungen absehen mussten, wollten wir wenigstens, zum guten Theile gestützt auf die genaue Blaas'sche Karte der Glacialerscheinungen des Innthals, einige Unterscheidungen in die quartären Ablagerungen bringen, indem wir interglaciale Breccien, glaciale Gebilde im weiteren Umfange und postglaciale Ablagerungen zu unterscheiden suchten. Die Ausscheidung der interglacialen Breccien geschah, um diese Ablagerungen in ihrer Verbreitung festzustellen, und weil wir glauben, dass diese interglacialen Breccien, die eine ungeahnt grosse Verbreitung besitzen, bisher vielleicht zu wenig Beachtung gefunden haben.

Die Tektonik soll so viel als möglich auch ohne Profile und Karten verständlich sein. So war es unsere Absicht und deshalb haben wir dieselbe nicht aus der Beschreibung von Profilen aufgebaut. Sie soll nicht Profile und Karten in Worte umsetzen, sondern auch auf Zusammenhänge hinweisen, die aus letzteren nicht so leicht erschlossen werden können.

Auch den Mangel von genauen Fall- und Streichrichtungsangaben wird man als Abweichung von der üblichen Art empfinden. Wir haben eine verhältnissmässig grosse Anzahl von Messungen gemacht, dieselben aber nur bei Zeichnung der Profile und der Karte direct angewendet, während wir in der Beschreibung viel allgemeinere Ausdrücke gebrauchen. Unserer Ansicht nach ist in einem stark gestörten Gebirge Streich- und Fallrichtung etwas zu Veränderliches,

als dass es sich durch einzelne Angaben festhalten liesse. Will man auch in der Beschreibung diese Umstände genau zum Vortrag bringen, so müsste man an sehr vielen Orten und in sehr überlegter Vertheilung Messungen anbringen. Solches zu thun fehlte uns die Zeit, und wir haben in der Beschreibung Durchschnittswerthe angegeben.

Bei der Zeichnung der Karte und bei den Aufzeichnungen im Felde bedienten wir uns der von Blaas eingeführten Bezeichnungs-, beziehungsweise Kartirungsmethode, welch' letztere allerdings nur in beschränkten Fällen ganz zur Verwendung kommen konnte. (Blaas, Lage der Schnittlinien von Terrainflächen und geologischen Ebenen. Jahrb. d. geol. R.-A. 1896.)

Die Nomenclatur der Gegend schliesst sich in der Arbeit möglichst an die Karte an. Wo diese nicht ausreicht, wurde die in der „Erschliessung der Ostalpen“ (herausgegeben vom deutschen und österreichischen Alpenverein 1892) angewendete Nomengebung verwendet.

An dieser Stelle möge nun auch noch allen jenen, die durch ihre Veröffentlichungen, besonders aber jenen, die durch mündliche oder schriftliche Mittheilung und Belehrung uns hilfreich gewesen sind, unser aufrichtigster Dank erstattet werden.

Besonders dem Manne, der durch lange Jahre allein das ganze Gebiet durchstreift und sozusagen der Geologie erobert hat, unserem unvergesslichen Adolf von Pichler.

Hat er uns als Ersterschliesser die Pfade geebnet, so hatte uns der treffliche Vortrag, der freundliche Verkehr und die Excursionen unseres geehrten Lehrers Herrn Professor Dr. J. Blaas die nöthige Vorbildung und eine fortwährende Anregung verschafft. Besonders verdanken wir ihm den Hinweis auf manche Verwerfung und auf manche Erosionsformen, und ausserdem die Ueberlassung aller Hilfsmittel des hiesigen geologisch-palaeontologischen Institutes. In äusserst freundlicher Weise hat uns Herr Prof. P. J. Gremlich in Hall seine Versteinerungsfunde benützen lassen und uns manchen Wink über die Verhältnisse des Hallthales und Walderjoches gegeben.

Besonderen Dank schulden wir den Herren der geologischen Reichsanstalt in Wien, Herrn Vicedirector Oberbergrath Dr. E. von Mojsisovics und Herrn Chefgeologen Dr. A. Bittner, welche in dankenswerthester Weise und obwohl wir sie in unserer Eile drängen mussten, die oft schlecht erhaltenen Versteinerungen bestimmt haben.

Herr Oberbergverwalter Grüner hinwieder zeigte uns in grösster Zuvorkommenheit die Aufschlüsse und Fundstücke des Hallersalzbergwerkes, und es werden uns die dort in seiner Gesellschaft verlebten Stunden stets in angenehmer Erinnerung bleiben.

Damit übergeben wir die Arbeit dem Leser und Prüfer, indem wir wohl einsehen, wie Manches unvollendet geblieben ist. Doch haben wir die Mängel nirgends verschwiegen, sondern im Gegentheil auf alles Unzulängliche hinzuweisen uns bemüht, damit eine spätere Erforschung die Hauptplätze ihres Angriffes darauf hinrichte.

Specialliteratur des bearbeiteten Gebietes.

1. A. J. Bargmann. Der jüngste Schutt der nördlichen Kalkalpen in seinen Beziehungen zum Gebirge, zu Schnee und Wasser, zu Pflanzen und Menschen. Veröffentlichung des Vereines für Erdkunde zu Leipzig, 3. Theil, 1894.
2. A. Bittner. Triasbrachiopoden von der Rax und vom Wildangergebirge bei Hall in Tirol. Verh. d. geol. R.-A. 1891.
3. J. Blaas. Der Boden der Stadt Innsbruck. Berichte des naturw.-medic. Vereines in Innsbruck 1894/95.
4. — Die Höttingerbreccie und ihre Beziehung zur Frage nach einer wiederholten Vergletscherung der Alpen. Bericht des naturw.-medic. Vereines zu Innsbruck 1889.
5. — Die Trinkwasserquellen der Stadt Innsbruck. Bote für Tirol und Vorarlberg 1890.
6. — Erläuterungen zur geolog. Karte der diluvialen Ablagerungen in der Umgebung Innsbrucks. Jahrb. d. geol. R.-A. 1890, mit Karte.
7. — Noch einmal die Höttingerbreccie. Verh. d. geol. R.-A. 1894.
8. Notizen über diluvial-glaciale Ablagerungen im Innthalgebiete. Berichte des naturw.-medic. Vereines in Innsbruck 1890/91.
9. — Ueber die Glacialformation im Innthale. I, Zeitschrift des Ferdinandeums 1885.
10. — Ueber sogenannte interglaciale Profile. Jahrb. d. geologischen R.-A. 1889.
11. A. Böhm. Die Höttinger Breccie und ihre Beziehung zu den glacialen Ablagerungen. Jahrb. d. geol. R.-A. 1884.
12. C. v. Ettinghausen. Ueber die fossile Flora der Höttingerbreccie. Sitzungsberichte d. k. Akad. d. Wissensch. in Wien 1884.
13. Geognostisch-montanistischer Verein für Tirol und Vorarlberg. Geognostische Karte Tirols 1852.
14. J. Heckel. Bericht über das Vorkommen fossiler Fische zu Seefeld in Tirol und am Monte Bolka im Venetianischen. Jahrb. d. geol. R.-A. 1850, IV.
15. M. v. Isser. Die Bitumenschätze von Seefeld. Berg- und hüttenmännisches Jahrbuch 1888.
16. — Die Montanwerke und Schurfbaue Tirols in Vergangenheit und Gegenwart. Berg- und hüttenmännisches Jahrbuch 1888.
17. Klingler. Resultat der geognost.-montanist. Bereisung des westlichen Theiles des Unterinntaler Kreises im Jahre 1843. Bericht über die 6. Generalversammlung des geognost.-montanist. Vereines für Tirol und Vorarlberg 1844.
18. Kner. Die fossilen Fische von Seefeld. Sitzungsbericht der k. Akad. d. Wissensch. in Wien 1866—69.
19. Kravogl. Zusammenfassung und Lagerung des Diluviums um Innsbruck. Zeitschrift des naturw.-medic. Vereines in Innsbruck 1872 und Verh. d. geol. R.-A. 1873.

20. E. v. Mojsisovics. Bericht über die im Sommer 1868 durch die 2te Section der geolog. Reichsanstalt ausgeführte Untersuchung der alpinen Salzlagerstätten. Jahrb. d. geol. R.-A. 1869.
21. — Faunen und Faciesgebilde in den Ostalpen. Jahrb. d. geol. R.-A. 1874.
22. — Gliederung des Trias in der Umgebung des Haller Salzberges in Nordtirol. Verh. d. geol. R.-A. 1868.
23. — Ueber das Auftreten des oberen Muschelkalkes in der Facies der rothen Kalke von der Schreyeralp in den Kalkalpen nördlich von Innsbruck. Verh. d. geol. R.-A. 1888.
24. — Ueber die Gliederung der oberen Triasbildungen der Alpen. Jahrb. d. geol. R.-A. 1869.
25. M. Neumayr. Das Karwendelgebirge (Reisebericht). Verh. d. geol. R.-A. 1871.
26. — Vom Haller Salzberg. Verh. d. geol. R.-A. 1871.
27. A. Penck. Die Höttingerbreccie. Verh. d. geol. R.-A. 1887.
28. — Die Vergletscherung der deutschen Alpen. Leipzig, Barth, 1892.
29. — Interglaciäle Breccien der Alpen. Verh. d. geol. R.-A. 1885.
30. A. v. Pichler. Aus der Trias der nördlichen Kalkalpen. Neues Jahrb. f. Mineralogie etc. 1875.
31. — Beiträge zur Geognosie Tirols. Mit 1 Karte und 30 Profilen. Zeitschrift d. Ferdinandeums f. Tirol u. Vorarlberg 1859.
32. — Beiträge zur Geognosie Tirols. Mit einer Tafel Profile. Zeitschrift d. Ferdinandeums f. Tirol u. Vorarlberg 1863.
33. — Beiträge zur Geologie Tirols. Jahrb. d. geol. R.-A. 1861/62.
34. — Beiträge zur Geologie Tirols. Jahrb. d. geol. R.-A. 1866.
35. — Beiträge zur Geognosie und Mineralogie Tirols. Jahrb. d. geol. R.-A. 1869.
36. — Beiträge zur Geognosie Tirols. Jahrb. d. geol. R.-A. 1868.
37. — Beiträge zur Geologie Tirols. Verh. d. geol. R.-A. 1890.
38. — Carditaschichten und Hauptdolomit. Jahrb. d. geol. R.-A. 1866.
39. — Zur Geologie Tirols. Verh. d. geol. R.-A. 1890.
40. — Geologische Notizen aus Tirol. Neues Jahrb. für Mineralogie etc. 1862.
41. — Zur Geognosie der nordöstlichen Kalkalpen Tirols. Jahrb. d. geol. R.-A. 1856.
42. — Zur Geologie der nordtiroler Kalkalpen, mit Karte. 15. Programm d. k. k. St.-Gymnasiums in Innsbruck 1864.
43. — Ueber das Wildangergebirge. Verh. d. geol. R.-A. 1891.
44. H. Prinzing. Geognostische Skizze aus der Umgebung des Salzbergwerkes zu Hall in Tirol. Jahrb. d. geol. R.-A. 1855.
45. v. Richthofen. Die Kalkalpen von Vorarlberg und Nordtirol. Jahrb. d. geol. R.-A. 1862.
46. Rothpletz. Ein geologischer Querschnitt durch die Ostalpen. 1893, Stuttgart, Schweizerbart.
47. — Das Karwendelgebirge. Zeitschrift d. deutschen u. österr. A.-V. 1888, mit Karte.

48. Russegger. Ueber den Asphalt, sein Vorkommen in Tirol, seine technische Bedeutung und seine Gewinnung. Bericht über die 6. Generalversammlung des geognost.-montanist. Vereines f. Tirol u. Vorarlberg 1845.
49. A. R. Schmid. Ueber die Beschaffenheit und den bisherigen Aufschluss des Salzlagers bei Hall in Tirol. Zeitschrift d. Berg- und hüttenmännischen Vereines in Kärnten 1879.
50. Th. Skouphos. Die stratigraphische Stellung der Partnach- und Carditaschichten in den nordtirolischen und bairischen Alpen. Geognost. Jahreshefte d. kgl. bair. Oberbergamtes, IV, 1892.
51. D. Stur. Ueber die fossile Flora der Höttinger Breccie. Sitzungsbericht d. k. Akad. d. Wissensch. in Wien, I, 1884.
52. — Ein Beitrag zur Kenntniss der Flora des Kalktuffes und der Kalktuffbreccie von Hötting in Tirol. Abhandl. d. geol. R.-A., XII. Bd., 1882.
53. R. v. Wettstein. Die fossile Flora der Höttingerbreccie und ihre Bedeutung für die Geschichte der Pflanzenwelt. Zeitschrift d. deutschen u. österr. A.-V. 1892.
54. v. Wöhrmann. Die Fauna der Cardita- und Raiblerschichten. Jahrb. d. geolog. R.-A. 1889.

Nachtrag:

55. W. Hammer. „Draxlehnerkalke“ bei Innsbruck. Verh. d. geol. R.-A. 1897.

Historischer Ueberblick.

Die ersten geognostischen Aufnahmen auf dem Gebiete der südlichen Karwendelketten gehen vom geognostisch-montanistischen Vereine für Tirol und Vorarlberg aus. Im Jahre 1843 machte Klingler im Auftrage dieses Vereines die Aufnahme im Innthal und gab 1844 darüber einen Bericht (Lit. 17), begleitet von einer kleinen Uebersichtsskizze, heraus. In dieser finden sich ausser einer allgemeinen Kalküberdeckung fast nur die nutzbaren Ablagerungen: die „Kreide“ im Gleirschthal und bei Scharnitz, das Salzlager in Hall, die Höttinger Breccie und die Seefelder Asphaltschiefer, ausgeschieden. Ueber die letzteren berichtete 1845 Russegger (Lit. 48) eigens. Diese Schichten sind fast die ersten unseres Gebietes, welche eine eingehende wissenschaftliche Bearbeitung erfahren haben. 1850 beschreibt sie Heckel (Lit. 14). Vor den Seefelderschichten noch lenkte natürlich das Haller Salzlager die Aufmerksamkeit auf sich, doch vorherrschend nur von bergmännischen Kreisen. [Aeltere Literatur siehe bei Richthofen (Lit. 48) und Prinzing (Lit. 44)]. In dritter Linie ist es der Versteinerungsfundort Lafatsch, welcher die Augen der Naturforscher auf sich zog.

1852 erschien die geognostische Karte des geognostisch-montanistischen Vereines für Tirol und Vorarlberg (Lit. 13). Die Triasstratigraphie damaliger Zeit ist noch wenig entwickelt: Rother Sandstein und Rauchwacke, unterer, mittlerer und

oberer Alpenkalk sind die wichtigsten Ausscheidungen des südlichen Karwendelgebietes. Die jüngeren Ablagerungen am Walderjoch sind noch nicht angegeben. Die Umgrenzungen der einzelnen Schichten sind sehr ungenaue und summarisch. Dagegen sind alle alten und neuen Bergbaue sehr fleissig eingetragen. 1855 gab Prinzing (Lit. 44) eine beschreibende Uebersicht über die geologischen Verhältnisse in der engeren und weiteren Umgebung des Haller Salzbergwerkes, welches eingehend besprochen wird, ohne aber eine feste Ansicht über das Alter desselben zu geben.

1856 trat zum erstenmale A. Pichler mit einer Veröffentlichung über die geologischen Verhältnisse des Karwendels hervor (Lit. 41). Damit beginnt die eigentliche wissenschaftliche Erforschung dieses Gebietes. Von 1856 bis in die letztvergangenen Jahre hat A. v. Pichler fortwährend in kleineren und grösseren „Beiträgen zur Geognosie Tirols“ seine Aufmerksamkeit diesem Gebiete zugewendet. Pichler's Arbeiten zeichnen sich besonders durch die Schärfe der Beobachtung aus und sind für dieses Gebiet grundlegend. Dieser ersten Arbeit von 1856 ist auch eine kleine Kartenskizze beigegeben, die gegenüber der Karte von 1852 bedeutende Fortschritte aufweist. Die Schichtenfolge ist:

Buntsandstein,
 Rauchwacken und Gyps,
 unterer Alpenkalk und Dolomit (Steinsalz und Asphaltschiefer):
 — der ganze Dolomit der Seefelderberge mit den Asphaltschiefern,
 deren angeblich liasisches Alter er bezweifelt, und alle anderen
 Dolomite der Solsteinkette sind mit einbegriffen —
 Carditaschichten (als deren ständiger Bestandtheil schon hier
 die Sandsteine bezeichnet werden),
 oberer Alpenkalk,
 Kössenerschichten,
 Lias.

Hier wird zum erstenmale der Lias und Jura des Walderkammes angeführt und beschrieben. Die Profile sind stark überhöht und geben daher keinen Einblick in den Bau des Gebirges, der auch im Text wenig besprochen wird. 1859 erschien eine grössere, grundlegende Arbeit Pichler's (Lit. 31), in der besonders die stratigraphischen Verhältnisse — die tektonischen Verhältnisse sind bei Pichler gegenüber den stratigraphischen durchwegs stark vernachlässigt — eingehend besprochen werden. Das Salzlager, das bisher und von da an eine Hauptfrage aller geologischen Untersuchungen dieser Gegend bildet, wird eingehend beschrieben, in Betreff des Alters aber hält sich Pichler zurück, „der Ansicht der österreichischen Geologen, welche es der unteren Trias zurechnen, widerspricht er nicht“, doch mit Zweifel. Das Normalprofil zeigt folgende Neuerungen: Die Carditaschichten liegen ober den oberen Alpenkalk oder wechsellagern mit ihm. Der Seefelder Dolomit erscheint als Mitteldolomit zwischen Cardita- und Kössenerschichten. Die Höttingerbreccie wird als tertiäres Conglomerat bezeichnet und Pichler veröffentlicht hier

zuerst seine Pflanzenfundorte aus dieser Breccie, die später zum Gegenstande so eingehender Untersuchungen geworden sind. Die Bestimmungen sind von Unger. Auch dieser Arbeit sind eine grössere Zahl abermals stark überhöhter Profile beigegeben und eine colorirte Karte. Im gleichen Jahre veröffentlichte Freiherr von Richthofen (Lit. 48) im ersten Theile seiner „Kalkalpen von Vorarlberg und Nordtirol“ die Ergebnisse der von ihm und Franz von Hauer für die k. k. geologische Reichsanstalt gemachten Aufnahmen. Wir erfahren, dass diese Herren auch speciell Pichler zu der gleichzeitigen Neubearbeitung seines Gebietes anregten. Im ersten Theile werden die stratigraphischen Verhältnisse für die ganzen Nordalpen gemeinsam behandelt. Wir finden da eine der heutigen in ihren Grundzügen völlig analoge Gliederung:

- Untere Trias: Werfener- und Gutensteinerschichten;
 Obere Trias: Virgloriakalk, wobei auf das Vorkommen am
 Kerschbuchhof hingewiesen wird;
 Partnachsichten,
 Hallstätterkalk oder Arlbergkalk,
 Raiblerschichten;
 Lias: unterer Dachsteindolomit und -Kalk,
 Kössenerschichten,
 oberer Dachsteinkalk u. s. w.

Die Besprechung des tektonischen Baues der einzelnen Theile erscheint für unser Gebiet im zweiten Theile der Arbeit im Jahre 1862 (Lit. 95). Hier wird zum erstenmale der tektonische Bau eingehender besprochen; die Untersuchung ist aber eine so summarische, dass den Geologen der Reichsanstalt die südlichen Ketten des Karwendels sehr einfach gebaut erscheinen. Aus drei durch die Solsteinkette gezogenen Querprofilen wird folgender Bau abgeleitet: Es sind „unter schieferm Winkel zwei gewölbartige Aufbiegungen, welche sich gegen Osten in eine vereinen“; die complicirten Verhältnisse des Salzberges werden ausschliesslich durch die Quellung und das Empordringen des Salzstockes erklärt und als classisches Beispiel einer durch chemische Ursachen hervorgerufenen Störung im Gebirgsbaue bezeichnet, die bei dem so einfachen Bau des Gebirges ringsherum sonst nicht erklärlich erscheine. Ein beigegebenes Idealprofil versinnbildlicht diesen Bau.

Unterdessen hatte Pichler seine Aufnahme fortgesetzt und veröffentlichte 1863 abermals eine grössere Arbeit (Lit. 32) über die Stratigraphie des Karwendel. Pichler gliedert hier folgendermassen:

- Buntsandstein,
 unterer Alpenkalk (Muschelkalk), dabei wird auf die Profile am Kerschbuchhof und an der Pfanneuschmiede hingewiesen,
 mittlerer Alpenkalk (Knollenkalk, Virgloriakalk Richthofen's),
 hieher werden auch die schwarzen Mergel und Sandsteine mit Versteinerungen der „echten Carditaschichten“ gerechnet (die erste Andeutung der unteren Carditaschichten), z. B. bei Rattenberg und in der Mühlauerklamm, ferner wird hieher ein Dolomit gerechnet,

„der in einem ununterbrochenen Bande von Absam bis Kranabitten zieht“. Zur Erklärung werden Profile beschrieben durch den Höttingergraben, Weiherburggraben, Mühlauerklamm, Vintlalpe, Thaurerklamm und Zunderkopf und einige ausser dem Gebiete liegende; der ganze Complex wird als Aequivalent der Cassianerschichten bezeichnet, dem die Partnachsichten als local entwickeltes Glied angehören, die aber in dem Gebiete ausdrücklich als nicht vorhanden bezeichnet werden. Der mittlere Alpenkalk wird als erstes Stockwerk des unteren Alpenkeuper bezeichnet; der darüber folgende obere Alpenkalk als zweites und darüber die „eigentlichen Carditaschichten“ als drittes. Darüber folgt dann Mitteldolomit (Hauptdolomit Gumbel's) und Lias. Die zu dieser Abhandlung gehörige Karte erschien 1864 (Lit. 42). Es ist die letzte bis jetzt erschienene Karte. Leider verringern die schlechte kartographische Unterlage und die schlechte technische Ausführung ihren Werth bedeutend.

1866 erschien die umfassende Arbeit Kner's (Lit. 18) über die Fische der Seefelder Fischschiefer. Im gleichen Jahre schrieb Pichler über „Carditaschichten und Hauptdolomit“ (Lit. 28). Betreffs der Partnachsichten wird dasselbe wie 1863 angegeben: „sie kommen zwischen Ellmau und Landeck nicht vor“; andererseits wird die Aehnlichkeit des „mittleren Alpenkalkes“ und der Carditaschichten hervorgehoben, zu deren Unterscheidung nur kleine petrographische Unterschiede verwendbar sind, die Carditaschichten werden in ihrem Vorkommen in der Zirlerklamm eingehend beschrieben. Durch Hinzurechnung mehrerer grosser Dolomitcomplexe wegen der über ihnen noch vorkommenden Mergel erreichen seine Carditaschichten hier eine Mächtigkeit, die Pichler vermuthen lässt, dass alle Dolomite, die im Innthale zwischen Telfs und Zirl vorkommen, noch zu den Carditaschichten zu rechnen sind. Bei Aigenhofen weist sie Pichler noch sicher nach. Schliesslich schlägt Pichler vor, mittleren und oberen Alpenkalk und Carditaschichten zusammen Wettersteingruppe zu nennen, und theilt diese Gruppe in:

- a) Untere Schichten der *Cardita crenata* (untere Carditaschichten = St. Cassianschichten mit *Pterophyllum Jägeri*);
- b) Schichten der *Chemnitzia Rosthorni* (Wettersteinkalk),
- c) obere Schichten der *Cardita crenata* (obere Carditaschichten = Raiblerschichten).

Diese Gruppe wird dann als „unterer Keuper“ in die „obere Trias“ eingereiht. 1868 entdeckte Pichler (Lit. 35) bei der Kumeralpe die Bacryllienmergel der Carditaschichten.

1868 machte E. v. Mojsisovics (Lit. 20) geologische Aufnahmen in der Solsteinkette, und besonders in der Umgebung des Salzbergwerkes. Nach einer vorläufigen Mittheilung 1868 wurden 1869 die Untersuchungsergebnisse zusammen mit Untersuchungen in anderen Theilen der Ostalpen herausgegeben. v. Mojsisovics Lit. (22, 24) brachte eine ganz neue Auffassung in die Profile der Solsteinkette und zieht daraus Schlüsse für die gesammte Gliederung der Trias. Wenn wir das Endresultat vorausnehmen, so ist es die Einbeziehung der „Partnachsichten“ Gumbel's in die Schichtfolge,

welche diesen Umsturz hervorruft. v. Mojsisovics stellt folgende Schichtenreihe in der Solsteinkette auf:

Muschelkalk,
 Partnachsichten (vorherrschend dunkle Mergel, in den oberen Theilen Sandstein; die Versteinerungen sind die der unteren Carditaschichten Pichler's), nach oben übergehend in
 Partnachdolomit. Darüber folgt das
 Haselgebirge von Hall und darüber dunkle Kalke;
 Carditaschichten,
 Wettersteinkalk,
 Seefelder Dolomit, discordant über den älteren Schichten; und die jüngeren Schichten.

Sehen wir nun die beigegebenen Profile an, so sind alle Mergel und Sandsteine im Gehänge der Solsteinkette, auch die rothen Sandsteine der Thaureralpe und im oberen Göttingengraben als Partnachsichten bezeichnet, der Dolomit des „mittleren Alpenkalks“ Pichler's als Partnachdolomit und ebenso ist der Dolomit des Zunderkopfes, der ganze Kalk und Dolomit des Höchenbergs und der Kalkzug der Thaureralpe und am Zunderkopf als Partnachdolomit eingezeichnet. Die rothen „Draxlebnerkalke“ Pichler's an der Martinswand werden als rothe Sandsteine mit eingebetteten Kalkknollen den Partnachsichten zugewiesen. Dieser Ausdehnung der Partnachsichten zufolge erscheint der Bau des Gebirges noch einfacher als bei Richthofen, dessen Doppelfalte zu einem Muldenschenkel geworden ist! Für den östlichen Theil dieser Mulde ist der Gegenflügel im Hinterauthale (Lafatschthal). Das Salzbergwerk wird eigens behandelt. Seine Stellung ist durch die oben angegebene Schichtfolge schon bezeichnet.

Zu gleicher Zeit zog E. v. Mojsisovics auch die Ammonitenfauna des Kerschbuchhofes in seine Untersuchungen über die Cephalopoden des unteren Muschelkalkes mit ein. — Nach einem Uebergangsstadium mit drei Carditahorizonten (1871) (unter dem Partnachdolomit, unter und ober dem Wettersteinkalk) und nach Aufgeben des mittleren Horizontes (1872) vereint Mojsisovics 1874 (Lit. 21) die unteren mit den oberen wegen Gleichheit der Faunen und stellt damit den Salzstock über den Wettersteinkalk.

1872 wird zum erstenmale das Alluvium der Umgebung Innsbrucks näher beschrieben von Kravogl (Lit. 19).

1874 wählt Mojsisovics (Lit. 21) speciell auch unser Gebiet zur Darlegung seiner Studien über „Faunen und Faciesgebilde“. Mojsisovics hat hier das Verdienst, zum erstenmale in unserem Gebiete auf diesen hier sehr einschneidenden Umstand, der für die tektonische Erklärung von entscheidender Wichtigkeit ist, hingewiesen zu haben. Ohne näher auf einzelne Profile einzugehen, gibt er für die Solsteinkette zwei Faciescomplexe an; einen südlichen, längs des Innthales verlaufenden, mit folgender Schichtreihe:

Virgloriakalk (Kerschbuchhof und Thauer),
Partnachschiehten,
Dolomit und Kalk (Arlbergkalk),
Carditaschiehten;

und einen zweiten, das Wettersteingebirge und den Karwendel bis zum Kamm der Innthalkette umfassend (Wildanger):

Muschelkalk,
Draxlehnerkalk,
Wettersteinkalk,
Carditaschiehten.

Mittlere Partnachschiehten und Wettersteinkalk sind verschiedene Facies derselben Schichte. Pichler's „untere Carditaschiehten“ sind nicht die Partnachschiehten, sondern fallen mit den „oberen Carditaschiehten“ zusammen und liegen demnach immer ober dem Wettersteinkalk oder dessen Aequivalenten.

1874 veröffentlichte A. R. Schmid (Lit. 49) mehrere Arbeiten über den Salzberg vor Allem vom bergmännischen und dann vom historischen Standpunkte aus.

Pichler stimmte den Ansichten Mojsisovics nicht bei (Lit 30), sondern hält seine früher gegebenen Gliederungen mit geringen Aenderungen aufrecht. Auch er verwendet gerade das Profil von Thauer zur Darlegung seiner Ansicht, das sonst den Darlegungen von Mojsisovics am meisten entspricht. Pichler führt folgende Schichtreihe an: Auf den Muschelkalk, der aus

- a) Schichten des *Natica stanensis* (Gutensteiner Kalk),
- b) *Gyroporella pauciforata* (Mühlau),
- c) *Arcestes Studeri* (Virgloriakalk)

besteht, folgen:

untere Carditaschiehten (Partnachschiehten G ü m b e l's),
Draxlehnerkalk

und auf diese die Chemnitzschichten, die hier in zwei Unterabtheilungen getheilt werden — ein Zeichen von Pichler's genauer und fleissiger Beobachtung: eine tiefere Zone „aus grauen, splittrigen, dolomitischen Kalken mit *Halobia obliqua* und *Halobia Lomellii*, und eine höhere aus „lichtem, fast dichten, feinkörnigen Kalk und Dolomit mit *Halobia Pichleri* und *Megalodonten*“ bestehend. Darüber liegen dann die oberen Carditaschiehten.

Unterdessen tritt eine andere Frage und ein anderer Schicht-complex in den Vordergrund und nimmt die Geologen und die geologische Literatur dieses Gebietes intensiv in Anspruch. Durch Penck's 1882 erschienene „Vergletscherung der deutschen Alpen“ (Lit. 28) wird die Aufmerksamkeit der Geologen auf die diluvio-glacialen Ablagerungen und besonders auf die Höttingerbreccie, die bisher als tertiäres Conglomerat angesprochen wurde, hingelenkt. Die Frage des Alters der von Pichler in der Höttingerbreccie gefundenen Pflanzenresten wird von verschiedenen Palaeophytologen mit verschiedenen Resultaten beantwortet. Ettinghausen (Lit. 12)

und Stur (Lit. 51 und 52) sind es, welche sich besonders diesen Untersuchungen widmeten und später v. Wettstein (Lit. 53). Die Mehrzahl der Stimmen und die letztausgesprochenen sprechen für das quartäre Alter der Funde. Vom stratigraphischen und tektonischen Standpunkte aus sind es Penck (Lit. 27 und 29) und Böhm (Lit. 11) und vor Allem Blaas (Lit. 3—10), die als Specialisten dafür auftreten. Wir wollen hier nicht auf die Entwicklung der einzelnen Ansichten eingehen, denn dies ist in Blaas' Schriften weit besser und genauer, als es hier möglich wäre, geschehen. Besonders hervorheben wollen wir die 1885 erschienene grössere Arbeit Blaas' (Lit. 9), in der das ganze Gebiet der Solsteinkette und Umgebung zusammenhängend und eingehend beschrieben wird. Jedenfalls ist das Gebiet der Solsteinkette durch alle diese Untersuchungen zu einem „classischen“ Orte für Glacialgeologie geworden und die Reihe der grossen geologischen Fragen und Entdeckungen, welche gerade von unserem Gebiete ausgingen oder für die unser Gebiet besonders wichtig ist, um eine weitere vermehrt worden.

1888 erschien Rothpletz' Arbeit (Lit. 47) über das Karwendelgebirge und die dazu gehörige geologische Karte. Beide reichen im Süden aber nur bis zum Hinterau- und Vomperthal. Trotzdem ist diese Arbeit aber auch für die beiden südlichen Ketten des Karwendels von Bedeutung, und zwar besonders für die allgemeine Auffassung ihres tektonischen Baues. Das Karwendelgebirge wird von Rothpletz als ein gefaltetes Schollengebirge dargestellt; die Karte zeigt uns eine ins Kleinste gehende Zertrümmerung, die Profile und der Text geben uns das Bild complicirter Hebungen, Senkungen und Ueberschiebung, durch die hindurch nur verschleiert die grossen Faltungszüge zu erkennen sind. Damit ist auch für das südlich anstehende Gebiet ein naheliegender Fingerzeig gegeben in Rücksicht auf die vollständige Zugehörigkeit dieses Theiles zum ganzen Karwendel. In stratigraphischer Hinsicht ist es die Einführung der Myophorienschichten, welche ein neues Moment in die Stratigraphie des Karwendelgebirges bringt und für welche auch die Uebertragung auf den restlichen Theil des Karwendels nahe läge, zu dem an der Pfannenschmiede diese Schichten direct auf unser Gebiet übertreten.

Im selben Jahre gibt uns v. Isser (Lit. 15) eine genaue Beschreibung des Seefelder Asphaltvorkommens und seines Abbaues.

Im Uebrigen wendete sich die geologische Forschung der neueren Zeit mehr anderen Gebieten zu, und nur ab und zu wurde unser Gebiet noch durch Fragen allgemeiner Natur gestreift. Die grösste Aufmerksamkeit bleibt den glacialen Vorkommnissen zugewandt. 1890 gab Blaas (Lit. 6) eine genaue Karte der diluvialen Ablagerungen in der Umgebung Innsbrucks heraus; 1892 erschien Wettstein's (Lit. 53) Arbeit über die fossile Flora der Höttingerbreccie.

Von anderen geologischen Problemen ist es das alte Problem der Triasgliederung, durch das unser Gebiet öfters gestreift wurde. So ist der Wildanger (Lit. 2) durch seine Versteinerungen für die Frage des Alters des Wettersteinkalkes bedeutend geworden. Als ein geradezu classisches Gebiet für das Studium der Raiblerschichten

finden wir die Fundstellen Erlsattel und Halleranger eingehend in v. Wöhrmann's (Lit. 54) Arbeiten über diese Schichten behandelt. Rothpletz stellte 1893 als Unterabtheilung der Raiblerschichten die „Hallerschichten“ auf nach ihrem besten Vorkommen am Halleranger. Auch Skouphos (Lit. 50) streift bei seinen Untersuchungen über Partnach- und Raiblerschichten unser Gebiet. In seinem „Querschnitt durch die Ostalpen“ suchte Rothpletz (Lit. 46) die Höttingerbreccie als neogene Meeresablagerung zu erklären, eine Ansicht, die bei ortskundigen Kennern (Lit. 7) keinen Beifall fand. Endlich hat noch J. A. Bargmann (Lit. 1) in letzter Zeit interessante Untersuchungen über die jüngsten Alluvionen im Gleirschthale angestellt.

Stratigraphie.

An dem Aufbau des Gebirges betheiligen sich folgende Schichten:

1. Buntsandstein.
2. Muschelkalk

}	unterer	}	(a) Reichenhallerschichten, Myophorienschichten Rothpletz', Schichten mit <i>Natica Stanensis</i> <i>Pichler</i> ,	}	Gutensteiner- schichten.
	mittlerer		(b) Gastropodenhorizont Rothpletz', (c) Brachiopodenhorizont Rothpletz', Recoarokalk Stur's.		
	oberer		(d) Ammonitenhorizont Rothpletz', Reiflinger Kalk.		
3. Partnachschiechten.
4. Wettersteinschiechten.
5. Raiblerschiechten.
6. Hauptdolomit und Plattenkalk.
7. Kössenerschiechten.
8. Lias.
9. Jura.
10. Quartäre Ablagerungen.

1. Buntsandstein.

Die älteste, noch aufgeschlossene Ablagerung ist der Buntsandstein. Das Liegende desselben tritt nirgends zu Tage.

Petrographische Beschreibung.

Diese Schichte ist nur durch den petrographischen Charakter und ihre Lagerung gekennzeichnet, da Versteinerungen in unserem Gebiete nicht vorkommen. Der Buntsandstein besteht hier aus vorherrschend rothem, aber auch hellgrünem oder weisslichen, festen Sandsteine, der meist mehr oder weniger feinkörnig ist, in den Aufschlüssen ober dem Purenhofe aber auch ein grobconglomeratisches

Gefüge zeigt. Er ist vorherrschend Quarzsandstein. In seltenen Fällen findet man in ihm auch kleine Stückchen von krystallinen Gesteinen. Zwischen den Sandsteinen liegen dann noch intensiv rothe, weiche Mergel. Einen constanten Horizont bilden dieselben aber nicht. Schichtung zeigt der Buntsandstein nur in den festen Bänken, z. B. im Höttingergraben oder bei der Vintalpe und ober dem Purenhof.

Die rothen Mergel machen den Buntsandstein zu einem ausgezeichneten Quellenhorizont im Gehänge der Solsteinkette und machen sich in der Bodenform als Terrassen und feuchte Plätze bemerkbar.

2. Muschelkalk.

Unterer Muschelkalk.

a) Reichenhällerschichten.

(Myophorienschichten Rothpletz'.)

Petrographische Beschreibung.

Ueber dem rothen Sandstein liegt fast durchwegs eine gelbliche Rauchwacke, die stellenweise noch Stückchen von rothem Sandstein enthält. Bei der Thaureralpe liegen ober dem Buntsandstein Rauchwacke, dolomitische Breccien und Kalke (dunkle). Am Gehänge ober dem Kerschbuchhofe und am Achselkopf liegen bedeutende Dolomit-complexe zwischen Buntsandstein und deutlichem Muschelkalk. Ebenso liegt unter dem Muschelkalk des Thaurerschlosshügels Dolomit. Im oberen Theile der Mühlauerklamm liegen zwischen Buntsandstein und Muschelkalk Rauchwacken und dunkle Kalke. Im unteren Theile des Höttingerthales endlich liegen im Zusammenhang mit Rauchwacken auch schwarze Mergel, ähnlich wie an der Pfannenschmiede.

Versteinerungen liegen aus diesen Gesteinen keine vor. Sie bilden in unserem Gebiete schon wegen der eigenartigen Zusammensetzung eine selbständige Erscheinung, über deren Altersverhältnisse sich ausser der Einschaltung zwischen Buntsandstein und mittlerem Muschelkalk wenig Sicheres sagen lässt. Wenn man die östlicheren Alpen zum Vergleich heranzieht, so dürfte man, worauf uns Dr. A. Bittner freundlichst aufmerksam machte, nicht fehl gehen, wenn man sie den Reichenhällerschichten gleichstellt. Aehnliche Gebilde wurden im Karwendelgebirge von Rothpletz als Myophorienschichten bezeichnet.

Das Haller Salzlager.

In diesen Schichten liegt an der Buntsandsteingrenze als lagerförmiges Glied der Salzstock des Hallthales, der aus Gyps, Anhydrit, Salzthon, reinem Salz in geringen Mengen und einigen in Folgendem angeführten Bestandtheilen zusammengesetzt ist. Die Gründe, welche für eine Einreihung des Salzstockes in diese Schichte sprechen, sind folgende:

1. Die Lagerung des Salzstockes — das Nähere derselben siehe im tektonischen Theile der Arbeit — ist so, dass sie mit der der Reichenhällerschichten gut vereinbar ist, während die Auffassung des

Salzlagers als Theil der Raiblerschichten, denen man dasselbe sonst zurechnen könnte, so grosse Ueberstürzungen und Ueberschiebungen nöthig macht, dass in der Umgebung keine hinreichende Spuren dafür vorhanden sind. Das Salzlager liegt ganz unter den Muschelkalk-Wettersteinkalkmassen des Wildanger; im Bergwerk wurden im Hangenden Rauchwacke und heller Kalk, wie er im mittleren Theile des Muschelkalkes am Wildanger vorkommt, angefahren. Man müsste also eine vollständige, weit ausgedehnte Unterlagerung des Muschelkalkes und Wettersteinkalkes durch die Raiblerschichten annehmen.

2. Es sind im Westverlauf des Buntsandsteines in der Nähe der Thaureralpe zwischen Buntsandstein und den Dolomiten und Rauchwacken im Liegenden des Muschelkalkes und Wettersteinkalkes Salzthone aufgeschürft worden.

3. Im Bergwerke selbst sind im Haselgebirge häufig kleinere und grössere Stücke grüner und rother Sandsteine enthalten, wie sie in genau derselben Entwicklung der Buntsandstein der Umgebung zeigt, während sie in den Raiblerschichten des Karwendels nicht vorkommen. Von den in der ganzen Umgebung des Bergwerkes äusserst charakteristisch, versteinierungsreich entwickelten Raiblerschichten ist nach Aussage der Bergbeamten keine Spur bisher in der Grube gefunden worden. Die dunklen Kalke, die häufig wohlgeschichtet im dolomitischen Anhydrit eingeschlossen liegen, haben auch mit den Kalken der Reichenhallschichten mehr Aehnlichkeit als mit den Raiblerschichten.

4. Während im übrigen Karwendel in den Myophorienschichten Rothpletz' mehrfach ausgelaugte Salzstöcke liegen, ist in den Nordalpen in den Raiblerschichten bisher kein Vorkommen eines Salzlagers bekannt geworden.

5. Das Profil in der Mitterbergrunse, das von Mojsisovics (Lit. 24) als besonders beweisend für seine Einreihung des Salzlagers direct unter die Carditaschichten eingehend beschrieben wird, berechtigt nicht zur Annahme, dass die dort vorkommenden Salzthone in oder direct unter den Raiblerschichten liegen, weil es eine Stelle grosser Gestörtheit ist, die allerdings Rauchwacken und Salzthone mit Wettersteinkalk und Raiblerschichten in nächste Lagerbeziehung bringt. Die tief eingebrochene, westliche Cartellerscholle erreicht dort ihr Ende. Nordwestlich erscheinen Rauchwacken des Salzlagers in bedeutend höherer Lage. In der Gegend des Issjöchls und seiner nordwestlichen und nördlichen Umgebung ragt offenbar der Rauchwackenmantel des Salzstockes höher herauf oder ist weniger erodirt und kommt so an Verwerfungen mit Sandsteinen und Oolithen und mit Stücken dunklen und lichten Kalkes der Raiblerschichten in ein Niveau. So liegen in der Mitterbergrunse auf den ausgehenden Raiblersandsteinen Salzthone, daneben dolomitische Breccie und höher als beide eine Bank grellweissen Kalkes, während gegen das Issjöchl ein Thurm dunklen Kalkes den Rauchwacken entragt. Aus diesem Aufschlusse kann man doch schwer einen Schluss auf die Zugehörigkeit des Salzlagers ziehen, zu dem es auffallend ist, wie die regelrecht entwickelten Raiblerschichten fast genau dort aufhören, wo die Wettersteinkalkbank im Liegenden abbricht. Es müsste

diese scheinbare Ueberlagerung durch Salzthone, die 8—10 m weit reicht, gerade das Ende der salzhältigen Facies der Raiblerschichten darstellen.

b) Gastropodenhorizont Rothpletz'.

Petrographische Beschreibung.

Ueber den Gesteinen der Reichenhällerschichten erscheinen zunächst dunkelgraue bis schwarze Kalke, die meist gut geschichtet und manchmal dünnbankig sind. Stellenweise besitzen sie auch eine kleinknollige Oberfläche.

Von Versteinerungen liegen nur nicht näher bestimmbare Korallen und die *Gyroporella aequalis* von Gümbel vor.

Sie können ihrer Gesteinsbeschaffenheit und Lagerung nach als Gastropodenhorizont nach Rothpletz bezeichnet werden.

Mittlerer Muschelkalk.

c) Brachiopodenhorizont Rothpletz'.

Petrographische Beschreibung.

Ueber den dunklen Kalken des unteren Muschelkalks treten fast durchgehends hellgraue Kalke auf, die an den meisten Stellen durch den Reichthum an Crinoidenstielgliedern gekennzeichnet sind. Gleichzeitig damit tritt eine krystalline Ausbildung des Kalkes ein.

Palaeontologische Beschreibung.

Dünne Lagen dieses Kalkes sind reich an Versteinerungen. Aus diesen Kalken sind die von Dr. Bittner bestimmten Muschelkalkbrachiopoden des Wildanger, deren Fundort irrthümlich in den Wettersteinkalk verlegt worden war (Lit. 2), wie uns Herr P. J. Gremblich, der dieselben gesammelt hat, ausdrücklich bemerkte. In diesem Horizont sind auch die etwas rauchwackigen Kalke der oberen Mühlauerklamm, in welchen wir eine Anzahl Brachiopoden fanden. Man kann diesen Horizont seiner Versteinerungen halber mit Rothpletz als Brachiopodenhorizont des Muschelkalkes bezeichnen.

Versteinerungen.

Von P. Gremblich am Wildanger gesammelt und von Dr. A. Bittner veröffentlicht:

- Waldheimia* aff. *angustaeformis* Boeckh.
Rhynchonella decurtata Gir. var. *vivida* Bittn.
Spirigera trigonella Schloth. sp.
Spiriferina Mentzeli Dkr. sp.
 „ *manca* Bittn.
 „ *spec. ind.*

Von uns in der Mühlauerklamm gesammelt:

Waldheimia angustaeformis Boeckh.

„ nov. spec.?

Rhynchonella aus der *decurtata*-Gruppe nov. spec.?

Spiriferina (*Mentzelia*) *Köveskallensis* Suess.

Pecten sp. aus der Verwandtschaft des *Pecten Margheritae* Hauer

Pecten, *Aviculopecten* sp.

Oberer Muschelkalk.

d) Ammonitenhorizont Rothpletz', Reiffinger Kalk.

Petrographische Beschreibung.

Ueber dem Brachiopodenhorizont liegen dichte, hellgraue oder gelblichrothe bis dunkelrothe Kalke, deren Schichtflächen grossknollig sind. Das Gestein ist von ganz dünnen, fleckig angeordneten, rothen, grünen oder gelben Mergelschlieren durchzogen, die manchmal so überhand nehmen, dass der Kalk in lauter einzelne, linsenförmige Knollen von der Grösse kleinerer Muschelkalk-Ammoniten aufgelöst erscheint; manche Bänke sind aber auch aus ganz kleinen, etwa bohnen-grossen Knollen zusammengesetzt. An anderen Stellen tritt der knollige Charakter zurück und die Schichtflächen sind mit länglichen, eigenthümlich geschlungenen und sich kreuzenden Wulsten von Federkiel-dicke bedeckt, während die wulstigen Schichtflächen gelbbraun gefärbt sind. Die eingelagerten Mergel erlangen stellenweise eine bedeutende Mächtigkeit, so z. B. am Kerschbuchhofe, oder die grünen, porzellanartigen Mergel am Wildanger, welche eine Mächtigkeit von mehreren Metern besitzen. — In den höchsten Horizonten der mergelfleckigen Kalke verliert sich der Mergelgehalt meist, dafür nimmt hier der Gehalt an Hornsteinknollen, der für diesen ganzen oberen Muschelkalk charakteristisch ist, zu; diese treten dann als gelbliche, runzelige Warzen an die Oberfläche hervor oder sind wie am Höhenberg auch roth gefärbt. Im Muschelkalkzuge vom Kerschbuchhofe bis zur Arzlerscharte treten unter der mergelfleckigen Kalke röthliche Rauchwacken auf, die in der Gegend der Wasserschroffen bis zur Arzler Jägerhütte eine grosse Mächtigkeit erlangen.

Mächtigkeit: Die Mächtigkeit der mergelfleckigen Kalke ist meist ziemlich gering, etwa 5—30 m; im Ganzen erreicht der obere Muschelkalk, besonders dort, wo Rauchwacken stark entwickelt sind, wohl eine Mächtigkeit von 150 m. Da nicht überall alle Theile des Muschelkalks entwickelt oder nicht nachweisbar sind, ist eine Schätzung der Mächtigkeit schwer möglich. Am constantesten sind die roth- oder grünmergeligen Kalke und die hornsteinreichen Kalke entwickelt, so dass diese Gesteine einen der best zu verfolgenden Horizonte in den tektonischen Labyrinthen der Solsteinkette bilden.

Palaeontologische Beschreibung.

Die linsenförmigen Knollen, welche die knollige Oberfläche hervorrufen und bei stark mergeliger Entwicklung sich absondern, scheinen fast durchwegs auf Ammoniten zurückzuführen zu sein, da

man alle Uebergänge von deutlichen Ammoniten zu den Knollen findet, und andererseits in vielen dieser sonst undeutlichen Knollen durch Anschleifen die Kammerscheidewände sichtbar machen kann. E. v. Mojsisovics (die Cephalopoden der mediterranen Triasprovinz, Abhandl. d. geol. R.-A., X. Bd.) veröffentlichte aus diesem oberen Muschelkalke vom Kerschbuchhofe:

Arcestes Studeri Hauer
 „ *Bramantei* Mojs.
Nautilus Pichleri Hauer
 „ *quadrangulus*
Pleuromutilus Mosis Mojs.

Pichler fand am Kerschbuchhofe:

Ceratites binodosus
Orthoceras sp.
Spirigera trigonella

in den „wulstigen Kalken der Seegrube“

Encrinurus liliformis

und in den „Draxlehnerkalken“ der Martinswand (Lit. 37)

Daonella Taramelli
 „ *parthanensis*.

Bei Bittner (Lit. 58) finden wir angegeben vom Kerschbuchhofe

Rhynchonella trinodosi.

Im geologisch-palaeontologischen Institute der Universität Innsbruck liegen:

Nautilus bidorsatus (Kerschbuchhof)
Ammonites Studeri „
Nautilus Pichleri „

Im Museum Ferdinandeum in Innsbruck liegt vom Kerschbuchhofe eine

Rhynchonella semiplecta (identisch mit *Rh. trinodosi* Bittn., siehe oben) vor.

Herr P. J. Gremlich in Hall fand am Wildanger:

Orthoceras campanile Mojsisov.
Pleuromutilus Pichleri „
Arcestes Bramantei „
Ptychites flexuosus „
Ceratites trinodosus
Sturia Sansovinii

Eigene Funde:

Höhenberg: **Orthoceras* sp.

Mühlauerklamm (Schusterberg):

Proarcestes sp. ind.
Atractites
Orthoceras sp.

Megaphyllites sp. ind.
Meekoceras (*Beyrichites*) sp. ind.
Ptychites flexuosus Mojs.

Klammeck: *Daonella parthanensis* Schafh.

Höttinger Alpe:

Spirigera cf. *Sturi* Boeckh.
Rhynchonella (*Norella*) cf. *refractifrons* Bittn.
 trinodosi Bittn.
Spiriferina cf. *ptychitiphila* Bittn.
Rhynchonella *vivida* Bittn.
Terebratula cf. *vulgaris* Schloth.
Lima sp.
Pecten (*Entolium*) sp.
Macrodon sp.

Gehänge der Kaminspitzen und Mühlauerklamm:

Pleuonautilus semicostatus Beyr.
 " ind.
Orthoceras campanile Mojs.
Atractites sp. ind.
Ceratites trinodosus Mojs.
 " *Beyrichi* " ?
 " *nov. f.*
Meekoceras (*Beyrichites*) *reuttense* Beyr.
 " *maturum* Mojs. ?
Ptychites flexuosus Mojs.
 " *acutus* " "
 " *gibbus* " "
 " *megalodiscus* Mojs.
Gymnites incultus Beyr.
 " *Palmi* Mojs. ?
Monophyllites sphaerophyllus Hau.
Pinacoceras sp. ind.
Psilocladiscites molaris Hauer
Proarcestes Bramantei Mojs.
 " *Escheri* " "
 " ind.

Diese Kalke repräsentiren also in Folge ihrer Fauna genau die Zone des *Ceratites trinodosus* Mojs. (Schreyeralmschichten Mojsisovics'), was bisher nur von dem Vorkommen am Kerschbuchhofe bekannt war. Diese Kalke hat Pichler als Draxlehnerkalke bezeichnet. Da aber das Alter der zu dieser Namensgebung verwendeten Kalke von Draxlehen bis jetzt noch nicht sicher steht, so kann dieser Name nicht verwendet werden und wir schlagen vor, diese Kalke, da sie dem Ammonitenhorizont in Rothpletz' „Karwendelgebirge“ (Lit. 47) entsprechen, sie auch mit diesem Namen zu bezeichnen. Im Uebrigen sei hier auf die Mittheilung in den Verhandlungen der geologischen Reichsanstalt 1898 verwiesen.

In den auf den Muschelkalk folgenden Ablagerungen tritt eine mächtige Verschiedenheit der Ablagerungsgebiete ein, die zunächst näher besprochen werden soll.

Faciesbildungen.

(Partnachsichten, Wettersteinkalke.)

Die Solsteinkette ist zur Beleuchtung jener Faciesschwankungen, die im obersten Muschelkalk beginnen, in den Partnach- und Wettersteinschichten ihre grösste Ausbildung erlangen und mit den Raiblerschichten wieder ausgeglichen werden, besonders geeignet. Es sind hauptsächlich zwei verschiedene Facies, die hier auftreten und gegen Osten Uebergänge zu einer dritten zeigen.

Beschreibung der einzelnen Facies.

I. Karwendelentwicklung. Muschelkalk, in den oberen Lagen als Ammonitenhorizont in den verschiedenen Abänderungen entwickelt; darauf folgen wieder dunkelgraue Kalke, die meist schon zum Wettersteinkalk gerechnet werden — Pichler's unterer Theil des Wettersteinkalkes — da sie ähnlich verwittern, die aber Versteinerungen der Partnachsichten führen und also wohl die Partnachmergel vertreten. (Näheres darüber später.) Diese grauen Kalke gehen nach oben in den hellgrauen Wettersteinkalk über, der dann scharf gegen die Raiblerschichten abgrenzt.

II. Innthalentwicklung. Auf die knolligen Bänke des oberen Muschelkalkes folgen mehrere Mergelzüge (im grossen Ganzen zwei) durch Kalkbänke getrennt: die gewöhnlichen Partnachsichten (näheres später). Darauf folgt bei Thauer (einziger guter Aufschluss der Facies) ein grauer, zertrümmerter Dolomit, über den concordant mit Partnachsichten und Muschelkalk die sicheren Raiblerschichten folgen. Dieser Dolomit scheint daher den oberen Wettersteinkalk zu vertreten, während die Partnachmergel und Kalkcomplexe die unteren Theile des Wettersteinkalkes (Partnachkalke) vertreten dürften.

Bei Martinsbühel ist eine Stelle gegeben, wo die Partnachsichten noch zwischen Wetterstein- und Muschelkalk jenes Schichtzuges liegen, der im östlichen Verlauf die Karwendelfacies zeigt. Sie bilden dort zwei mächtige Mergelzüge, die östlich von Martinsbühel völlig auskeilen, während im östlichen Theile des Höhenberges zwischen Muschelkalk und hellem Wettersteinkalk die dunklen unteren Kalke der Wettersteinschichten liegen.

Gleichzeitig sind wir bei Zirl in einem Theile des Wettersteinkalkes angelangt, der zwischen Raiblerschichten und Partnachmergel auf etwa 400 m einschrumpft; dann versinkt er unter den Alluvionen der Thalsohle und taucht nicht mehr auf, während seine ihn einschliessenden Begleiter bei Mötzt in concordanter Lagerung erscheinen (Lit. 50).

Zwischen den beiden so verschiedenen Zügen der Karwendelfacies, welche den Kamm der Solsteinkette bildet, und der Innthal-

facies, welche die unteren Gehänge derselben einnimmt, taucht ein schmaler Streifen von Wettersteinkalk auf, der von der Vintlalpe bis zum Hackl ober Absam streicht und durch seine auffallend geringe Mächtigkeit einen Uebergang zwischen den grossen Verschiedenheiten der beiderseitigen Entwicklungen bildet. Zwischen den zu diesem mittleren Zuge gehörigen Partnachmergeln und dem Wettersteinkalk liegt zwischen Gaschaffl und Weiss-Reissen ein schmaler Dolomitzug, den man wohl auch als Uebergangsglied zur Karwendelfacies auffassen kann, indem hier die Wettersteinschichten noch theils durch Dolomit, theils durch echten Wettersteinkalk vertreten sind.

Oestlich von Thauer tritt noch ein Uebergang zu der von Schlosser und Böse nachgewiesenen Triasentwicklung¹⁾ des Unterinntales ein. Ueber den Partnachschiechten folgt ein grauer, zerklüfteter Dolomit, auf den in der Thaurerklamm die Raiblerschichten folgen, die aber gleich nördlich vom Romediuskirchlein (ober Thauer) in der Winterkühl in Dolomit übergehen, der sich mit dem darunter liegenden und dem darauffolgenden Dolomit zu einer gewaltigen, nur durch einen schmalen Rauchwackestreif getrennten Masse vereint, die den ganzen Vorberg des Zunderkopfes bildet; die Verhältnisse sind also denen von Böse von Ramsau in Berchtesgaden ähnlich, was die westliche Grenze dieser Facies bis Thauer herauf verlegen würde.

Daraus ersieht man, wie die Gegend der jetzigen Solsteinkette in der Zeit der Ablagerung der oberen Trias vom Muschelkalk aufwärts der Schauplatz grosser Verschiedenheiten der Ablagerungsbedingungen war. Es nähern sich hier von West und Ost zwei weit-ausgedehnte Faciesgebiete, während die Richtung des Gebirges die Ostwestgrenze einer weiteren Entwicklungsverschiedenheit ist: von West die Vorarlberger Entwicklung bei Mötz (Muschelkalk, Partnachschiechten, Raiblerschichten²⁾), von Ost die Unterinntaler-Entwicklung, wo der Dolomit mit nur stellenweiser Einlagerung von Mergelschichten vom Buntsandstein bis zum Dachsteinkalk reicht — beide Entwicklungen mit dem Gemeinsamen, dass der Wettersteinkalk nicht als solcher entwickelt ist; — dem gegenüber die Karwendelfacies mit den gewaltigen Massen des hellen Kalkes.

3. Partnachschiechten.

Hier sind zunächst die Partnachschiechten im engeren, älteren Sinne gemeint, also die Kalkmergelcomplexe, während die auch hierher gehörigen unteren Horizonte des Wettersteinkalkes, des Zusammenhanges mit den früheren Auffassungen wegen, bei den Wettersteinschichten besprochen werden sollten.

¹⁾ E. Böse. Weitere Beiträge zur Gliederung der Trias in Berchtesgaden und in Salzburg. Verh. d. k. geol. R.-A. 1895.

— Zur Gliederung der Trias in Berchtesgaden. N. J. f. Min. etc. 1895.

Schlosser. Zur Geologie Nordtirols. Verh. der k. k. geol. R.-A. 1895.

²⁾ Th. Skouphos. Die Entwicklung und Verbreitung der Partnachschiechten in Vorarlberg und Liechtenstein. Jahrb. der k. k. geol. R.-A. 1893.

Petrographische Beschreibung.

Die Partnachsichten i. e. S. bestehen aus Mergeln, Kalken und Dolomiten. Sandsteine fehlen diesen Schichten vollständig, was ein zur Unterscheidung von den petrographisch ähnlichen Raiblerschichten sehr werthvolles Merkmal ist. Die Mergel sind schwarz und fein geschiefert und von zahllosen Sprüngen und Spalten durchsetzt, so dass sie an festeren Partien der Schichten in griffelförmige Stücke, an weicheren in seidenglänzende Blättchen und Grus zerfallen, was wohl darauf zurückzuführen ist, dass sich an ihnen die gebirgsbildenden Kräfte am meisten geltend machen und ausgleichen. Zwischen diesen schiefrigen Partien liegen in Abständen feste, muschelig brechende Bänke von schwarzem Mergelkalk von 1—2 dm Dicke.

Häufig liegen diese mergeligen Kalke aber auch als decimeterdicke, linsenförmige Stücke zwischen den Mergeln eingeschlossen und diese Lagerung ist besonders charakteristisch für die Partnachsichten.

Die Kalke der Partnachsichten.

Die Kalke der Partnachsichten sind feste, graue Kalke, die dickbänkgig geschichtet sind. Ueber ihnen liegt in der Thaurerklamm ein Dolomit, der sich wenig von den anderen Dolomiten dieser Gegend unterscheidet. Die Reihenfolge der Gesteinselemente in den beiden hauptsächlich in Betracht kommenden Aufschlüssen dieser Schichte in der Thaurerklamm und am Höchenberg, kurz östlich vom Martinbühel ist ziemlich analog; zwei grössere Mergelcomplexe, die von einem Kalkzug, der bei Thaurer ungefähr 20 m, am Höchenberg aber sehr gering mächtig ist, getrennt werden. Am Höchenberg folgen auf den zweiten Mergelcomplex dickbänkgige, graue Kalke, die nach oben allmählig in die hier ungeschichtete Masse des Wettersteinkalkes übergehen, während bei Thaurer der oben genannte Dolomit folgt.

Mächtigkeit. Am Höchenberg ungefähr 150 m, bei Thaurer ungefähr 500 m, wovon ungefähr 300 m auf den Dolomit entfallen.

Von Fossilien fanden wir nur in der mittleren Kalkbank bei Thaurer die *Daonella parthanensis*, die auch Pichler an eben demselben Fundort gefunden hat. Ausserdem gibt Pichler von diesem Ort an:

Chondrites prodromus
Bactryllium canaliculatum.

Die Mergel geben schon wegen ihrer ausserordentlichen Zertrümmerung wenig Aussicht auf Auffindung von Fossilien.

4. Wettersteinschichten.

Partnackalke und Wettersteinkalk.

Petrographische Beschreibung.

Es liegen in dieser Stufe fast durchwegs graue Kalke mit bleigrauer Verwitterungsfarbe vor. Doch fehlen auch nicht eine ganze

Menge von Farbenabänderungen von feinkörnigem, fast weissem Kalk bis zu dunkelgrauen Lagen. Häufig findet sich auch, besonders bei recht zersplittertem Gesteine, gelbe bis grellrothe Verwitterungsfarbe. In den obersten Horizonten treten stellenweise, z. B. am Höchenberge, Dolomit und dolomitische Kalke ganz von der Farbe des hellen Wettersteinkalkes auf. Sie gehen nach unten allmählig in den Kalk über. Die Kalke brausen mit Säure stark auf. Sie brechen leicht in kleinere, würfelähnliche Stücke, die, wenn die Kanten abgestossen sind, leicht ins Rollen gerathen. Die Folge davon sind die langen hellen Schuttströme im Gleierschthale, die eine solche Riesenentfaltung gewonnen haben, dass sie Bargmann (Lit. 1) zu seinen Studien über jüngste Ablagerungen als Musterausbildung verwendete. Auch die Kare sind fast ausschliesslich in die Wettersteinschichten eingelagert, von denen das Gleierschthale zu beiden Seiten wunderschön ausgebildete enthält. Die Dolomite zeigen Zerspaltung und Verwitterung in ganz kleine Stückchen und geben daher dem Pflanzenwuchse besseren Boden. Die Wettersteinschichten sind in unserem Gebiete fast ausnahmslose schön geschichtet, nur am Höchenberge liegt ein grösstentheils ungeschichteter Block vor:

Die grossoolithische Structur dieser Kalke ist schon oft erwähnt worden. Sie ist auch in unserem Gebiete überall zu sehen; am schönsten auf den Kaminspitzen. Auch die Versteinerungen sind oft von Oolithrinden umschlossen, und umgekehrt füllen oft oolithische Gebilde die Hohlräume der Versteinerungen aus.

Mächtigkeit. Der gesammte Wettersteinkalk ist der mächtigste Schichtcomplex des Gebietes. Er erreicht an den Nordhängen der Solsteinkette eine Mächtigkeit von mindestens 1300 *m*, stellenweise wohl bis zu 1500 *m*, wobei die unteren Horizonte am Hauptkamm der Solsteinkette nicht mitgerechnet sind. Nur am Höchenberge ist seine Mächtigkeit auf wenige 100 *m* beschränkt und noch mehr an dem oben erwähnten mittleren Zuge.

Gliederung der Wettersteinschichten.

Leicht kann man schon blos mit petrographischen Merkmalen den ganzen Wettersteincomplex in zwei Theile zerlegen. Allerorts macht man die Beobachtung, die wohl Pichler zuerst gethan, dass im Liegenden dunklere Kalke auftreten, die gegen das Hangende zu lichter werden und dann stellenweise in Dolomit übergehen. Diese dunkleren Kalke sind es auch, die weit eher Versteinerungen liefern, als die oberen helleren Lagen. Vom Frauhüttsattel bis beinahe zum Thörl krönen diese Kalke die Höhen des Innthals und sind in unserem Gebiet nur auf diesen zu sehen. Sie zeigen die oolithische Structur in der schönsten Ausbildung.

Palaeontologische Beschreibung.

Ebenso wie sich die zwei Stufen dem Gesteine nach unterscheiden, unterscheiden sie sich nach den Versteinerungen. Die unteren dunklen Kalke enthalten eine Fauna, welche gutentheils der der Partnachsichten entspricht. Die hellen oberen Kalke

dagegen enthalten fast nur die dickwandigen Thurmschnecken, die dem Wettersteinkalk den Namen der Chemnitzschichten gegeben haben. Ausserdem enthalten sie besonders im Gleierschkamme noch zahllose, 1 cm lange oder noch kleinere, oft sternförmig angeordnete, messerstichartige Vertiefungen, die im frischen Bruch oft zum Theil mit einer röthlichen, porösen Masse erfüllt sind, z. B. im Riegelkar.

Versteinerungen der Partnachkalke
(unterer Horizont des Wettersteinkalkes).

Von den von Pichler veröffentlichten Fossilien des Wettersteinkalkes dürften ziemlich sicher aus den unteren Horizonten sein:

<i>Inoceramus oenipontanus</i> , Höttingergraben (Lit. 30)	Pichler.
<i>Monotis salinaria</i> (<i>Halobia Lommeli</i>)	(Lit. 31)
<i>Monotis lineata</i>	} Arzlerscharte (Lit. 34)
<i>Avicula lineata</i>	
<i>Terebratula angusta</i> „untere Chemnitzschichten“, Höttinger- alm (Lit. 30).	
<i>Nullipora annulata</i> }	} Brandjoch (Lit. 31)
<i>Chaetetes annulatus</i> }	

Ebenso gehört hierher der von Mojsisovics (Cephalopoden der mediterranen Triasprovinz l. c.) am Höttingerberg gefundene

Megaphyllites oenipontanus Mojs.

In dem geologisch-palaeontologischen Institute der Universität Innsbruck liegt:

Ammonites Jarbas, Frauhatt.
Pecten formosus, Hötting.
Pinacoceras aus der Verwandtschaft der *P. sandalinum* Mojs., Hötting.

Ob diese 3 letzteren Stücke aus dem unteren Wassersteinkalke sind, ist nicht sicher!

Eigene Funde:

Sattelspitze: *Daonella parthanensis*.

Gehänge des Wildangers:

Aviculopecten cf. *Wissmanni* Münster.
Cidaris spec. nov.?
Ellipsactinia.

Mühlauerklamm (Arzlerreise):

Orthoceras sp.
Atractites sp.
Megaphyllites oenipontanus Mojs.
? *Sageceras* sp.
Mysidioptera sp. nova (verwandt mit *Mysidioptera fassaensis* Salom. u. *M. Klipsteiniana* und *Ampezzoana* Biltner).

- Pecten cf. stenodictyus* Salomon.
Rhynchonella protractifrons Bittn. (die Form
 Salomon's von der Marinolata).
Spiriferina Cassiana Laube.
Aulacothyris cf. angusta Schloth.
Daonella obliqua Mojs. (*desecata* Schafh.)
Daonella Pichleri Mojs.
Terquemia sp. (nov.?)
Calamophyllia sp.
Colospongia.
Traumatocrinus sp. (*Porocrinus*).
Gyroporella annulata.
- Hafelekar: *Anoplophora* nov. spec.
Daonella parthanensis.
Schafhüütli sp.
Pecten spec. nov.?
Terebratula spec. nov.
Rhynchonella sp.
Spirigera ex aff. *Wissmanni*.
- Seegrube: *Spirigera* ex aff. *Wissmanni*.
Aviculopecten sp.
Terquemia sp.
Lima sp.
Pecten sp. (nov.?)
Pecten aff. *stenodictyus* Salomon.
Pecten sp.
 Megalodonartige Bivalve, ähnlich gewissen
 kleinen Cassianer-Arten.
Pecten nov. sp.
Colospongia
 Cidaritenstachel.

Versteinerungen des oberen Wettersteinkalkes:

- Chemnitzia Rosthorni*, Wildanger, Arzlerscharte.
eximia, " "
tumida, Hohe Warte.

5. Raiblerschichten.

Petrographische Beschreibung.

Die Entwicklung der Raiblerschichten ist in unserem Gebiete sowohl in Bezug auf Mächtigkeit als auch Gesteinsart eine sehr mannigfaltige. Ein ständiger und charakteristischer Bestandtheil sind Sandsteine von blaugrauer oder grünlicher Farbe des frischen Bruches und mehr weniger ockerfarbener Verwitterungsfarbe. Sie sind feinkörnig, meist von bedeutender Härte, enthalten kohlige Reste von Pflanzen und an manchen Stellen kleine, kugelige Erz-

concretionen. Meist sind sie ziemlich dünn gebankt. Ausser diesen Sandsteinen kommen dunkelgefärbte Mergel und Thonschiefer vor von meist feinblättriger Absonderung. Zwischen den Mergeln liegen oft dünne Kalkbänke von brauner Verwitterungsfarbe. Ein stark ver-
tretener Bestandtheil der Raiblerschichten sind ferner schwarze, feste Kalke, meist in 1--2 m dicke Bänke geschichtet, von zahlreichen Calcitadern durchzogen. In der Thaurerklamm zeigen diese Kalke auch ein knollige Oberfläche, was aber nur an dieser Stelle beobachtet wurde. In den tieferen Horizonten kommen auch hellere Kalke vor. Die schwarzen Kalke sind oft als Oolithe, deren Korn 1—10 mm Durchmesser hat, entwickelt. In den höheren Theilen nehmen die Dolomite stark überhand. Zwischen den Dolomiten liegen oft Rauchwacken, die besonders im Hinterauthale stark entfaltet sind. Diese Dolomite machen auch eine scharfe Abgrenzung der Raiblerschichten gegen den Hauptdolomit sehr schwer, ja gar nicht durchführbar.

Mächtigkeit. Diese ist in diesen Ablagerungen schwankender als bei allen anderen Schichten, wenn auch einzelne anscheinende „Mächtigkeiten“ durch Lagerungsstörungen beeinflusst sind. An manchen Stellen, z. B. in der oberen Thaurerklamm, sind sie nur in einem wenige Meter breiten Sandstein- und Mergelstreifen vorhanden, während in der unteren Thaurerklamm sie eine Mächtigkeit von circa 650 m ergibt. Sehr mächtig sind sie in der Zirlerklamm entwickelt in Folge der grossen Dolomitzüge, die noch dazu gezählt werden müssen; hier sind die Raiblerschichten ungefähr 700 m (3000 Fuss bei Pichler) mächtig. Im Hinterauthal schwankt die Mächtigkeit zwischen 300—700 m.

Verbreitung und Ausbildung.

Die Reihenfolge der einzelnen Gesteinsglieder ist nur in den Hauptzügen an den verschiedenen Stellen gleich. Durchwegs liegen Sandsteine und Mergel in den tieferen Horizonten, Dolomit und Rauchwacke in den höheren. In einzelnen herrscht auf kurze Strecken starker Facieswechsel. In der Thaurerklamm z. B. ist die Reihenfolge: Kalk (5—10 m); Sandstein (circa 30 m); Kalk (circa 10 m); Schieferthon, Mergel und Sandstein (circa 15 m) — in dieser Gruppe, speciell in den Sandsteinen wurden die Versteinerungen gefunden; — Kalk mit knolliger Oberfläche; Mergel (circa 1 m); Kalk; Mergel; Dolomit und weiter westlich auch Rauchwacke in bedeutender Mächtigkeit. Gegen Westen (von der Thaurerklamm aus) schwellen die Sandsteinzüge zuerst zu noch bedeutenderer Mächtigkeit an, nehmen dann aber rasch ab, so dass bei der Rumeralpe nur noch ein circa 1 m breiter Streifen davon zu finden ist. Gegen Osten (von der Thaurerklamm aus) treten an die Stelle der Mergel und Sandsteine Dolomite, wie schon früher bemerkt wurde. Der Raiblerschichtenzug der Mühlauerklamm zeigt, hintereinander sechsmal wechselnd, Kalk- und Mergelsandsteinzüge und darüber noch eine dolomitische Breccie. Im Höttingergraben finden wir in stark gestörter Lagerung dunklen Kalk, Sandstein, schwarzen Kalk, Dolomit. Die von

Wöhrmann ausgeführte Gliederung der Raiblerschichten ist am vollständigsten entwickelt in dem Zuge der Raiblerschichten Zirl—Erlsattel—Gleierschthal—Hinterauthal—Halleranger. Das Profil von Zirl hat Pichler (Lit. 38) genauestens beschrieben, den Erlsattel finden wir bei Wöhrmann (Lit. 54) eingehend geschildert. Der Halleranger ist von demselben und mehreren anderen Autoren beschrieben worden, so dass wir diesbezüglich auf die Literatur (Lit. 50, 54, 24, 44, 47 u. a.) verweisen können. Die Entwicklung des Halleranger setzt sich gegen Westen fort am grossen und kleinen Gschnierkopf und bei P. 1903 ober der Lafatscheralpe, nur etwas schwächtiger entfaltet. Im nördlichen Zuge der Raiblerschichten der Hinterauthalmulde treten die Carditaschichten — um mit Wöhrmann zu sprechen — sehr zurück, während die Torerschichten (Opponitzerschichten) eine auffallend starke Entwicklung zeigen, z. B. bei Hinteröd. Auf der Südseite des Gleierschthales ist die Entwicklung der am Erlsattel ganz ähnlich; auf der Südwestseite des hohen Gleiersch bietet die Lagerung kein Profil durch den ganzen Schicht-complex, doch scheinen die dunklen Kalke sehr stark entwickelt zu sein. Prinzing (Lit. 44) erwähnt von der Nähe der Amtssäge ein Vorkommen von opalisirendem Muschelmarmor, doch scheint der Aufschluss derzeit verschüttet zu sein, was auch P. Gremlich bestätigte. Im Hallthale, dessen Raiblerschichten am Kartelser Jöchl zu denen des Gleierschthales in einer gewissen Beziehung stehen, ist die Entwicklung auch der an diesen Orten ähnlich (Lit. 24). Die Fortsetzung der Hallthaler Raiblerschichten gegen Osten am Walderkamm ist in so gestörter Lagerung, dass immer nur einzelne Theile der ganzen Schicht zum Vorschein kommen.

Im Ganzen zeigt sich, dass auch in den Raiblerschichten noch die zwei grossen Faciesbezirke der oberen Trias sich bemerkbar machen: Der Zug Zirl—Erlsattel—Gleierschthal—Hinterauthal und Hallthale—Walderkamm gehört der Karwendelfacies an, die im Einzelnen geringe Faciesschwankungen zeigt, und die Raiblerschichten des Innthalgehanges gehören der Innthalfacies an, in der besonders die Sandsteine neben den Dolomiten sehr stark entwickelt sind.

Eine Gliederung in Unterabtheilungen und Horizonte ist in Folge der schwankenden Entwicklung und des Versteinerungsmangels vieler Theile mit Ausnahme einzelner Stellen, wie Zirl, Erlsattel, Halleranger nicht durchführbar. In Thaur dürften die versteinerungsführenden Sandsteine den Versteinerungen nach theils dem Horizont c Wöhrmann's (*Anaplophora recta*, *Carditu crenatu*, *Equisetites arenaceus* u. a.), theils den Torerschichten (*Pecten filosus*, *Pecten subalternans*, *Placunopsis fissistriata*, *Ostrea montis caprili* u. a.) angehören. Auch die Sandsteinbank mit Abdrücken von *Megalodon* und *Cardita* ist da. Das Vorkommen des *Halobia rugosa* in den Sandsteinen ober dem Galzanhofe kann der Lage nach auf Horizont a gedeutet werden, doch liegen andere begleitende Versteinerungen als Beleg nicht vor.

Betreffs der Hallerschichten Rothpletz' schliessen wir uns der Ansicht Wöhrmann's von der technischen Unmöglichkeit der Abtrennung an.

Versteinerungen.

Zirlerklamm (ausser den überall vertretenen Leitfossilien sind angegeben):

Pichler (Lit. 37, 38):

Terebratula vulgaris
Cardita decussata
Nucula expansa
Dentalium arctum
Pterophyllum Haidingeri
Pecopteris Steinmülleri
Equisetites arenaceus
 Acrodus-Zahn.

Bei v. Wöhrmann¹⁾:

Avicula aspera Pichl.
Cassianella Sturi Wöhrm.
Megalodus complanatus Wöhrm.
Sageceras Haidingeri.

Bittner²⁾:

Spiriferina gregaria
Terebratula Wöhrmanni
Thecospira Gumbeli.

Eigener Fund:

Pecten filusus.

Erlsattel (ausser den gewöhnlichen Leitfossilien):

v. Wöhrmann³⁾:

Omphalophyllia boletiformis Münster
Thamnastraea Zitteli Wöhrm.
 " *Richthofeni* Wöhrm.
Montlivaultia tirolensis Wöhrm.
Cidaris Braunii Desor.
 " *Buchii* Münster
Amphiclina scitula Bittner
Terebratula Zirlensis Wöhrm.
Placunopsis fissistriata Winkler
Hinnites Ombonii Parona
Cassianella Sturi Wöhrm.
Treospira multistriata Wöhrm.
Amauropsis paludinaris Münster
 " *sanctae crucis* Wöhrm.
Ptychostoma pleurotomoides Wissm.
Scalaria fenestrata Wöhrm.
Patella Böhmii Wöhrm.
Acrodus angustissimus Agass.

¹⁾ v. Wöhrmann, Die Raiblerschichten. Jahrb. d. geol. R.-A. 1893.

²⁾ Bittner, Brachiopoden der alpinen Trias. Abh. d. geol. R.-A. 1890 u. 93.

³⁾ v. Wöhrmann, Die Raiblerschichten. Jahrb. d. geol. R.-A. 1893.

Gleierschthal (ausser den Leitfossilien gibt an):

Pichler (Lit. 31):

Cidaris alata
Dentalium arctum
Terebratula vulgaris.

v. Wöhrmann¹⁾:

Montlivaultia tirolensis
Cidaris Gümbeli Wöhrm.
Avicula gea d'Orb.
 „ *aspera* Pichler
Astartopsis Richthofeni Stur.

Hallersalzburg (ausser den Leitfossilien sind angegeben):

Pichler (Lit. 31):

Calamophora sp.
Scyphia sp.
Astraea sp.
Achilleum sp.
Crania Gümbeli
Cidaris dorsata
Encrinurus granulatus
Naticella plicata
 „ *rugosa*
Turritella conica
Dentalium arctum
Ammonites Joannis Austriae
 „ *Aon, floridus, robustus.*

Bei v. Wöhrmann²⁾:

Thamnastraea Zitteli Wöhrm.
Montlivaultia tirolensis Wöhrm.
Cidaris Buchii Münster
 „ *Gümbeli* Wöhrm.
Ostrea rudicostata Wöhrm.
Placunopsis Rothpletzi
Pecten Schlosseri Wöhrm.
Cassianella Sturi Wöhrm.
Halobia Lommeli Wissm.
Nucula Telleri Wöhrm.
Opis Hoeninghausii Klipst.
Pleuromya musculoides Schloth.
Tretospira multistriata Wöhrm.
Scalaria fenestrata Wöhrm.
Nautilus Sauperi Wöhrm.
 „ *oceanus* Mojs.
Arcestes cymbiformis Wulf.
Trachyceras medusae Mojs.

¹⁾ Siehe oben.

²⁾ Siehe oben.

- Bittner¹⁾: *Spiriferina gregaria* Suess.
Hoernesia Sturi Wöhrm. spec.
Myophoria inaequicostata Klipst.
 " *Wöhrmanni* Bittn.
 " *Rosthorni* Boué
Myophoricardium lineatum Wöhrm.
Macrodon jutensis Pichler
Nucula subaequilatera Schafh.
 " *Telleri* Wöhrm.
Leda tirolensis Wöhrm.
Mysidioptera incurvostrata Gumb. spec.
Cardita Gumbeli Pichler.
- P. Gremblich²⁾:
Katosyra proundulata.
- Halleranger, siehe Literatur.
- Mühlauerklamm:
Pichler (Lit. 32):
Ostrea montis caprilis
Pentacrinus propinquus
Cardita crenata
Myophoria Kefersteini.
- Weiherburggraben:
Pichler: *Ostrea montis caprilis*.
- Rumeralm:
Pichler (Lit. 35):
Corbis Mellingi
Ostrea montis caprilis
Bactryllium canaliculatum.
- Galzanhof:
Pichler: *Myophoria Kefersteini*
Ammonites Aon?
- Eigener Fund:
Halobia rugosa.
- Thaurerklamm:
Pichler (Lit. 31, 32):
Ostrea montis caprilis
Perna Bouéi
Corbis Mellingi
Myophoria Kefersteini
Cardita crenata
Pentacrinus propinquus
Equisetites arenaceus
Bactryllium canaliculatum.

¹⁾ Bittner, *Lamellibranchiata* der alpinen Trias. Abh. d. geol. R.-A. 1895.

²⁾ Mündliche Mittheilung.

Im geologisch-palaeontologischen Institut der Universität Innsbruck liegt:

Myophoria lineata

Pecten filosus.

Eigene Funde:

Placunopsis fissistriata Winkler

Pecten subalternans d'Orb.

Anoplophora recta Gumbeli

Megalodon sp.

Pecten Schlosseri Währm.

Bactryllium canaliculatum.

6. Hauptdolomit (u. Plattenkalk).

a) Hauptdolomit.

Petrographische Beschreibung.

Aus den Opponitzer Kalken geht concordant der Hauptdolomit hervor. Er ist im frischen Bruche blau- oder bräunlichgrau, an der Verwitterungsfläche gelblichgrau. Er ist meist gut geschichtet in $\frac{1}{2}$ —2 m dicken Bänken. Innerhalb der Schichtbänke zerbricht er in kleine polygonale Stückchen, da er von zahllosen, in allen Richtungen sich kreuzenden Spalten durchsetzt ist; die Spaltflächen sind dann oft mit einem milchigweissen Häutchen von Carbonatausscheidung überdeckt. Er besitzt fast immer einen mehr oder weniger starken Gehalt an Bitumen, der sich in kalkigen Einlagerungen des Hauptdolomites bis zur Ausbildung von Stinkkalken und Asphalt-schiefern steigert. Diese Einlagerungen liegen concordant zwischen den Dolomitbänken, sind dünnbankig bis schiefrig und keilen allmählig in Dolomit aus. Auch in verticaler Richtung findet ein allmähliges Verschwinden durch Dünnerwerden der bituminösen Schichten und Dickerwerden der Dolomitzwischenlagen statt. Auch Breccien von Schiefen und Dolomit, beziehungsweise Kalk, die ganz zu einem festen, dichten Gestein umgebildet sind, kommen bei den Seefeldergruben (zwischen Seefeld und Scharnitz) vor. Im Kleinen zeigt der Asphalt-schiefer als plastisches Material zwischen den festen Dolomitbänken meist eine intensive Fältelung. Grössere Züge von bituminösen Schiefen und Kalken treten nur in den oberen Horizonten des Hauptdolomites auf. Die Asphalt-schiefer werden an mehreren Punkten bergmännisch abgebaut zur Gewinnung des Asphaltes und seiner Nebenproducte. Näheres darüber siehe bei Isser (Lit. 15). Im Grossen genommen sind hauptsächlich drei Züge von Schiefen da. Der südlichste: Asphaltfabrik (Hamon)—Schoasgrat—Ursprung—Eppzirl—Moderkarlspitz—Zirmalpe, der mittlere, schwächtere, am Seefelderjoch und Sonntagköpfl und der dritte nördliche des Seefelderjoches. Diese drei Züge ziehen fast durch das ganze Gebiet der Seefelder Berge. Zur Verfolgung derselben im Einzelnen fehlte besonders bei den beiden nördlichen im nordöstlichen Theile die Zeit.

Mächtigkeit. Diese lässt sich in dem Gebiete nicht bestimmen, da an keiner Stelle das Hangende und Liegende in concordanter Schichtfolge zu sehen ist, oder eines von beiden fehlt. Jedenfalls ist die Mächtigkeit in den Seefelderbergen eine sehr grosse, die der des Wettersteinkalkes ähnlich sein dürfte.

Palaeontologische Beschreibung.

Versteinerungen haben im Hauptdolomit bisher nur die Asphalt-schiefer gegeben, die wegen der in ihnen gefundenen Fischreste auch „Fischschiefer“ genannt wurden. An diesen Fossilien wurde auch das rhätische Alter des Dolomits festgestellt. Die Fische der Seefelder Asphalt-schiefer hat zuerst Heckel (Lit. 14) beschrieben, der sie für liasisch hielt, und dann Kner (Lit. 18) eingehend bearbeitet, auf dessen Arbeit wir statt einer Aufzählung verweisen.

b) Plattenkalk.

An der Nordseite des Absamer Zunderkopfes und des Hochmahd-kopfes liegt zwischen Hauptdolomit und Kössenerschichten ein dichter, hellgrauer Kalk, aus dem wir keine Versteinerungen besitzen. Die Mächtigkeit ist gering. Da er kein weiteres Kennzeichen als seine Lagerung hat, so kann er nur mit Wahrscheinlichkeit als Plattenkalk angesehen werden. Auf der Karte ist er nicht eigens ausgeschieden, sondern mit der Farbe des Hauptdolomites bezeichnet.

7. Kössenerschichten.

Petrographische Beschreibung.

Die Kössenerschichten bestehen ausschliesslich aus Bänken von dunklem Kalke und festen, schwarzen Mergeln, die ziemlich regelmässig miteinander wechseln.

Die Mächtigkeit ist gering, von 5—30 m. Die Kössenerschichten bilden einen guten Quellenhorizont und sind daran auch bei Ueber-wachung leicht zu erkennen.

Palaeontologische Beschreibung.

Sie sind fast überall reich an Versteinerungen; die Zahl der Arten ist aber eine verhältnissmässig geringe, da meist in ganzen Bänken eine Art fast allein vorhanden ist.

Pichler (Lit. 31) fand in den Kössenerschichten:

Fischwirbel (b. St. Magdalena i. Hallthal)

Spiriferina uncinata

„ *Emmrichi*

Spirigera oxycolpos

Terebratula piriformis

„ *cornuta*

Rhynchonella fissicostata

Rhynchonella subrimosa
Modiola Schafhäutli
Gervillia inflata
Ostrea Haidingeri
Plicatula intusstriata } Hinterhoralpe

Herr P. Gremblieh theilte uns mit:

Ophiura sp. (Hinterhoralpe, Kaspermahd)
Choristoceras debile (Fallbachklamm)

ausserdem mehrere der früher angegebenen Fossilien.

Eigene Funde (ausser mehreren von Pichler angeführten):

Hallthal: *Anomia alpina* Winkler
Spiriferina uncinata Schafh.
Modiola minuta (?) Goldf.
Avicula Kössenensis (?) Dittmar.
Cardium rhaeticum Mer.
Anatina praecursor Qu.
Anomia fissistriata Winkl.

Fallbachklamm:

Choristoceras sp.
Cardita austriaca Hauer
Chondrites
Avicula cfr. *Kössenensis* Dittmar.
Spiriferina Suessi Winkler

Walderalm:

Terebratula gregaria Suess
Spiriferina Emmrichi „
 ? *Cassianella speciosa* Mer.

8. Lias.

I. Adnether Entwicklung.

Petrographische Beschreibung.

Ueber den Kössenerschichten liegen am Walderkammgebirge dichte, feste Kalke von rother oder grauer Farbe. Stellenweise sind sie marmorartig entwickelt (besonders die dunkelrothen), auf der Walderalpe sind sie Marmorbreccien ähnlich. Die Farbe wechselt an manchen Stellen fleckenartig zwischen roth und grau, z. B. in der Schlucht neben der Ganalpe. Die grauen Kalke sind entweder ganz hellgrau oder dunkel- bis schwärzlichgrau, z. B. östlich von der Walderalpe. Der Bruch ist muscheliger, die Härte durchwegs sehr gross. Auf der Nordseite des Walderjoches und bei der Hinterhoralpe liegen metallischblau-schwarze Schiefer zwischen den Kalken, die früher auf Mangan ausgebeutet wurden. An diese Kalke dürfte auch der weissliche, stellenweise körnige Kalk, der auf der Walderalpe neben den Liaskalken liegt, sich anschliessen. Versteinerungen sind aus demselben keine gefunden worden. Besonders spricht die

concordante Anlagerung dieses Kalkes in der Ganschlucht für seine Zugehörigkeit zum Lias.

Die Mächtigkeit aller dieser Kalke ist gering, zwischen 20 und 100 m.

Palaeontologische Beschreibung.

Pichler (Lit. 31) fand in diesen Schichten:

Spiriferina uncinata, Fallbachschlucht.
Belemnites sp.

Herr P. Gremblich theilte uns mit:

Schneeklamm:

Lytoceras sp.

Wantlalde:

Spiriferina gregaria.
Terebratula Aspasia.
Waldheimia Engelhardti Oppel.

Fallbachklamm:

Spiriferina Darwini Rothpl.

Wantlalde:

Harpoceras cf. *Masseanum* d'Orb. var.
mediterraneum Gemmellaro.
Rhacophyllites diopsis Gem.
Nautilus cf. *latidorsatus* d'Orb.

Eigene Funde:

Walderjoch:

Rhynchonella plicatissima Quenst.
Belemnites sp.
Pentacrinus, *Encrinus*.

Schlucht zwischen Fallbachklamm und Wantlalde:

Atractites sp.
Aegoceras (*Schlotheimia*) cf. *angulata*.
Terebratula Aspasia.
Rhynchonella.

Wantlalde und Umgebung:

Spiriferina alpina Oppel
Waldheimia mutabilis.
Terebratula Adnethensis Suess.
Spiriferina sp.
Pecten sp.
Inoceramus?

II. Allgäuerschiefer-Entwicklung.

Petrographische Beschreibung.

Ueber diesen Kalken liegt von der Fallbachschlucht bis zur Usterbachklamm (Schneeklamm) und bei Hinterhorn (Kaspermahd) ein

Complex von 2--3 *dm* dicken Bänken dunkelgrauen, dichten, mergeligen Kalkes mit muscheligen Bruch und gelber Verwitterungsfarbe und schwarzen Mergel, in geringer Dicke zwischen den Kalkbänken liegend. Die Kalke enthalten häufig Hornstein. Sie sind am stärksten in der Fallbachklamm entwickelt, nehmen von hier gegen Osten an Mächtigkeit ab. Bei Hinterhorn sind sie aber wieder mächtiger. In der Fallbachklamm und bei Hinterhorn sind sie in kleine, gebrochene Falten gelegt. Von Versteinerungen sind bisher nur Belemniten gefunden worden.

Während die letztbeschriebenen Gesteine mit der Facies der Allgäuerschiefer (Liasfleckenmergel) ziemlich genau übereinstimmt, zeigt die zuerst beschriebene Ausbildung der rothen und grauen Kalke viel Aehnlichkeit mit den Adnetherschichten. Die Facies I liegt in unserem Gebiete stets unter II. Die Versteinerungen zeigen, dass diese untere Facies den oberen Horizonten des unteren und den unteren des mittleren Lias entspricht.

9. Jura.

Ueber den Schichten der Lias folgen von der Fallbach- bis zur Usterbachklamm buntgefärbte (schwarz, roth und grün), dünnbankige Mergelkalke von sehr geringer Mächtigkeit. Ihre Mächtigkeit nimmt von West gegen Osten zu, was mit der Abnahme der darunter liegenden Fleckenmergel in dieser Richtung auffallenderweise zusammenfällt.

In der Usterbachklamm führen diese Gesteine ziemlich zahlreich Aptychen, so dass diese Schicht wohl als Jura-Aptychenschiefer anzusehen ist.

10. Quartäre Ablagerungen.

Eine sehr grosse Bodenfläche des bearbeiteten Gebietes nehmen die quartären Ablagerungen ein. In der Karte werden glaciale, interglaciale und postglaciale (einschliesslich der recenten Bildungen) Ablagerungen ausgeschieden.

Das Gebiet der südlichen Karwendelketten ist für die diluvial- und speciell glacial-geologischen Studien ein ausserordentlich geeignetes; denn im Süden haben wir die Ablagerungen des grossen Innthaler-gletschers, gerade gegenüber liegt die Mündung des Wipphal-gletschers und im Westen fluthete über den Seefelderpass ein gewaltiger Seitenzweig des Innthalgletschers. Das Gebiet des Innthales wenigstens ist daher auch Gegenstand zahlreicher Arbeiten und Streitfragen der Glacialgeologen geworden und es kann daher bezüglich der diluvial-glacialen Ablagerungen der Gehänge des Innthales von Zirl bis Gnadenwald auf die erschöpfenden Arbeiten Blaas (Lit. 3—10) verwiesen werden. Hier mögen nur noch einige die höheren Theile des Innthalgeländes und die nördlich gelegenen Gebiete betreffende Notizen Platz finden.

I. Glaciale Ablagerungen.

Ein besonders stark von glacialen Bildungen bedecktes Gebiet stellt die Seefelder Gebirgsgruppe dar. Diese hat den Eckpfeiler gebildet, an dem die grossen Massen des Innthaleises sich theilten, um theils vereint mit dem Wipphalergletscher nach Osten zu ziehen, wo sich erst am Achensee wieder ein Thor nach Norden öffnet, theils direct in breitem Flusse über den Seefelderpass nach Norden zu strömen. Nach den oberen Grenzen des erraticen Geschiebmaterials zu schliessen, haben diese Berge wohl nur als niedere Felsgrate in ihren höchsten Theilen vereinzelt aus dem Eise herausgeragt, da am Erlsattel ein Eisstrom sie auch von der Masse des Karwendels trennte, mit der sie sonst ja eng zusammenhängen und deren Schutzwehr sie gleichsam dem Andrang des Eises gegenüber bildeten.

Im ganzen Westgehänge der Reither- und Seefelderspitze findet sich ausgedehnte Moränenbedeckung von der Moränenhochfläche Seefelds bis zu einer Höhe von ungefähr 1400 *m* stellenweise, besonders nordöstlich des Seefelderjoches. Besonders schön entwickelt sieht man aber die glacialen Ablagerungen im Eppzirlerthale. Geht man durch das Thal hinein, so sieht man auf beiden Seiten hohe Terrassen von Moränen und fluvial-glacialen Massen gebildet und überall gut aufgeschlossen. Im Bachbette findet man fast nur Urgebirgsgerölle, so dass man in einem Bachbette der Centralalpen zu wandern glaubt. Es ist eine Sammlung der allerverschiedensten krystallinen Gesteine; die Grösse der Blöcke ist durchwegs eine sehr bedeutende, einzelne haben bis zu 3 *m* Höhe und 4—5 *m* Länge und Breite. Die Moränen sind stellenweise conglomerirt; an einer Stelle zeigt sich eine auffallende Discordanz zwischen ziemlich steil südfallenden geschichteten Lagen feinen Moränenmaterials mit den horizontal darüber gelagerten, wohl fluvial-glacialen Ablagerungen, die einen Wechsel von grobem und feinem Material zeigen. Weiter thaleinwärts, an der Stelle, wo sich das Thal gabelt, liegen grosse Lagen von festem feinem Lehm; der Bach fliesst auf ungefähr 100 *m* Länge über die glatten Felsplatten ähnlich sehenden Lehmlagen; er erreicht überhaupt erst am Ausgange des Thales den Felsboden. Die Fortsetzung des Thales nach Süden ist ober der Theilung durch einen hohen Ringwall, hinter dem das Wasser zu einem See gestaut ist, abgesperrt. Auf diesem Walle aber befindet sich kein erratices Geschiebe der Centralalpen, sondern nur Gerölle des Seefelder Dolomits. Vor der Alpe Eppzirl liegt ein zweiter Wall und ganz oben im Kar unter der Kuhlochspitze scheint ein dritter zu liegen. Diese mächtigen Lagen von glacialem Material ziehen sich dann in starker Ausbreitung um die nördlichen Ausläufer der östlichen Seefelderberge herum, meist eine oft mit Mähdern bedeckte Terrasse bildend, bis zur Amtssäge im Gleierschthale, auf beiden Seiten dieses Thales. Die ganz fein geschlemmten Partien dieser Glacialgebilde, die eine fast felsartige Festigkeit besitzen, werden südlich von Scharnitz und bei der Amtssäge schon von altersher als „Kreide“ abgebaut und zu verschiedenen technischen Zwecken verwendet;

schon 1558 finden wir sie in einem alten Landreim erwähnt (Lit. 36). Im Steinbruch bei der Amtssäge fanden wir mehrere krystalline Irrblöcke und gekritzte Geschiebe in dieser „Kreide“ eingeschlossen.

Im Riegelkar und im Mandlthale, ferner besonders bei den Alpen Hinteröd, Kasten und Lafatsch im Hinterauthale finden sich wohl ausgebildete Moränenringe als Zeugen einstiger localer Gletscher. Ober diesen Ringen ist dann meistens eine kleine Wasseransammlung oder ebener Weidegrund. Das Gleierschthal von der Amtssäge aufwärts, das Hinterauthal ober der Mündung des Gleierschthales und das Eppzirlerthal in seinem oberen Theile waren also von eigenen Gletschern erfüllt, da sich in diesen Gebieten keine erratischen Blöcke der centralalpinen Gletscherströme finden. Die so mächtige Ablagerung der Eiszeit im Eppzirlerthale kann als eine Art Rückstauung angesehen werden, die der breite Eisstrom, der sich über die Seefelder und Leutascher Hochfläche ausbreitete, bei seinem Durchtritt durch die engen Thalschluchten von Scharnitz (und Unterleutasch) erlitt; denn über die südlich von Eppzirl gelegenen Höhen kann gar kein oder nur ein sehr schwacher Eisstrom in dieses Gebiet gekommen sein, der nicht im Stande war, solche Felsmassen zu transportiren, und die beiden Seitenkämme des Eppzirlerthales wurden auch erst an weiter nördlich gelegenen Punkten überfluthet, als die Lehmlager im Thale liegen. Der Hintergrund des Thales war mit einem eigenen Gletscher erfüllt, ehe die grossen centralalpinen Gletscher das Gebirge erreichten.

Ueber die obere Grenze der Eisüberdeckung des südlichen Karwendels mag das folgende Verzeichniss erratischer Blöcke einigen Einblick gewähren:

Auffallend stark mit Irrblöcken, theilweise grössten Calibers, sind die südlich laufenden, kleinen Thäler des Innthalgehanges versehen: z. B. das Thal des Dirschenbaches, die beiden Zirlerklammen und die Winterkühl bei Thaur, in der der grösste Block beobachtet wurde (circa 5 *m* hoch, 8–10 *m* lang und 3 *m* breit). Das Thal Eppzirl wurde schon früher erwähnt. Einzelne hochgelegene Blöcke:

Scharte zwischen Schoasgrat und Rauchenkopf (Generalstabskarte) 1860 *m* (eine etwa 1 *m*² × ½ *m* messende Platte von Verucano);

Unter dem Gipfel des Rauchenkopfes circa 1900 *m*,

Erlsattel 1804 *m* (in Mehrzahl),

Kirchbergalm ungefähr 1800 *m*,

Höttingeralm ungefähr 1700 *m*,

Nazhütte (Achselkopf) 1774 *m*,

Arzlerhorn 1729 *m*,

Ober der Arzler Jägerhütte ungefähr 1750 *m*,

Ober dem (Thaurer) Thörl circa 1830 *m*,

Hochmahdkopf 1730 *m*,

Guggermauer circa 1600 *m*,

Ober der Hinterhoralpe bei ungefähr 1600 *m*,

und auf der Walderalpe 1650 *m*.

In den tiefer gelegenen Gehängen finden sich an zahlreichen Stellen Erratica in grösserer Menge, z. B. auf der Terrasse am Südabhange des Achselkopfes, bei der Wantlalm, im Oberbrunnerthal u. s. w.

II. Interglaciaie Breccien.

I. Höttingerbreccie.

Gesteinsbeschreibung.

Die Höttingerbreccie ist eine verkalkte Vereinigung ungleicher Mengen von dunklen und hellen Kalken, Dolomiten, Mergeln, grauem und rothen Sandstein, deren Heimat die Solsteinkette als Untergrund und Umgebung ist. Zu diesen scharfkantigen Bestandtheilen treten noch da und dort erratische Geschiebe, die manchmal auch Gletscherschliff und Kritzung zeigen. Die eckigen Stücke tragen selten Verwitterungsoberfläche und keine Spuren längeren Wassertransportes, sondern sind echte Bruchstücke. Grösse und Anordnung der Bestandtheile ist fast genau wie bei wasserreichen Murgängen, worauf auch besonders das viele, feinzerriebene Material deutet, das oft Schlamm-lagen bildet, meistens aber die grösseren Brocken mörtelartig umkrustet; das gilt besonders von den unteren Theilen der Breccie. Die Bestandtheile der Breccie zeigen eine strenge Abhängigkeit von dem darüber Anstehenden. Besonders schön zeigt dies die Zone des rothen Sandsteines, welche die Breccie in den oberen hellen und den unteren rothen Theil sondert. Von einer Altersverschiedenheit dieser beiden Theile ist demnach bekanntlich keine Rede. Die Breccie ist fast überall gut geschichtet, die flach liegenden Theile dicker, die steil am Gehänge aufsteigenden dünner. Die dicken, fast horizontalen Lagen sind von grosser Regelmässigkeit auf längere Strecken und haben vielfach grössere Schlammlagen zwischen sich. Die steilen Lagen zeigen deutlich ausspitzende und anschwellende Lagen, und die ganze Ablagerung hat hier die unruhige Art vielfach sich überdeckender und lange wiederholter Aufschüttung an einem steilen, ungleich geformten Gehänge. Zwischen den festeren Bänken sind weiche Lagen herausgebrochen und dadurch Ursache von Höhlenbildung geworden. Oefter scheint die Terrainbildung der jetzigen Schichtung zu widersprechen. Grössere Veränderungen der Breccie seit ihrer Ablagerung scheinen nicht vorzuliegen. Zahlreich aber sind schollenartige Absenkungen und Spalten, die besonders in den schwächer geneigten Theilen die Schichten senkrecht durchschneiden und dadurch basteienartige Bildungen schaffen, z. B. in der Mühlauerklamm.

Verbreitung.

Das Ausdehnungsgebiet der Höttingerbreccie ist weit grösser als in den bisherigen Veröffentlichungen angenommen wurde. Obwohl durch eine langdauernde und scharfe Erosion ihr Bestand gewaltig verringert wurde, ist sie doch vom „oberen Boden“ am Klammegg bis zum Thörl oft noch in Höhen von 1900 m (Brandjochgehänge),

fast durchwegs aber bis 1500 *m* aufwärts, in schmalen Resten am Gehänge zu finden.

Denkt man sich die Höttingerbreccie aus dem Relief der Solsteinkette herausgenommen, so würde dieses dadurch wesentlich verändert. Die Breccie ist nämlich durchaus nicht als gleichförmige Decke ausgebreitet, sondern sie erreicht bei 950—1000 *m* Meereshöhe ihre stärkste Mächtigkeit; bergab bleibt sie dann fast gleich dick oder wird schwächer, bergauf verschmälert sie sich rasch. Die Gegend ihres mächtigsten Auftretens ist gleichzeitig die Austrittszone des Buntsandsteines. Es macht lebhaft den Eindruck, als ob vor Ablagerung der Breccie in der Gegend des rothen Sandsteines eine kleine, ebene Terrasse gewesen wäre, hinter der sich die Berge wandartig steil erhoben. Die Breccie füllt diese Terrasse auf und hört jetzt an den steilen Wänden des Muschelkalkes mit grosser Mächtigkeit fast plötzlich auf. Mehr oder weniger ist das längs der ganzen Gebirgskette hin zu sehen, z. B. am Wasserschrofen, Schusterberg in der Mühlauerklamm, Vintlalpe. Die untersten Theile der Breccien enden als breite, ebene Terrasse mit den charakteristischen Wänden nördlich von Innsbruck, während die obersten Theile in der Neigung des jetzigen Berghanges auskeilen. Dadurch erhalten die zwei grössten Thalrinnen der Solsteinkette, das Höttinger- und Mühlauerthal, ein eigenthümliches Bachbett; es besteht, von unten nach oben, aus Schuttkegel — Breccie — Anstehendes — Breccie — Anstehendes.

Wenn man die jetzigen Reste und ihre Erhaltungslage berücksichtigt, besonders die höher gelegenen Theile, so sieht man, wie diese fast ausnahmslos, in schmale Streifen zernagt, von Höhlen unterbaut, einer raschen Abwitterung entgegengehen. Von den höheren Theilen ist jedenfalls nur ein kleiner Theil mehr vorhanden; diese Reste sind aber so über das ganze Südgehänge ausgebreitet, dass man auf eine zwar ungleichmässige, aber vollständige, einstige Bedeckung schliessen kann. Man sollte daher, statt von Schuttkegeln, von einem Schuttgehänge reden. Dafür spricht auch die weitgehende Gleichheit der Bankung im horizontalen Theile.

2. Andere interglaciale Breccien.

Diese Breccienbildung ist nicht bloss auf die Solsteinkette beschränkt; die „versteinerten Knappen“ im Hallthale und das Conglomerat am Wege zum Lafatscherjoch zeigen eine völlig ähnliche Zusammensetzung und bedürfen zu ihrer Ablagerungserklärung gewaltiger Schuttmassen am Speckkargehänge. An den Breccien am Thörl sind zwei Umstände bemerkenswerth; die wohlgeschichteten Bänke hängen gegen den Abhang zum Herrenhaus mächtig über und zeigen durch ihre ganz dem Innthal zugesenkten Schichtung ein Abkoller- und Ablegergebiet an, das seitdem verschwunden ist (auch Penck, Lit. 28). Weiters ist auffallend, wie an der tiefsten Stelle des Thörls sich die Schuttkegel des Wildangergebirges, die aus Wetterstein- und Muschelkalk bestehen, mit denen des Zunderkopfes, die auch Werfenersandsteine, Rauchwacken, dunkle Kalke und Dolomite führe, begegnen. Es müssen ganz gewaltige Schuttmassen

angehäuft gewesen sein. — Dass solche vorhanden waren, zeigt das Vorkommen eines ganz aus dem Gesteine der nördlichen Thalseite bestehenden, conglomerirten Schuttkegels im oberen Eibenthale. In einer Erosionsfurcher des Hauptdolomits liegt, völlig im Gehänge des Zunderkopfes, eine 80 – 100 m mächtige Wettersteinkalkbreccie, deren Neigung genau auf das thalüberliegende Bettelwurfgehänge hinaufzieht. Sie verdankt ihre Erhaltung der Abseitsverlegung der Thaltiefe. Es war also das ganze Hallthal von immensen Schuttmassen bedeckt, die jetzt grösstentheils wieder entfernt worden sind. Ferner ist sicher noch der grosse verfestigte Schuttkegel am Vomperbache hieher zu rechnen. Dieser besitzt in seinem (tiefsten) südlichsten Theile ein so steiles Südfallen, dass es auf eine frühere, grössere Tiefe des Innthales schliessen lässt.

Schutthanggebilde gleicher Art und Ursprungs wie die Höttingerbreccie finden sich auch an den Südabhängen des Hochnissl bei Schwaz und an der Südseite der Miemingerberge bei Telfs (besonders „im Kar“ und auf dem höchsten Judenköpl 2194 m, wo auch Urgebirgsgeschiebe eingeschlossen gefunden wurden) und im Südabfall der Wettersteinkette vom Gatterl bis zum Schoanitzjoch. Auffallend ist der Mangel solcher Bildungen in den Seefelder Dolomitbergen — vielleicht, weil hier das festigende Cement fehlte.

Die kleinen Reste einer Breccie, mit Einschlüssen von gekritzten Geschieben und erratischem Material, bei Schwarnitz (an dem Südufer der Isar, wo dieselbe in das Scharnitzerbecken eintritt), dürften auch zu den interglacialen Breccien zu stellen sein.

Entstehungshypothese dieser Breccien.

Dass die bisherige Auffassung, speciell der Höttingerbreccie, als einzelner Schuttkegel unhaltbar ist, fiesst aus dem Vorhergesagten. Die Ansicht Rothpletz' (Lit. 40) aber, dass die Höttingerbreccie eine neogene Meeresablagerung sei, ist völlig aus der Luft gegriffen, wegen der Abhängigkeit der Breccie vom Untergrund, ihrer Lagerung am Gehänge, ihrem Mangel auf der anderen Thalseite des Innthales und manchen anderen Gründen.

Es waren wohl starke, wasserreiche Muren, die längs des ganzen Gebirgshanges mit grösserer oder kleinerer Gewalt niedergingen. Es muss eine niederschlagsreiche Zeit gewesen sein, als diese Ablagerung gebildet wurde, wo die Erosion stark thätig war im Abtragen und Anhäufen. Vielleicht war dies eine Zeit knapp nach dem ersten Gletscherrückzug. Alle Bedingungen zum Anlass eines solchen Phänomens waren wenigstens vorhanden: eine jedenfalls verhältnissmässig warme, niederschlagsreiche Zeit traf einen von jeder Vegetation entblösten Hang, der aus abgescheuerten Felsecken und den schlammigen und schotterigen Ueberbleibseln eines Gletscherbettes aufgebaut war. Die Vegetation fand einen äusserst leicht abkollernden, ungünstigen Grund, die Erosion einen ausgezeichneten Boden. Tiefe Furchen wurden aufgerissen, gewaltige Murgänge stürzten nieder und begruben die wenige Vegetation unter ihren Trümmern, die später zur Breccie verkittet wurden. Es wurden auch bis jetzt wenig Vege-

tationsreste gefunden: ausser den auf kleinem Raum enthaltenen Pflanzenresten der „Schaferhütte“ (Rossfall) wurden nur einzelne Blatt- und Nadelspuren in feinschlammigen Zwischenlagen und Abgüsse von Baumstämmen (in den Steinbrüchen) gefunden. Ein offenbar sehr breites Thal, in dem die Schuttablagerung auslief, schützte sie vor zu rascher Entfernung. Der Inn frass nur Theile der horizontalen Decke an, die ihn wahrscheinlich bis an's Urgebirge drängte. Nach dieser Auffassung wären diese Breccien postglaciale, beziehungsweise interglaciale Erscheinungen, jedenfalls Bildungen im Gefolge der gewaltigen Eiszeit. Ob jeder Vergletscherung solche Spuren folgten, oder wohl nur den grössten und rasch sich zurückziehenden?

Betreffs der Altersfrage der Höttingerbreccie, die wohl endgiltig auf interglacial beantwortet wurde, siehe die Literatur.

III. Postglaciale und recente Bildungen.

Bezüglich des Inhaltes möge hier wieder auf die Arbeiten von Blaas (Lit. 3, 6, 8, 9) verwiesen werden; betreffs der jüngsten Ablagerungen auf Bargmann (Lit. 1).

Im nördlichen Theile des Gebietes sind die ganz jungen, alluvialen Bildungen vorherrschend in Gestalt von Schuttkegeln und Karen entwickelt. Für Thalalluvionen ist nicht der hinreichende Platz gegeben, und das Gefälle der Bäche ist meist ein zu starkes. Hier wird das Material der recenten Ablagerungen in den oberen Theilen der Gebirge geschaffen und zum Weitertransporte aufgestapelt. Vor Allem sind es die gewaltigen Schuttkegel und Schutthänge der Thalflanken, z. B. im Hallthale und im Samerthale, wo das Material von den Felshängen abrollt und am Fusse vom Wasser fortgeführt wird. Ausser diesen regelmässigen Gesteinsbahnen sind als Bildner und Bildungen neuester Zeit Bergstürze, Muhren und allenfalls Schneelahn zu nennen. Ein Beispiel für beide Erstgenannten ist die Rumermuh; ein ausgezeichnetes Bergsturzgebiet ist auch das Hallthal. Sammelstellen des Gebirgsschuttes, bei denen die Weiterbeförderung der aufgehäuften Massen grösstentheils stille steht, sind die Kare. Es sind dies die wannenförmigen, oberen Endigungen von Thälern, die nach oben auf drei Seiten von Steilwänden eingeschlossen werden und deren Ausgang durch eine Bodenschwelle theils aus festem Fels, theils aus Schutt abgesperrt ist. Von den einschliessenden Wänden gehen die Schutthänge in gleichmässiger Steigung zum beckenartigen Boden des Kares nieder. Einer der wesentlichsten Factoren dieser eigenthümlichen Thalbildung dürfte in den Eigenschaften des Gesteins liegen, denn wir finden typisch ausgebildete Kare nur im Wettersteinkalk — im Hauptdolomit sind keine solchen vorhanden, und in den anderen Schichten ebenso nicht; andererseits enden fast alle Thäler, die im Gebiet, wo nur Wettersteinkalk ansteht, endigen, als Kare, die aber in manchen Fällen verwachsen sind, z. B. Pfeis, und dann nicht mehr den vollen Charakter der Kare besitzen. Nichtsdestoweniger reicht aber die blosse petrographische Beschaffenheit wohl kaum aus, um z. B. die auffallend senkrechten Begrenzungswände zu erklären, die fast an tek-

tonische Störungen denken lassen. In einzelnen Fällen sind wohl auch einzelne Wände der Kare durch Verwerfungen gebildet, z. B. im Jägerkar. Die Eiszeit kann nur zur Erklärung der Thalschwellen am Ausgange der Kare herbeigezogen werden; diese zeigen oft deutliche Moränenbildungen, z. B. im Riegelkar, bei der Angerhütte u. a. O.

Tektonik.

I. Die Gleiersch-Hallthalkette. (Bettelwurfgewölbe und Gleierschkammfalte.)

Die Gleiersch-Hallthalkette stellt sich vom geologischen Standpunkte im Anschluss an die nördlich angelagerten Thäler als ein gewaltiger Faltenzug dar, der nach seiner Entfaltung in drei verschiedene Theile zerlegt werden kann.

1. Das Bettelwurfgewölbe.

Im Osten am Walderjoch beginnen flachliegende Schollen von Wettersteinkalk und Raiblerschichten den Zug. Wie Stufen steigen sie gegen Westen in die Höhe. Es sind drei grosse, durch Verwerfungen getrennte, gut erkennbare Schollen; die am tiefsten liegende ist die Ganalscholle, die mit mächtiger Verwerfung als eingesunkener Gewölbefirst an die Liasschichten des Walderjochs stösst. Sie ist so tief eingebrochen, dass sie noch grösstentheils von concordant aufliegenden Raiblerschichten bedeckt ist, die stellenweise gut entwickelt sind und die charakteristischen Leitfossile führen. Wald überdeckt die Grenze dieser Scholle mit der bedeutend höher stehen gebliebenen Walderspitzscholle. Ihre flache Lagerung ist an dem kecken Gipfel des genannten Berges weithin sichtbar. Sie trägt keine Raiblerschichten mehr. Die verworrenen Verhältnisse an dem Südrande dieser Schollen werden später besprochen werden. (Es liegen dort Rauchwacken, die in dieser Gegend den Raiblerschichten anzugehören scheinen und auf der Ganalscholle stark entwickelt sind.) Gegen die noch höher gehobene, westlich daran stossende Trattenscholle ist die Walderspitzscholle durch eine Verwerfung abgegrenzt, die im Terrain gut ausgeprägt ist. Diese überschneidet den Hauptkamm; gegen das Vomperloch hinab bildet sie eine äusserst glatte, hervortretende Wand, welche von Rinnen begleitet wird, die wahrscheinlich einer Trümmerzone folgen. Gegen das Innthal hinab folgt sie wahrscheinlich der Schlucht zwischen Tratten und Walderspitz.

Die schon steiler gegen die Gewölbehöhe aufsteigenden Platten der Tratten stossen in der Nähe des Ostgipfels des Walderkamms an die sehr steil dem Innthal zufallenden Schichten des Walderkamms: des Südflügels des Gewölbes. Eine Verwerfung trennt abermals diese beiden Schollen. Auf der Seite des Innthales tritt

sie nicht so stark hervor, wohl aber auf der Seite des Vomperbaches; an der Verwerfungsfläche schiebt sich ein jäher Felsthurm in die Wände hinaus, glatte Verwerfungswände fahren, von roth verwitternden Trümmerzonen begleitet, zu Thal hinab.

In dem Gebiet des Fallbachkares (Profil 10) sind Südfügel und Gewölbefirst zu sehen. Noch im Gipfelgebiet der Walderkammspitze beginnt auf dem Hauptkamme die ebene Lagerung, welche besonders die Fallbachthürme (im Hintergrunde des gleichnamigen Kares) umfasst. Von Weitem schon ist sie sichtbar; Gesimse und Bänder umspannen die klotzigen Thürme, zwischen denen rechteckige Scharten ausgebrochen sind. Im Hintergrund jenes Kars ist aber auch der Uebergang dieser flachliegenden Firsttheile in die steigestellten Schichten des Südfügels sichtbar. Es bilden nämlich die fast saigeren Schichten des Bettelwurfosteckes und in der Fortsetzung desselben nach Süden die Schichten des Fallerhochspitzes (Fallbachkarsspitzes) mit den flachen Platten der Fallbachkarthürme ein wenig gestörtes Gewölbe. Ebenso ist an der Ostwand des Kares im hinteren Theil der Gewölbefirst, im vorderen der steilstehende Südschenkel des Walderkamms zu sehen.

Eine weitere Querverwerfung trennt diesen Theil von den beiden Hauptgipfeln dieser Bergkette, dem grossen und kleinen Bettelwurfspitz. Diese zeigen am schönsten in grossartigen Verhältnissen einen gebrochenen Gewölbebau. Flache, von Sprüngen durchsetzte Schichten bilden den First, ins Hallthal und ins Vomperthal jäh abfallende Platten stellen die Schenkel dar. Dabei ist schon hier der Nordschenkel steiler als der Südschenkel. Der geologische Bau ist auch in der Verwitterungsform des Berges prächtig hervorgekehrt. Den hochstrebenden Schichten des Bettelwurfosteckes gegenüber erscheint der First der Bettelwurfspitzen entschieden an einer Verwerfung abgesunken. Am kleinen Bettelwurfspitz brechen die Firstschollen im Westen mit einer glatten Wand ab, die wohl eine Querverwerfung bezeichnet.

Von da ab beginnt jetzt die eigentliche vollständige Falte der Gleiersch-Hallthalkette. Während bisher nur ein Gewölbe oder Theile eines solchen zur Ausbildung kamen, an dessen Nordfuss nur da und dort im Vomperloch Reste von Raiblerschichten liegen, ist von der Querverwerfung am Westeck des kleinen Bettelwurfspitzes an eine vollständige Falte entwickelt, indem ungefähr oberhalb des Lochhüttls im Vomperloch beginnend, eine meist gut entwickelte, einseitige Mulde sich dem Wettersteingewölbe im Norden anlegt.

2. Die Gleierschkammsfalte.

(Profil 1—4 auf pag. 334 [46].)

a) Die vollständig entwickelte Falte (Speckkarspitz—Kaskarspitz). An der Verwerfung des kleinen Bettelwurfspitzes scheint das ganze Gewölbe gegen Norden verschoben zu sein. Während zuletzt mit der geographischen Scheitelhöhe auch die tektonische zusammenfiel, ist dies in dem Speckkargewölbe nicht mehr der Fall; der Grat wird zum grössten Theile noch von südlich fallenden

Schichten gebildet, die entschieden zum Südschenkel zu zählen sind. Besonders schön sieht man dies, wenn man das Lafatscherjoch überschreitet und den Speckkarspitz betrachtet: deutlich bilden die Platten des Gipfels den Südschenkel. Fast im Nordabhang kommt das jetzt schon stark einseitige Gewölbe zum Aufschlusse. Die Schichten des Südschenkels gehen in ziemlich scharfem Bug in den saigeren Nordschenkel über; es ist eine wirkliche Abbiegung, an der die äusserlichen Theile aufgerissen erscheinen. Von der Ausbildung einer Firstscholle ist keine Spur mehr vorhanden.

Gegen die Verwerfungsfäche am kleinen Bettelwurfspitz hin sind die sonst südfallenden Schichten im Speckkar gegen Südost eingesunken.

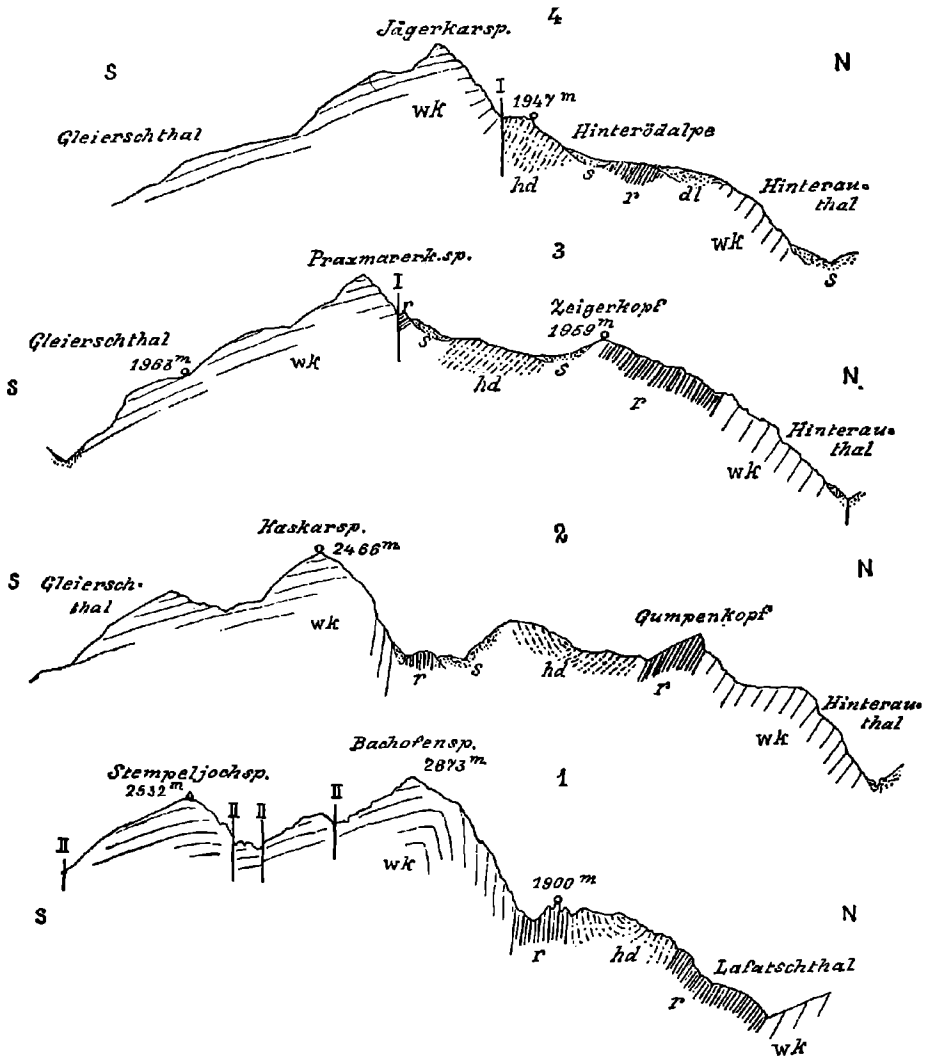
Die Gleiersch-Hallthalkette bildet nun ein ganz ausgezeichnetes Beispiel eines Faltengebirgszuges, dessen geographischer Scheitel mit dem tektonischen divergirt. Das Bettelwurfgewölbe ist jene Stelle, wo sich beide Scheitel decken, die Gleierschkammmalte jene, wo sie divergiren, indem die Faltenachse mehr ostwestlich, die Gebirgsachse mehr nordost-südwestlich streicht; die Divergenz ist also nach Westen offen.

Der ganze Wettersteinkalkzug, soweit er der Falte angehört, ist ein Gewölbe, das anfangs saiger, im Westverlauf nach Norden überkippt ist und dessen Scheitel nach Westen zu so stark sinkt, dass es bereits im Gewänd der Kaskarspitze die Schutthalden der Nordseite erreicht, während es noch am kleinen Rosskopf, einem Nordabsenker des kleinen Lafatscherspitzes, etwas unter P. 2525 *m* liegt. In den flachen Südschenkel, der sich als mächtige Platte im Südgehänge der Gebirgskette aufbaut, sind die Kare des Hall- und Gleierschthales eingelagert. Während der Gewölbescheitel sinkt, nimmt zugleich auch die Ueberkippung zu, so dass man im weiteren Verlaufe des Gewölbes gegen Westen kaum mehr mit Sicherheit sagen kann, ob man es mit den Schichten des Südflügels oder mit jenen des Nordflügels zu thun hat, der durch Ueberkippung eine jenem fast gleiche Neigung angenommen haben könnte.

Der Wettersteinkalk, der in diesem Bergzuge an den zugänglichen Orten auftritt, ist durchaus der obere, helle, versteinungsarme oder -leere Horizont desselben.

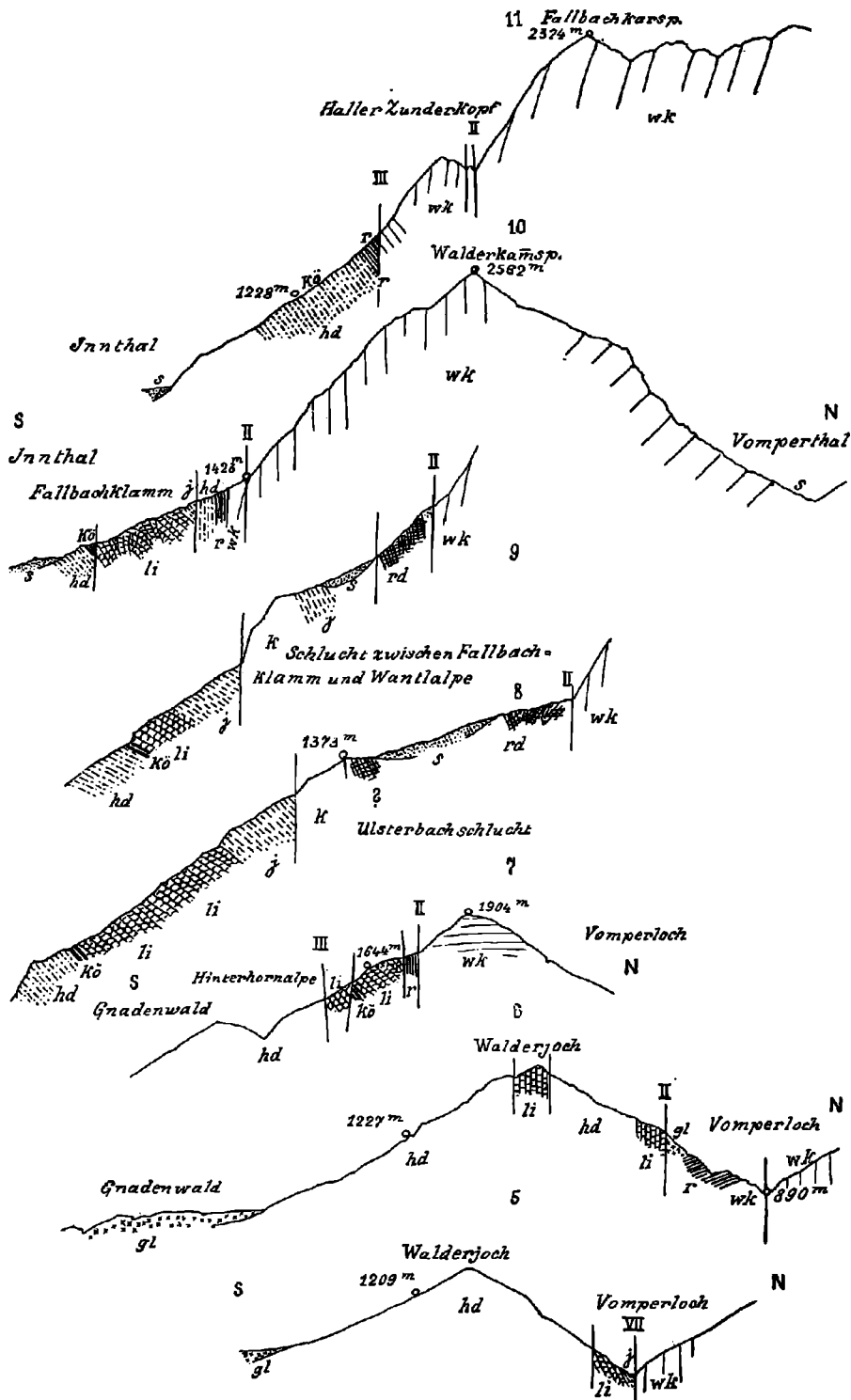
Vom Gebiet des Speckkarspitzes an entspricht dem Wettersteinkalkgewölbe eine nördlich angebaute Mulde. Im obersten Theile des Vomperlochs, am Uberschall und auch noch im Lafatscherthale wird der Nordflügel dieser Mulde von Wettersteinkalk des Hochkancel-Sunntigerkammes gebildet. In der Mulde liegen regelrecht die Raiblerschichten, welche die bekannten Fundplätze am Hallanger und Gschnierkopf enthalten, und Dolomit.

Im Westverlauf der Mulde tritt eine eigenthümliche Erosionserscheinung auf. Der Nordflügel, den bisher der Sunntigerkamm bildete, setzt sich in völlig ungebrochener Richtung, an Höhe stetig abnehmend, nach Westen fort; der Bach folgt aber nicht der in seiner ursprünglichen Wegrichtung liegenden Mulde von Raiblerschichten und Dolomit, sondern durchbricht mit fast rechtwinkliger Wendung seines Laufes den Wettersteinkalk des Muldennordflügels,



Erklärung der Abkürzungen für diese und die nachfolgenden Profilzeichnungen:

Bs = Buntsandstein. — *my* = Reichenhällerschichten (Myophorienschichten Rothpletz'.) — *mk* = Die folgenden fossilführenden Abtheilungen des Muschelkalkes. — *pk* = Kalk der Partnachschichten. — *pm* = Partnachmergel. — *pd* = Dolomit der Partnachschichten. — *wk* = Wettersteinkalk. — *r* = Raiblerschichten. — *rd* = Dolomit der Raiblerschichten. — *hd* = Hauptdolomit und Plattenkalk. — *K*, *Kö* = Kössenerschichten. — *li* = Lins. — *j* = Jura. — *gl* = Glaciale Ablagerungen. — *br* = Höttingerbreccie. — *s* = Postglaciale und recente Bildungen.



trotz der gerade entgegengesetzten Schichtenneigung desselben, und folgt dann dem in diesen Nordflügel eingeschnittenen Längsbruch des Hinterauthales.

Bis zum Fuss der Kaskarspitze ist die Mulde regelrecht vorhanden. Die Raiblerschichten sind von wechselnder Mächtigkeit, der Hauptdolomit nimmt stark geknickte Stellungen ein. Obwohl die Raiblerschichten abwechselnd aus Mergeln und Sandsteinen zwischen Kalkbänken bestehen, zeigen sie doch im Mittelschenkel wenig Anzeichen einer starken Zusammenpressung, wogegen schon der Umstand spricht, dass sie längs der ganzen Strecke gut erhaltene Versteinerungen führen. Im Mittelschenkel sind die Raiblerschichten aber doch auffallend geringer mächtig als im Nordschenkel.

b) Die gestörte Falte (Kaskarspitze—Hoher Gleiersch). Zugleich mit der starken Ueberkipfung und Senkung des Scheitels des Gewölbes beginnen die Raiblerschichten des Mittelschenkels zu verschwinden.

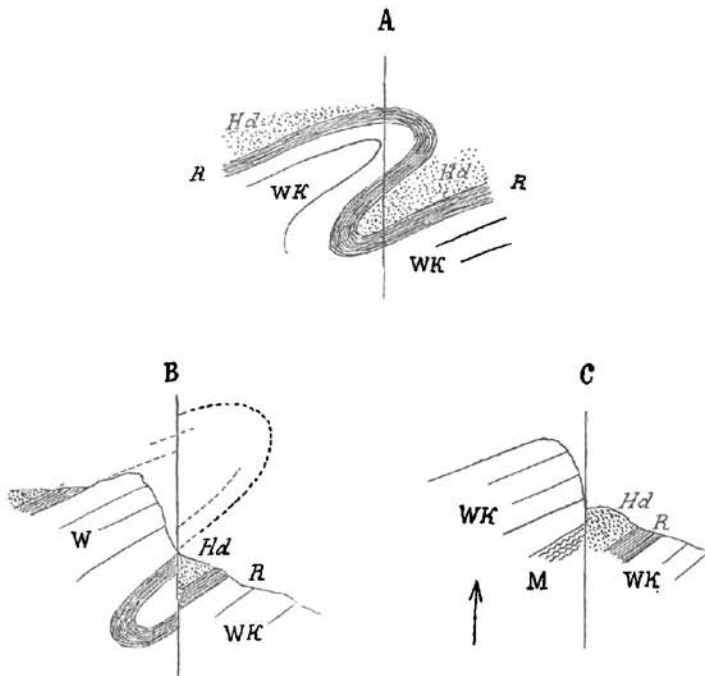
Während noch im Anschlusse an die Wand des hinteren Backofenspitzes ein prächtiger Aufschluss die Raiblerschichten in voller Entfaltung zeigt, liegen westlich davon zwischen Wettersteinkalk und Hauptdolomit nur noch wenige kalkige Schichten, die wohl wahrscheinlich noch den Raiblerschichten zugehören, aber in ihrer völlig gestörten Lagerung nur mehr als Reste der verschwindenden Schichten zu betrachten sind. Die letzte dieser Spuren liegt unter den lothrechten Wänden der Praxmarerkarspitzen und fällt flach nach Süd. Von da ab tritt längs der Wände bis zur Mündung des Gleierschbaches ins Hinterauthal nirgends mehr eine Spur von Raiblerschichten auf. In annähernd gleichem Streichen und Fallen mit dem Wettersteinkalk liegt an allen aufgeschlossenen Stellen der Hauptdolomit im Berggehänge und zieht längs den Wänden des Gleierschkammes bis zur Mündung des Gleierschthales, wo er an die Raiblerschichten stösst, die auf dem gegen Westen in die Tiefe sinkenden Gewölbe liegen. Die Raiblerschichten im Nordflügel der Mulde verlassen westlich der Hinterödälpe diese Thalseite und setzen zum Kienleitenkopf hinüber.

Dieser thatsächlichen Lage entsprechen in Hinblick auf die ganze Entstehung der Falte zwei Deutungen:

1. Man kann annehmen, dass die stark überkippte Falte durch eine Verwerfung durchschnitten und so aneinander verschoben wurde, dass der Wettersteinkalk des aufliegenden Sattels neben den eingefalteten Hauptdolomit der Mulde zu liegen kommt. Die Lage der Verwerfungsfäche würde wahrscheinlich steil sein. Die Sprunghöhe der Verwerfung nimmt gegen Westen stark zu, so dass die auf dem Gewölbe liegenden Raiblerschichten und endlich sogar Hauptdolomit an den eingefalteten Hauptdolomit stossen.

Man könnte auch an eine Ueberschiebung denken; doch die eigenthümliche Schollung der Raiblerschichten vor ihrem Verschwinden, dann das allgemeine Untersinken des Wettersteingewölbes gegen Westen lassen eine Verwerfung natürlicher erscheinen. Zudem ist in der Fortsetzung dieser Linie in dem Hauptdolomitgebiet eine Verwerfung erkennbar, und während eine einfache Zunahme der

Sprunghöhe im Westen das Zusammenstossen der Raiblerschichten des Südschenkels des Gewölbes mit dem Hauptdolomit des Mittelschenkels erklären kann, wird dies bei Annahme einer Ueberschiebung schwer. Dieses Untertauchen des Gleierschkammes unter den Hauptdolomit erklärt wohl auch das Auftreten einer Verwerfung, besonders wenn man bedenkt, dass das nächstnördliche Wettersteinkalkgewölbe, das des Hinterauthalkammes, nicht untertaucht, sondern in gleicher Höhe weiterzieht. Der nördliche, höher gebliebene Muldentheil scheint mit dem daran schliessenden Südfügel des Hinterauthalkammes mehr Zusammenhang ge-

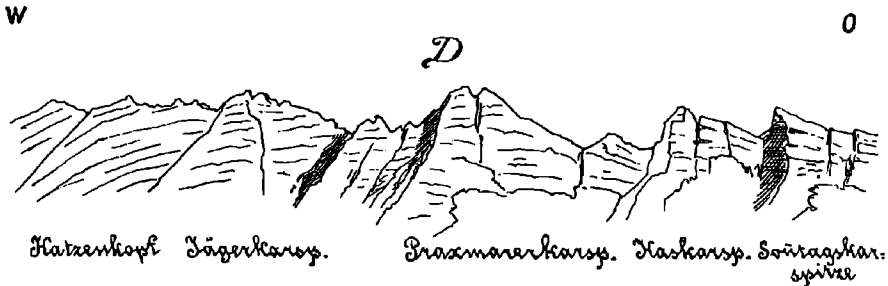


habt zu haben, wohl weil für ihn die Hauptdolomitdepression nicht mehr hinreichend stark bei der Faltung in Betracht kam. Zudem ist es wahrscheinlich, dass die schwächere Entwicklung der Raiblerschichten für das Einschneiden eines Bruches ortsbestimmend wurde. Endlich darf man nicht auf den gleichlaufenden Längsbruch des Hinterauthales vergessen.

2. Wenn also eine Verwerfung auch höchstwahrscheinlich vorliegt, so kann aber auch die Annahme einer Verwerfung, die älter als die Faltung ist, zum Ziele führen; man stelle sich in noch wenig gefaltetem Lande eine Verwerfung vor, ungefähr von der jetzigen Länge, deren nähere Ausbildung unbekannt ist. Tritt nun starke Pressung und Faltung ein, so ist es denkbar, dass im Banngebiete der Verwerfung die andrängende Wölbung der südlichen Wetter-

steinkalkmasse nur eine Hebung gegen den Hauptdolomit erfährt, während sich östlich der Verwerfung eine einseitige Faltung auszubilden vermag.

Nachtrag: In der Gleierschkamnfalte zeigt sich trotz der sonstigen theilweisen Unvollständigkeit des Sattels eine Wölbung, in der gewisse eigenthümliche Verhältnisse schärfer ausgesprochen sind als im Bettelwurfgewölbe. Schon dort wurde dargestellt, wie die ganze Gewölbebildung scheinbar stückweise zu Stande kommt, indem die höheren Schollen gegen die niedrigeren mit Verwerfungen abbrechen. Dadurch wird gewissermassen auch eine Verlängerung des eigentlichen Gewölbefirstes erzielt, da sich mehr Schollen an seiner Bildung betheiligen können. In wirklich grossartiger Weise kommt dies in der Gleierschkeite zum Ausdruck. Dieselbe bildet nämlich auch in der Ostwestrichtung eine weite, gewölbeartige Aufbiegung,



deren Enden in den Lafatscherbergen und in der Gruppe Jägerkarispitz—Hoher Gleiersch liegen; die zwischen diesen liegende Strecke wird von südostfallenden Schollen gebildet, von denen die Schichtköpfe der höchstragenden Schollentheile die Gipfel bilden, während in den Einschartungen meist eine oder zwei Spalten das Absitzen besorgen. Es ist dies ein durch Brüche zergliederter Gewölbebau.

Man könnte diese Erscheinung mit den Staffelbrüchen, die Rothpletz im Hinterauthalkamm angibt, in Analogie bringen; die nördlich angelagerte Mulde spricht in ihrem Verhalten aber nicht sehr dafür, und ausserdem scheinen diese Brüche nicht die ganze Masse des Wettersteinkalkes zu durchsetzen. Sie sind wahrscheinlicher die Folge einer theilweise gehemmten und verschleppten Aufwölbung, die ebenfalls am nächsten mit der Seefelder Hauptdepression in Zusammenhang zu bringen ist.

II. Das Hallthal. (Kartelserschollen und Grabenbrüche des Hallthales.)

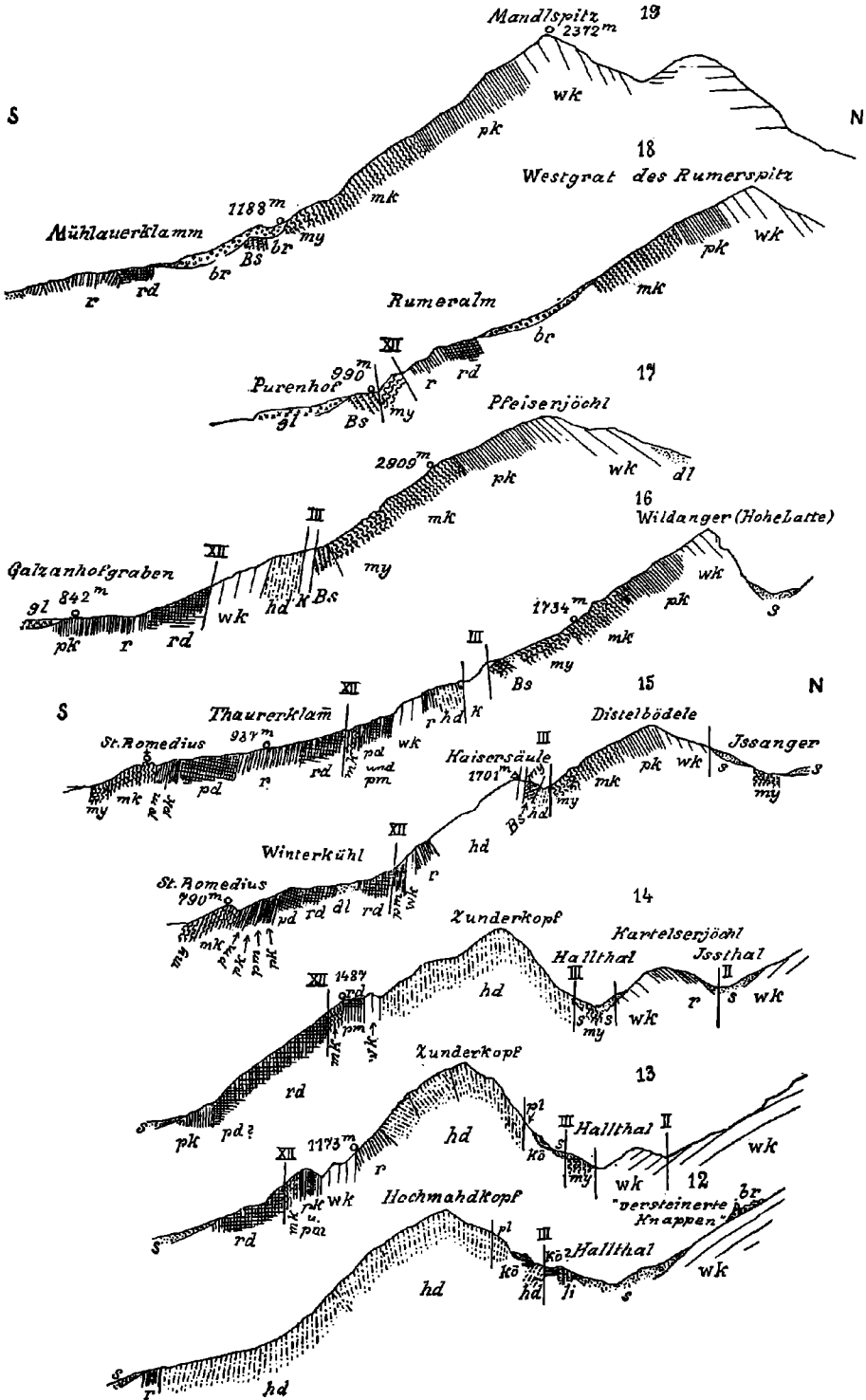
(Profil 12—16 auf pag. 340 [52].)

Das Hallthal ist in seinem inneren, weitaus grösseren Theile ein tektonisch vorgebildetes, von einer mächtigen Erosion stark ausgefressenes Thal. Sein vorderer Theil, die Hauptdolomitschlucht, ist, abgesehen von kleinen Störungen, ein Erosionsthal. Verfestigte Breccien im Eibenthal, bei den „verzauberten Knappen“ am Thörl und am Lafatscherjoch geben ein Bild einer ehemaligen gewaltigen Zuschüttung des ganzen Hallthales, der eine mächtige Auswaschung folgte. Seitdem aber haben sich schon wieder gewaltige Schuttkegel an den Wettersteinkalkflanken heruntergebaut und ist von der „hohen Wand“ ein gewaltiger Bergsturz niedergebrochen, den man an der Mündung des Issthal bewundern kann. Die Vermuthung Wöhrmann's u. A., dass als die herabgestürzte Scholle dieses Bergsturzes das Kartelserjöchl zu betrachten sei, ist wohl unmöglich, da diese Scholle viel grösser und weiter gegen Westen reichend ist, als der herausgebrochene Theil an der „hohen Wand“, für den die ausgedehnten Bergsturmassen im unteren Issthale Ersatz bieten. Im Issthal selbst ist bei einer Bohrung in 40 m Tiefe noch kein Felsgrund getroffen worden, und die ganze Thalschwelle dieses Thales besteht, soweit sichtbar, aus grobem Schutt und bergsturzartigen Trümmern.

1. Die Grabenbrüche.

Zwei gewaltige Flankenbrüche leiten dieses Thal ein und geleiten es bis zur Umbiegung nach Süden, dem Beginn der Hauptdolomitschlucht. Es sind das: erstens die Gleierschthalbrüche, die am Stempeljoch und den Gratscharten zwischen der grossen und kleinen Stempeljochspitze ins Hallthal herübersetzen, die den Wildanger vom Gewölbe des grossen Lafatschers trennen, dann das Bettelwurfgewölbe im Süden begrenzen und, nach Osten weiter ziehend, am „Wechsel“ als mächtiger Riss den Hallerzunderkopf von dem Fallbachkarspitz lostrennen. Diese gewaltige Bruchlinie läuft aber nach Osten noch bedeutend weiter; sie ist die grosse Kluft, längs der die nach Süd absinkenden Theile des Walderkammgewölbes und dessen östliche Schollen an die Lias-Juravorlagen des Walderjoches stossen. Es ist dabei nicht zu denken, dass diese und ähnliche grosse Verwerfungszüge aus einer einzigen, direct verbundenen Bruchfläche bestehen; es sind vielmehr eine grössere Menge von annähernd gleichlaufenden Brüchen, die sich aneinander stücken und so ihre locale Selbstständigkeit zu Gunsten einer weit verbreiteten Erscheinung verlieren. Auch sind sie auf grössere Strecken derart von Schutt und Vegetation bedeckt, dass im Kleinen eine falsche Verbindung leicht unterlaufen kann.

Doch hat dieser ganze Verwerfungszug eine leicht erkennbare, charakteristische Eigenschaft: er bildet nämlich die Begrenzung der südlichen Abbruchstellen der Gleierschkammfalte und des Bettel-



wurfgewölbes. Beide Gewölbe bilden eine zusammenhängende, ost-westlich verlaufende Aufwölbung, deren geologische Südgrenze eben diese Verwerfungszone ist.

Die zweite grosse Bruchzone betritt am Thörl das Hallthal. Es ist jene für die Solsteinkette so bedeutungsvolle Bruchlinie, welche die hochgehobene und wenig gestörte Frauhütt-Wildangerplatte von den darunterliegenden zerbrochenen und überschobenen, enggefaltenen Höttingerschollen trennt, wie später näher beschrieben werden wird. Diese Linie läuft meist in der Nähe des Buntsandsteins der oben erwähnten Wildangerplatte. In diesem Horizont stellt sich von der Vintlalpe (ober Rum) östlich eine Zone von Rauchwacken und dolomitischen Breccien und schwarzen Kalken ein. Am Thörl theilt sich die Verwerfung, indem sie eine ziemlich flach liegende Scholle von Rauchwacken, Breccien und schwarzen Kalken umspannt. Diese eingebrochene Scholle zeigt den Beginn grösserer Zertrümmerung und Einsenkung an; die sonst etwa 40—50° N fallenden Muschelkalkbänke des Wildanger biegen nördlich vom Thörl so um, dass sie nach Süd fallen. Doch ist diese Schwenkung durchaus nicht tiefgehend, sondern nur an den äussersten Enden entfaltet. Die Absenkung ist auf der ganzen Thalseite längs dieser Verwerfung noch bedeutender als an der Nordseite des Thales. Die Hauptdolomit- und Plattenkalkschichten des Zunderkopfes, die in einer Neigung von 50—80° längs der ganzen Bergwand tangential zu dieser verflachen, fahren bis in's Thal hinunter, wo an ihrem Fuss die Rauchwacken des Salzstockes zu Tage treten. Diese steilen Schichtplatten erscheinen häufig wellig gebogen (besonders schön die Wände ober dem Pulverthurm bei St. Magdalena) und an Verschiebungen abgesunken, die Stufen im Gehänge bilden. Die längste und bedeutendste solche Stufe, die in dem Graben zwischen dem Pulverthürmchen und St. Magdalena beginnt und mit Unterbrechungen bis an die Bergkaute, die zum Bettelwurfbründl absinkt und das Eibenthal im Süden begrenzt, reicht, trägt reichlich Reste von Kössenerschichten. Dieselben liegen beinahe rechtwinkelig eingefaltet, schön geschichtet und fossilreich auf dieser Stufe. Die Erosion hat den ohnedies nicht mächtigen Zug dieser Schichten mehrfach fast unterbrochen oder sehr geringfügig gemacht. Der beste Aufschluss liegt östlich ober St. Magdalena, oberhalb der Dolomitwandstufe, die hoch über St. Magdalena hinzieht. Dort sieht man auch auf dem Dolomituntergrund der Kössenerschichten schöne Rutschflächen. Eine noch tiefer eingesunkene Scholle stellt ein bisher unbekanntes Stück rothen Liaskalkes dar, das unter der obgenannten Dolomitstufe liegt. Reichliche, aber nur theilweise gut erhaltene *Orthoceras*-Reste sind in dem Kalke enthalten, der einen kleinen Kopf im Gehänge bildet. Undeutliche Mergel (Pichler hielt sie für Kössenerschichten; Lit. 31) liegen etwas höher. Der weitere Verlauf der Hauptverwerfung ist von St. Magdalena an im Hallthal verdeckt. Doch dürfe sie das Thal übersetzen und mit den Brüchen bei der Winkleralpe (am Haller Zunderkopfe) zusammenhängen. Dieselben trennen dort eine Scholle Raiblerschichten vom Wettersteinkalkgipfel

des Haller Zunderkopfes und vom Hauptdolomit der zur Alpe gehörigen Maad.

Die tektonische Oeffnung des Hallthales wäre über die Winkeralpe, längs des Lias-Juralager zur Walderalpe gegangen. Die starke Biegung des Thales bei der Bettelwurfreihe zeigt die Stelle an, wo das tektonische Thal in das erosionen übergeht. Es sind dies ähnliche Verhältnisse, wie im Vomperthal, wo auch der Bach an seinem unteren Ende den Hauptdolomitwall durchbricht, wennhin auch hier Querverwerfungen eine bedeutendere Rolle spielen als im Hallthal.

Diese zwei, im Vorhergehenden besprochenen, grossen Verwerfungszonen begrenzen ausser den schon beschriebenen seitlichen Einbruchschollen zwei in der Mitte liegenden eingesunkenen Theile: die Schollen des Kartelserjöchls (womit der ganze kleine Kamm zwischen Hall- und Issthal gemeint ist) und die Scholle des Salzstockes.

2. Die Kartelserschollen.

Der Wettersteinkalk - Raiblerzug des Kartelserjöchls ist nicht von ganz einheitlichem Bau. Unschwer erkennt man, dass der Kamm aus zwei Schollen im Wesentlichen besteht, von denen die östliche ihre gut ausgeprägten Schichtflächen dem Herrenhause zusenkt, während die westliche ihre bedeutend weniger deutlichen Schichtflächen dem Issthale zuwendet. Die westliche Scholle dürfte tiefer eingesunken sein, da sie im Gegensatz zur östlichen bei geringem Unterschied an Höhe noch Raiblerschichten trägt. Wo nun durch die Verschiebung der beiden Schollen eine tiefe Einsattlung entstanden ist, liegen die Raiblerschichten des Bergangerls eingesunken. In den Raiblerschichten des Kartelserjöchls liegen mehrfache dunkelgraue, bituminöse Kalke, besonders im oberen Theile des Bergangerls; aber auch sehr helle, weisse Kalke liegen auf den Raiblersandsteinen, so besonders in der Nähe des Issjöchls. Das Profil der Mitterbergerrunse, an dessen oberen Ende eben diese helle Kalkbank ansteht, ist von v. Mojsisovics (Lit. 24) genauestens beschrieben worden. Jetzt sind von den damals hergestellten künstlichen Aufschlüssen manche verschüttet oder überwachsen, das Wesentliche jedoch ist noch sichtbar. Es fiel nur auf, dass v. Mojsisovics die Bank hellen Kalkes, die in directer Verbindung mit der grossen Wettersteinkalkwand der westlichen Kartelserscholle (ober den Herrenhäusern) steht, nicht nach ihrer Bedeutung hervorhebt.

Ueber die tektonischen Wirren an der Verwerfungszone gegen die Scholle des Salzstockes, die den zweiten, am wenigsten eingebrochenen Theil darstellt, siehe im stratigraphischen Theile (Reichenhällerschichten, Salzstock).

III. Das Walderjoch und das Gehänge des Walderkamms. (Gnadenwald - Walderjochschollen.)

(Profil 5—11 auf pag. 335 [47].)

Die Tektonik der jüngeren Schichten, die vom Gehänge des Haller Zunderkopfes über das Walderjoch in's Vomperloch ziehen, ist bisher völlig verkannt worden, obwohl im Hallthale die ganze Erscheinung mit breit auseinandergelegten Bestandtheilen förmlich wie im Entstehen begriffen zu sehen ist.

Der steil nordfallende Hauptdolomit der Zunderköpfe mit seinen darauf liegenden Kössener- (und Lias-) Schichten einerseits, die steil nach S fallenden Platten des Wettersteinkalkes des Bettelwurfgewölbes andererseits und die dort noch wohl sichtbaren, dazwischen eingebrochenen Schollen von Wettersteinkalk- und Raiblerschichten stellen auch in ihrer Ostverlängerung die Glieder des hier eng zusammengedrängten Einbruches dar. Die Fortsetzung des Hauptdolomits der Zunderköpfe ist die hier tiefer gesunkene Gnadenwald-Walderjochscholle — der Plattenkalk ist verschwunden. Die Fortsetzung des Bettelwurfgewölbes ist das Walderkammgebirge, wie schon oben geschildert wurde, die Kartelserschollen finden in dem schmalen, zwischen die genannten beiden Gebilde eingeklemmten Streifen von Raiblerschichten ihre Fortsetzung.

Von der muldenförmigen Lagerung, welche Pichler (Lit. 31, 32) annimmt, ist nichts zu sehen. Bis zur Usterbachschlucht liegen die Lias- und Juraschichten ziemlich concordant mit dem darunterliegenden Hauptdolomit mit mittlerer Neigung berglein fallend; ein Gegenflügel ist nicht vorhanden.

So einfach die unmittelbar dem Hauptdolomit auflagernden Theile gebaut sind, so verwickelt ist die Lagerung gegen die nördliche Verwerfungszone zu.

Es läuft dort parallel dem Gebirgskamme eine mächtige Störungslinie, die besonders im Hintergrunde der Fallbachschlucht gut zu sehen ist. Sie besitzt dort eine vielleicht 10 m breite, vollständig zu Mörtel zerdrückte Begleitzone, zu der besonders die äusserst schwächtigen Raiblerschichten und eine Dolomitstufe beitragen, welche letztere mit dem Hauptdolomit des Haller Zunderkopfes in Verbindung steht. Südlich von der genannten Verwerfungszone, auf dem innersten linksseitigen Gehänge der Schlucht, liegen in flacher, manchmal berglein fallender Lagerung zum Theil noch auf der erwähnten Dolomitstufe rothe und grüne Mergelschiefer, die ganz den Aptychenschiefern der Usterbachklamm gleichen. Auf diesen liegen in sehr gestörter Stellung hellgraue Kalke, die in ihrer Fortsetzung gegen Osten ober der Wantlalpe und in der Asterbachklamm eine auffallende Terrainstufe bilden. Die Aptychenschiefer der Fallbachschlucht zeigen in dieser an einer Wand in fast horizontaler Lagerung eine äusserst intensive Fältelung, die einem heftigen Druck von Süd oder Nord entspricht.

Deuten schon die Verhältnisse der inneren Fallbachschlucht eine in die Höhe gepresste Scholle an, so tritt uns in der Klamm

zwischen dem Fallbach der Wantlalpe hinter den Aptychenschiefen der grossen Gnadenwald-Walderalmsholle eine bedeutende Thalstufe von hellem Kalk entgeggen, auf der wieder Aptychenschichten liegen, die stark gestört und zerknittert sind (ein Aptychenschichtfund bestätigte das jurassische Alter dieser bunten Mergel). Auf diese Schiefer folgen aufwärts im Graben Rauchwacken und Breccien, die wohl den Raiblerschichten angehören. Auch diese sind ganz durcheinander geworfen. Die oben erwähnte Stufe hellen Kalkes zeigt am schönsten in ihrem Verhältniss zu den Aptychenschiefen der Hauptdolomit-Lias-Jurascholle die Usterbachklamm (Schneeklamm). Von unten nach oben folgt zuerst die regelmässige Schichtfolge vom Hauptdolomit zum Jura. Besonders gut sind in dieser Klamm die Aptychenschiefer entwickelt, welche an dieser Stelle ziemlich häufig Aptychen führen. Von den dunkelrothen Aptychenschiefen durch eine gut sichtbare Verwerfung getrennt, ragt hier wieder jene Stufe hellgrauen Kalkes auf. Ober dieser sind hier keine Aptychenschiefer mehr deutlich zu sehen, vielmehr folgen in bunt durcheinander geworfenem Wechsel Rauchwacken, blaue Mergelthone, schwarze Mergel und Kalke, bituminöse und andere Dolomite, wahrscheinlich alles Vertreter der zertrümmerten Raiblerschichten. Gegen Osten weiter verdecken auf eine weite Strecke hin Geröllmassen und Stücke einer Wettersteinkalkbreccie alle Aufschlüsse, die erst wieder auf dem Höhenrücken der Alpe Hinterhorn beginnen. Hier liegt nun eine ausgesprochene Wiederholung der Schichtfolge vor: eine Kössener-Liasscholle liegt wenig nordfallend auf dem Hauptdolomit und besitzt geringe Horizontalerstreckung. Auf diese Scholle folgt bergauf wieder Hauptdolomit, auf dem bei der Alpe Lias mit Manganschiefer liegt. Die Kössenerschichten sind bei der Alpe selbst noch wenig bemerkbar, treten aber weiter östlich stärker auf (Kasparmahd). In der Hasenbachschlucht (östlich von der Hinterhornalpe) erscheint diese obere Scholle an einer Querverwerfung tiefer gerückt. Mächtig senken sich im Gehänge die Liasbänke über die Kössenerschichten gegen die Schlucht des Hasenbaches hinab und ziehen dann zum Gehänge des Gunglkopfes hinüber. Ober den rothen Liaskalken kommen die Fleckenmergel stark gefältelt zu Tage.

Höher im Gehänge als diese obere Liasscholle stehen zwischen Hinterhorn und Walderalm dunkle und helle Kalke an, eine Terrasse bildend. Unter dem Steilabhang dieser Terrasse liegen am oberen Ende der Hasenbachschlucht bläuliche Thone mit Rauchwackentückchen und dolomitischen Brocken, welche Thone den Salzthonen ähnlich sehen, aber in ebenso ähnlicher Ausbildung auch in den Raiblerschichten der hintersten Usterbachklamm zu finden sind. Etwas sicheres lässt sich über dieses sehr eng begrenzte Vorkommniss nicht sagen. Auf der obengenannten Terrasse zieht von der Alpe Hinterhorn bis Wald hin ein Streifen von wohl liasischen, rothen und weissen Kalkblöcken. Es ist die wahrscheinlichste Erklärung, diese Blöcke mit den darunter liegenden Kalken als eine weitere Liasscholle zu betrachten, zudem sie nördlich vom Gunglkopf bei der Walderalpe auch von Kössenerschichten unterlagert wird. Ober diesem obersten Liasstreifen folgt eine Rauchwacke, die wahrscheinlich

den Raiblerschichten zuzurechnen ist, und dann die Walderspitzscholle des Wettersteinkalkgewölbes. Die sumpfigen Wiesen um die Walderalpe herum bedecken grösstentheils leichte Moränenlager, welche den Einblick auf das Anstehende verdecken.

Am Walderjoch haben wir wieder die Verdoppelung der Schichtfolge vor uns. Wahrscheinlich in Verbindung mit dem Lias des Gunglkopfes zieht südlich des Joches ein Streifen Lias, von ganz schwächtigen Kössenerschichten unterlagert, auf dem Hauptdolomit von West nach Ost, erreicht die Kammhöhe und geht hier vollständig in die Luft aus. Nördlich von diesem Liaszug tritt nun wieder, den höchsten Kamm des Joches bildend, Dolomit auf, der dort, wo der südlichere Liaszug ausgeht, mit dem Hauptdolomit, der unter jenem Zuge liegt, in vollständige Berührung tritt. Nördlich des Kammes folgt dann der entsprechende zweite Liaszug. Wenn man von der Walderalpe gegen die aufgelassenen Mangangruben, die in den Liasmanganschiefern liegen, hinausgeht, so findet man am Wege öfter Stücke von dunklem Kalk mit den Leitfossilien der Kössenerschichten. Ihr Anstehen war nicht zu ermitteln, doch ist es wahrscheinlich, dass auch hier zwischen Lias und Hauptdolomit Spuren von Kössenerschichten liegen, da sonst das Vorkommen jener Blöcke sehr eigenthümlich wäre. Die Manganschiefer dieses nördlichen Liaszuges werden von einer grell weissen Kalkbank begleitet, die mit ihnen gleiches Streichen und Fallen theilt. Dieser Kalk scheint — die Vegetation bedeckt hier fast alles — wohl an einer Verwerfung an die Rauchwacken der Raiblerschichten der Ganalpscholle zu stossen; der Lias zieht gegen die Alpe Gan hinunter, wo sein Verlauf verdeckt ist, so dass man sein Verhalten zu den grossartigen Liasaufschlüssen in der Schlucht östlich unter der Alpe nicht sicher erkennen kann, doch ist es wahrscheinlich, dass eine die Ganalpscholle gegen die Liasscholle abschneidende Verwerfung diese Verschiebung nach sich zieht. Der Liassstreifen, der östlich von Gan zum Vomperbach hinunterstreicht, ist auf beiden Seiten von Verwerfungen begrenzt; im Norden trennt ihn eine solche längslaufende Verwerfung unmittelbar vom Wettersteinkalk, der das nördliche Ufer des Vomperbaches dort bildet, im Süden eine kleinere und undeutlichere vom Hauptdolomit. Kössenerschichten sind hier nicht mehr zu sehen, das Haufwerk bunt gefärbter, zerquetschter Mergel, das ganz am Ufer des Vomperbaches liegt, dürfte wahrscheinlich als Aptychenschiefer anzusprechen sein. Die Fortsetzung der Lias-Juraschichten ist längs der dem Bache folgenden Bruchlinie stark nach Osten verschoben.

Alle diese im Kleinen und Einzelnen besonders in der Nähe grosser Verwerfungszüge so verworrenen und unklaren Lagererscheinungen haben doch gemeinsame Züge. Man sieht eine gegen das nördliche Wettersteinkalkgewölbe abgesunkene und zugeneigte Hauptdolomitplatte mit darauffliegenden jüngeren Schichten, welche Platte von mehreren annähernd parallelen Staffelbrüchen durchzogen ist. Schon die Brüche am Haller Zunderkopf, in der Fallbachschlucht und in der Usterbachschlucht deuten eine solche Staffilverwerfung an, welche bei Hinterhorn und am Walderjoch schön ausgebildet ist. Mit den nacheinander immer tiefer gelagerten Schollen des Wetter-

steinkalkgewölbes an der Tratten, am Walderspitz und bei der Ganalpe bricht auch der anliegende Liaszug in die Tiefe. Zwischen den jungen Schichten einerseits und dem Wettersteinkalk andererseits herrschen längs der ganzen Strecke die grösstmöglichen Discordanzen der Lagerung. Die Raiblerschichten sind von Haller Zunderkopf bis zur Walderalpe immer in nächster Nähe grosser Störungslinien und dementsprechend nie schön erhalten. Bedeutende Querbrüche kommen in der Gnadenwald-Walderjochscholle, ausserdem im Hasenbachgraben und oberhalb der Ganalpe nicht vor. Dass die Verschiebung am Ausgang des Hasenbachgrabens mit dem Querbruche des Walderkammgewölbes an der Mandl- und Weiblscharte in Beziehung steht, ist unwahrscheinlich und nicht nachweisbar.

Der Hauptdolomitrückens des Ummelberges ist wohl auch nicht einheitlich aufgebaut, worauf schon die verworrene und stellenweise verschwindende Schichtung und die häufige breccienartige Constitution des Dolomites hindeutet. Im Süden der Hauptdolomitscholle, durch Verwerfungen davon getrennt, tritt bei der Pfannenschmiede noch die ältere Trias in sattelförmiger Aufbiegung zu Tage. Der auf dem Ostufer des Baches in Nordflügel des Sattels eingebrochene Wettersteinkalk ist auf dem westlichen Ufer nicht mehr sichtbar und scheint durch eine Querverwerfung abgeschnitten zu sein.

IV. Die Zunderköpfe. (Zunderkopfscholle und Thaurerscholle.)

(Profil 12—19 auf pag. 340 [52].)

Der (Thaurer und Absamer) Zunderkopf stellt die Verkopelung von zwei Schichtgruppen dar, die in langen Zügen von Ost und West kommend, in seinem Bereich aneinander lagern. Die eine dieser Schichtgruppen haben wir als Gnadenwald-Walderjochscholle kennen gelernt und sie erhebt sich, über das Hallthal herüberziehend, zu den Zunderköpfen; ihr mächtigstes Glied ist der Hauptdolomit, von Kössenerschichten und Lias über-, von Raibler-Wettersteinkalk und Muschelkalk unterlagert: die Zunderkopfscholle. Die andere Schichtgruppe kommt von Westen her und enthält alle Schichten vom untersten Muschelkalk bis zu den Raiblerschichten in der Innthafacies: die Thaurerscholle.

1. Die Zunderkopfscholle.

Ihr Verhalten als Walderjoch-Gnadenwaldscholle wurde oben besprochen. War dort ihr Zug eine Aufeinanderfolge mehrerer Schichten, deren Zusammengehörigkeit trotz mannigfacher Störungen überall durchblickt, so stellt die Zunderkopfscholle, soweit sie von jenem Schichtzuge gebildet wird, uns eine steil auferichtete Schichtgruppe von Muschelkalk bis Lias dar, welche von starken Störungen und häufigen Mächtigkeitsschwankungen unterbrochen wird.

Die Hallthalflanke des Zunderkopfes ist schon oben beschrieben worden.

Wenn man die Schichtung dieses Abhanges, abgesehen von den kleinen Unregelmässigkeiten in der Nähe der Kössenerschichten betrachtet, so findet man, dass sich dieselbe bis in die Nähe der Hauptdolomitschlucht des Hallthals etwas umwendet. Es macht den Eindruck, als ob die steile Schichtstellung am Zunderkopf in die flachere des Haller Zunderkopfes übergehen würde. Die nördliche Grenze der Zunderkopfscholle ist jene mächtige Verwerfung, welche vom Hallthal übers Thörl zur Thaureralpe läuft. Ihre nähere Beziehung, soweit sie dem Hallthale angehört, wurde an jener Stelle dargelegt. Vom Thörl westwärts ist die Offenbarung dieser Verwerfung nicht mehr ganz deutlich. Es zieht nämlich zwischen Hauptdolomit und Werfenerschichten noch ein Streifen weisslicher Kalke hin, in denen schwarze Suturlinien verlaufen. Ihr Alter ist uns vollkommen dunkel geblieben; Versteinerungen sind keine zu bekommen, und mit dem blossen petrographischen Bild, das am ehesten auf Wettersteinkalk hinweist, ist nicht viel gethan. Es fehlt dieser Schicht jeder erklärende Zusammenhang. Nach unten ist sie durch Verwerfungen vom Dolomit getrennt; über ihr liegen dünnbankige, dunkle Kalke und dann der bunte Sandstein, der schon zur Wildangermasse gehört. Dieser helle Kalk hört westlich der Thaureralpe auf und der Hauptdolomit stösst dann direct an den Buntsandstein. Immer schwächer ist der an den Zunderköpfen so gewaltige Hauptdolomit gegen Westen zu geworden. Westlich der Vintlalpe verschwindet auch dieser schwächliche Streifen gänzlich.

Dieses starke Abnehmen und Verschwinden der Schichten des Zunderkopfes gegen Westen ist für diese Schichtzüge geradezu charakteristisch.

Die grosse Mächtigkeit des Hauptdolomits der Zunderköpfe ist sehr wohl durch verschiedene Störungen und Verbiegungen erklärlich. Mehrfach kann man in dem im Allgemeinen steilen Schichtgefälle flache und entgegenfallende kleine Schollen beobachten. Ueberhaupt ist das Gestein, besonders im Abhang gegen die Gaschaffreise und Weissreise, von zahlreichen Brüchen und Zertrümmerungen durchsetzt, was sich hier schön an der Zerbrechung des unterliegenden Raibler-Muschelkalkzuges zeigt. Dieser Zug beginnt am Westufer der Hallthalschlucht, beim „Hakl“, als erstes Anstehendes mit hellem Wettersteinkalk und dunklen Raiblerkalken aufzutauchen.

Im Weiterverfolgen dieser Schichten ist es recht bemerkenswerth, wie eben in der Weissreise und im Gaschaff ein ruckweises Verrücken nach Norden eintritt. Am Ostufer der Weissreise stehen zutiefst Kalke an, die am besten zu den Raiblerkalken zu stellen sind, dann folgt auf dieser Thalseite aufwärts ununterbrochen Hauptdolomit. An der anderen Thalseite dagegen stehen zu unterst Dolomite an, die wegen ihrer Verbindung im Westen zu Raiblerschichten der Thauerscholle gezogen werden müssen. Auf diese Dolomite folgt dann schön entwickelter Knollenkalk des Muschelkalkes, der in prächtig sichtbarer Weise längs des Thales herabgezerrt ist. Dies schon beweist die Verschiebung, welche längs der Weissreise statt-

gefunden hat und die weiter oben noch besser zum Ausdruck kommt. Höher als der Muschelkalk liegt ein schwächiger Aufschluss von Partnachmergeln vor, die wieder im Norden an hellen Kalk grenzen, welcher eine hervortretende Rippe bildet, hinter der, stark eingewittert, eine schmale Zone völlig zerdrückten grauen Dolomites ansteht. Nördlich grenzt dieser Dolomit an die gewaltige Wand des Wettersteinkalkes, die längs des ganzen Zunderkopfes hinzieht und über sich die die spärlichen Mäher bedingenden Spuren von Raiblerschichten trägt. Die Bachläufe schliessen sich theils dem Wandverlaufe an, theils bildet dieser noch nicht vollständig durchgearbeitete Stufen in ihrem Lauf. Mit der Wettersteinkalkwand findet das breite Thal der Weissreise sein oberes Ende. Der östliche Graben ihrer weiteren Thalfortsetzung ist dadurch bemerkenswerth, dass in ihm der Wettersteinkalk der Wand und Raiblerschichten jah an riesigen Rutschflächen gegen den Hauptdolomit abbrechen. Es ist hier die Weissreisenverschiebung vollständig blossgelegt, welche die eigenthümliche Verschiedenheit der beiden Thalseiten durch ein gegenseitiges Verrücken derselben erklärt. Ueber den Scheidekamm zwischen Gaschaffl und Weissreisen setzen alle Schichten des westlichen Ufers der Weissreisen und die darüber liegenden Schichten etwas verbogen über. Auch im Gaschaffl ist in Folge einer ähnlichen Verschiebung eine starke Verschiedenheit der Thalwände vorhanden. Die östliche Thalwand ist, wie schon gesagt, der Westseite der Weissreisen vollends ähnlich. Auf dieser Seite ist nur die Verwerfungslinie zwischen dem Muschelkalk und den der Thaurerscholle angehörigen Raiblerdolomiten viel mehr ausgebildet, ebenso sind die Partnachmergel weit besser zu sehen. An die Thalwand ist südlich der grossen Wettersteinkalkwand ein dreieckiges Stück hellgrauen Kalkes angelagert, dessen Schichtung nicht mit der der grossen Wand übereinstimmt.

Die Nordflanke der inneren Gaschafflreise zeigt deutlich eine stark ruckweise Hinaufzerrung der Schichten: neben den Raiblerschichten, die auf der ganzen Wand des Wettersteinkalkes liegen und vom Thalverlauf schief angeschnitten werden, lagert eine Scholle Wettersteinkalk, während der zu dieser Scholle gehörige Muschelkalk auf der anderen Seite des Thaies entsprechend tiefer unten zu sehen ist. Ueber den Raiblerschichten streicht in langer Wandflucht der Hauptdolomit aus, an den sich bei der Scharte nördlich der Guggermauer ohne Zwischenlage von Raiblerschichten Wettersteinkalk vorlegt. Auf der anderen Thalseite kommt ober dem Muschelkalk jener mittleren Scholle wieder Dolomit hervor, der wohl zu den Raiblerschichten der Thaurerscholle gehört. An der Guggermauer, wo beide Thalfanken ihr Ende erreichen, tritt steilgestellt Muschelkalk und Partnachschichten an den Wettersteinkalk heran. Hier ist an der Zusammenstossstelle des Muschelkalkes der Zunderkopfscholle und des Raiblerdolomits der Thaurerscholle eine grossartige, gewölbte Rutschfläche mit stark entwickelter, anliegender Trümmerzone zu sehen. Die Rutschfläche bildet noch der Dolomit. Auch eine andere tektonische Selbenschwürdigkeit besitzt die Guggermauer. Es liegt nämlich annähernd horizontal auf den saigeren

Partnach- und Muschelkalkschichten wie ein Deckel eine räthselhafte Dolomitplatte von ziemlicher Ausdehnung.

Im Gebiet der Winterkühlklamm und der inneren Thaurerschlucht sind die Raiblerschichten zwischen Wettersteinkalk und Hauptdolomit wieder vorhanden und im Abhang der Kaisersäule sogar gut ausgeprägt. Mehrfach durchsetzen den Wettersteinkalk-Raiblerschichtenzug Querverwerfungen. Die Raiblerschichten verschwinden in der innersten Thaurerklamm vollständig. Ebenso ist von der Guggermauer an wenig mehr von typischem Muschelkalk zu verspüren, wenn sich auch in der Thaurerklamm unter der Wand des Wettersteinkalkes in den schwarzen Mergeln, die wir wegen ihrer petrographischen Aehnlichkeit als Partnachschichten aufführen, knollige Bänke dunklen Kalkes finden. Gleichzeitig mit dem Ausgehen der Raiblerschichten oberhalb des Wettersteinkalkzuges tritt auch das der Partnachmergel ein, während der Wettersteinkalk noch bis zur Rumermuhr unverändert fortläuft, wo wiederum schwächliche, schwarze Mergel unter ihm liegen, vielleicht eine Fortsetzung der Partnachschichten. Der Wettersteinkalk ist unter allen Gliedern dieses Schichtcomplexes dasjenige, welches in der ganzen Erstreckung von gleicher Mächtigkeit bleibt.

2. Die Thaurerscholle.

Die einheitliche Betrachtung dieser Scholle hat zur Voraussetzung, dass die Dolomite, welche nach dem Aufhören der Mergelsandsteinentwicklung der Raiblerschichten in der Thaurerklamm genau in deren Ostfortsetzung eingreifen, wirklich gleichzeitige Gebilde sind. Dass nicht Verwerfungen allein das Aufhören der Sandsteine und Mergel besorgen, bezeugt der Umstand, dass die concordant darunter liegenden Partnachschichten ungestört über die Klamm hinausziehen. Zweitens muss man noch annehmen, dass der Dolomit zwischen Partnachschichten und Raiblerschichten den Wettersteinkalk vertrete. Dann ist eine vollständige Schichtfolge da, die mit dem Dolomit der Myophorienschichten beginnt und mit einem Dolomit abschliesst, der in der Thaurerklamm ober den Raiblerschichten ansteht und entweder zu diesen oder zum Hauptdolomit zu rechnen sein dürfte. Der ganze Schichtverband befindet sich in saigerer oder überkippter Lage.

Das höchste Glied dieser Reihe taucht, wie schon angeführt, zuerst in der Weissreise an der grossen Nordverschiebung auf und bildet dort den kleinen Scheiderücken zwischen Gaschaffl und Weissreise zum grössten Theile. Ebenso besteht fast der ganze Vorberg aus einem Dolomit, der dort fast die ganze Schichtfolge vertritt. Oestlich vom Romediuskirchlein bei Thaur treten die Partnachschichten zu Tage, in der Nähe der Klamm die Muschelkalkbänke und an ihrem Umfang sogar noch der Dolomit des untersten Muschelkalkes. Dieser Schichtencomplex, der seine beste Erschliessung in der Thaurerklamm hat, setzt sich gegen Westen fort, wo er gleichzeitig an Mächtigkeit seiner Glieder verliert. Da er dabei aber in der Höhenlage nicht abnimmt, so treten immer tiefere Schichten her-

vor, der unterste Muschelkalk und endlich der Bundsandstein, allerdings erst knapp vor dem Verschwinden der ganzen Scholle am Purenhof. Eine nähere Besprechung dieser Grenzverhältnisse besonders in der Rumermur wird in dem Abschnitt über die mittlere Solsteinkette gegeben werden. Während noch im Galzanhofgraben prächtige Mergel und Sandsteine der Raiblerschichten aufgeschlossen sind, nimmt diese Ausbildung, gegen die Rumermur hin, sehr ab. Dafür setzen stellenweise Rauchwacken ein, deren gewaltigem Vorherrschen die Rumermur ihre Entstehung verdankt.

Wir haben gesehen, wie zwei grosse Schollen an dem Aufbau des Zunderkopfes beteiligt sind. Die mächtigere, nördliche Scholle, die auch die gipfelbildende ist und allein das ganze Hallthalgehänge zusammensetzt, ist bei Weitem die stärkere. Zahlreiche Querschübe und Brüche sind nachweisbar, zahllose undeutliche durchsetzen sie. Ihre Störungen häufen sich gegen den Südrand, wo sie an die kleinere, südliche Scholle stösst.

Was das Verhältniss der beiden Schollen zueinander anlangt, so lehrt ein Blick auf die Karte, dass wir es hier mit zwei Gebilden zu thun haben, die wie Schuppen übereinander liegen. Beide sind dabei fast saiger aufgerichtet. Eigenthümliche Facieswechsel scheinen in diesem Gebiete vorzuliegen, die wohl auch zu dieser merkwürdigen Bauart beigetragen haben mögen. Im Norden begrenzen mächtige Verwerfungen die Zunderköpfe und legen ihre jungen Schichten an alte, im Süden wird wohl die grosse Innthalpalte nicht allzufern vorüberziehen.

V. Die Solsteinkette.

A. Frauhütt bis Wildanger.

Frauhütt-Wildangerscholle, Höttingerscholle, Gleierschthalmulde.

Bei der Untersuchung des Solsteins wird näher beschrieben werden, dass wir dort ein Gewölbe aus Wettersteinkalk vor uns haben, dessen Nordflügel sich längs der ganzen Solsteinkette hinzieht, während sein Südflügel westlich vom Brandjoch nicht mehr vorhanden ist. Dieser Nordflügel — ein mächtiger, steil aufgestellter Schichtenbau — ist eine der auffallendsten geologischen Eigenthümlichkeiten dieses Gebirgszuges. Im hellen Gegensatz zu den geschlossenen, wenig gestörten Schichtzügen, die in der Hochregion und den Nordabsenkern vorherrschen, besteht die tiefere Innthalflanke aus bunten Schichttrümmern, deren genaueren Zusammenhang zu erkennen, gewaltige Störungen, eine tiefeingedrungene Erosion und dichte Bewachsung zur Unmöglichkeit machen. Nach dieser verschiedenen tektonischen Ausbildung wollen wir in der Einzelbeschreibung zuerst den Kamm und die nördlichen Seitenäste als deutlichst erkennbare Erscheinung beschreiben und dann die Verhältnisse des Gehänges in ihrer Beziehung zu dem östlich und westlich Angrenzenden zu schildern versuchen.

I. Die Frauhütt-Wildangerplatte.

(Profil 16—22 auf pag. 340, 352 und 353.)

Mit dem Frauhüttsattel betritt der Nordflügel des Solsteingewölbes den Kamm und behält ihn inne bis zum Niederbruch des Wildangers ins Hallthal. Alle Glieder dieses Zuges haben gewaltige Dimensionen und sind gut entwickelt. Beginnen wir mit dem Aufzählen im Süden, so sehen wir vom Thörl bis ins Höttingerthal herauf mehrfach als Tiefstliegendes den bunten Sandstein auftreten. Ueber ihm liegen fast ständig Rauchwacken, dunkle Kalke oder Dolomite, die wir zusammen als Reichenhallschichten hervorhoben. In ihrem Hangenden treten schön entwickelt die verschiedenen Kalke des höheren Muschelkalkes auf. Auch in diesem Horizont sind an der oberen Grenze Rauchwacken eingeschaltet. Darüber folgen die Partnachkalke, die in den hellen Wettersteinkalk übergehen. Damit haben wir schon den Kamm überschritten, der meist aus hellem Wettersteinkalk erbaut ist, in seinem westlichen Theil aber, besonders von der Hafelekar Spitze bis zur Sattelspitze hin aus dunklen Partnachkalcken besteht. Die Nordabzweiger hingegen führen nur oberen Wettersteinkalk und geben in ihrer wohlgeschichteten, saigeren Lage ein gutes Bild von seiner grossen Mächtigkeit.

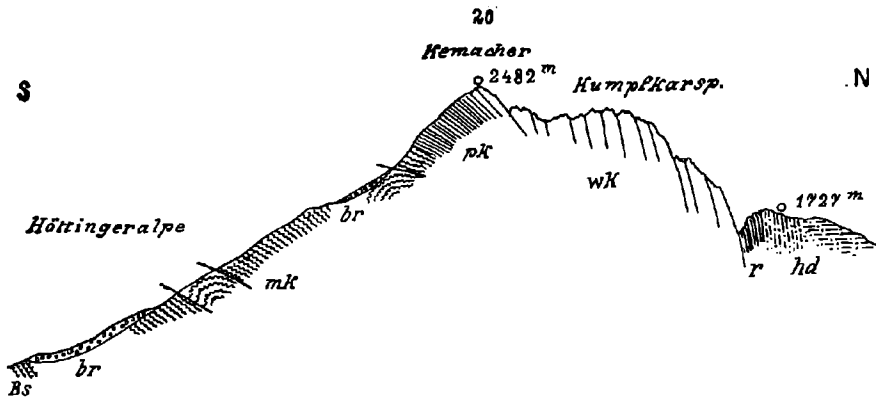
So einheitlich gewiss im Grossen der Bau dieser Triasplatte sein mag, so sind doch gerade im Abfall des Kammacher- gegen das Höttingerthal mehrere kleine Gewölbe zu sehen, die von den Muschelkalkschichten gebildet werden: ein bedeutenderes, gerade östlich der Höttingeralpe, ein anderes schon im Gipfelbereich des genannten Berges. Die Rauchwacken und mergeligen Kalke, die im oberen Muschelkalk ziemlich häufig sind, zeichnen sich ins Terrain als Einwitterungen ein. Längs der ganzen Kette, besonders zwischen Arzlerscharte und Höttingerthal, verdanken viele kleine Eckenbildungen, Terrassen und Gruben, z. B. die Seegrube, diesem Umstand ihre Entstehung. Auch die Stufen in der Nähe des Wasserschroffens sind durch Tieferwittern weicher Schichten entstanden. Die heftigen Störungen und Verbiegungen im Kleinen, welche oberhalb des Wasserschroffens dünnblättrige Kalke und Rauchwacken zeigen, stehen wohl mit dem nahen Solsteingewölbe und den Schichtverbiegungen jenes Muschelkalkzuges, der zur Nazhütte hinauszieht, in ursprünglichem Zusammenhang. Diese kleinen Unregelmässigkeiten erklären auch die ganz ungewöhnliche Mächtigkeit des Muschelkalkes im Höttingergehänge wenigstens theilweise. Auch die Schichtneigung ist im Einzelnen gar nicht regelmässig. Doch bleibt sie meist zwischen 40° und 80° Nordfallen. Andererseits macht diese Triasplatte trotz ihrer bedeutenden Längserstreckung den Eindruck grosser Widerstandsfähigkeit wegen der grossen Schichtmächtigkeit und dem Vorherrschen fester Kalke. Thatsächlich dürften auch keine Störungen vorliegen, die sie in wirklich grossem Massstab beherrschen würden. Nur längs der Arzlerreisen scheint ein Querbruch zu verlaufen, an dem der Klotz der Stumerspitze verrückt wurde. Auch am Frauhüttsattel setzt eine kleinere Querverwerfung über.

Aber auch diese Störungen verlieren im Anblick der ganzen Masse ihre Grossartigkeit, denn sie vermögen den einheitlichen Charakter nicht zu durchbrechen.

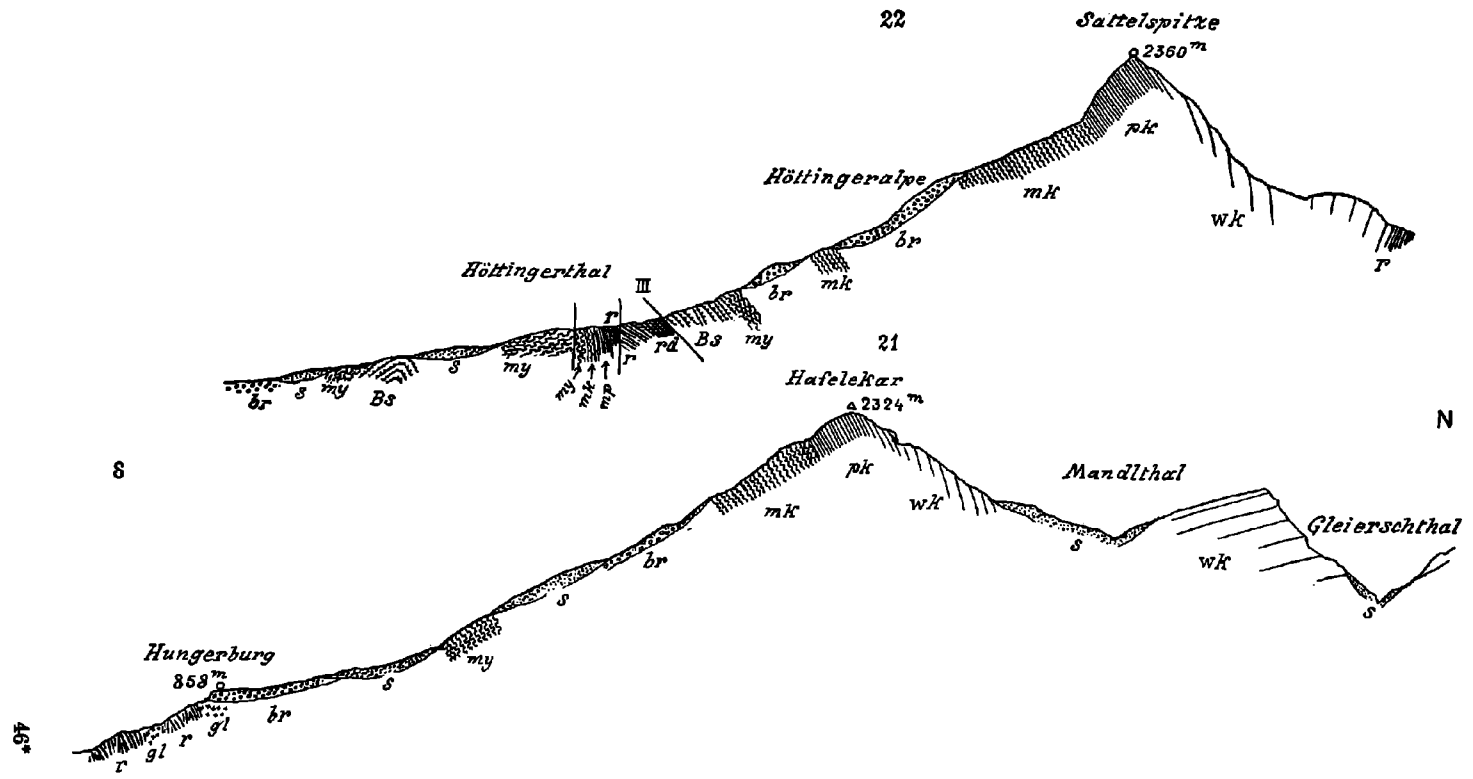
2. Die Gleierschthalmulde.

(Profil 20—21.)

Die Nordgrate der Solsteinkette, der Kumpfkark- und Hippenkopfkamm haben an ihrem nördlichen Abfall schön entwickelte, steil stehende Raiblerschichten anlagern. Schon am Kumpfkarkamm besitzen sie nicht mehr jene mächtige Entfaltung wie am Hippenkamm; in der Nähe der Angerhütte verschwinden sie. Längs des Frauhütthales scheint eine tüchtige Schichtschwankung die Verschobenheit der beiden Raibleransätze hervorgebracht zu haben. Nördlich davon steht der Hauptdolomit an, der ebenfalls bei der Angerhütte ausgeht. Beide Schichten sind hier gutentheils an Störungen abgeschnitten. Dass solche vorliegen, sieht man daran, dass neben saigeren Raiblerschichten fast horizontal eine Bank hellgrauen Kalkes liegt.



Der Hauptdolomit des Fuchsschwanzes zeigt noch eine Art Muldenstellung, die am Wiedersbergausläufer nicht mehr erkenntlich ist. Bei der Christeneckalpe beginnt ganz am Fusse jener Seitenkämme der Solsteinkette ein Zug von Wettersteinkalk als ein Theil des Nordschenkels dieser Mulde, der durch Verwerfungen vom Südflügel des Gleierschammgewölbes getrennt ist, ähnlich wie der Wettersteinkalkzug im Nordschenkel der Hinterauthalmulde. Auch der Birkkopf auf dem rechten Bachufer dürfte dazu zu nehmen sein. Dieser ganze Wettersteinzug stösst ohne Zwischenlage sicherer Raiblerschichten an den Hauptdolomit, also wahrscheinlich durch eine Verwerfung in diese Lage gebracht. Dieser Wettersteinkalkzug der Mulde baut dann weiter östlich auch den Kamm des „niederen Brandjoches“ auf. Dieser Höhenzug schliesst sich in bogenförmigem Verlauf dem Nordgrat der Mandlspitze an. Der weitaus grössere Theil dieses Kammes ist gut geschichtet, und zwar hat der dem Gleierschthale gleichgerichtete Theil



schwach südfallende Neigungen, während das Kammstück, das an die Hauptkette anknüpft, eine flache Mulde darstellt, deren Achse zugleich die des Mandlthales ist. Die steiler nordfallenden Schichten des Hauptkammes gehen als Südschenkel der Mulde in immer weniger nordfallende Neigungen über. Im Gebiet des Ueberganges ist eine Gratscharte eingebrochen. Das Mandlthal selbst ist von weiten Schutthalden erfüllt.

Die ganze Mulde steigt gegen Osten stetig in die Höhe und läuft am Stempeljoch in der Luft aus. Die nördlichen Seitenkämme der Solsteinkette, welche den Südfügel der Mulde bilden, haben im Kumpfkargrate, soweit es den Wettersteinkalk angeht, ihre mächtigste Entfaltung. Der nächste Kamm östlich, der der Grubreienthürme, ist ihm an Mächtigkeit noch fast gleich, die weiteren Nachfolger aber nehmen rasch ab. Im Kamm, der von den Spitzen des Wildangers zum Stempeljoch zieht und so die Verbindung mit dem Gleierschkamm herstellt, ist der Südfügel der Mulde äusserst kurz und kaum mehr bemerkbar; eine Verwerfung trennt ihn von dem durch Brüche zerstückelten Südschenkel des Gleierschkammes.

3. Die Höttingerschollen.

(Profil 20, 21, 18, 19, 22.)

Eine tektonische Besprechung der unteren Gehänge der Solsteinkette muss sich auf die Aufschlüsse des Höttingerthales, der Mühlauerklamm und der Rumermuhr beschränken, weil in den dazwischen liegenden Gebieten die Aufschlüsse in einer Weise spärlich und weit voneinander entfernt sind, dass man dieselben nur mehr völlig speculativ verwenden könnte, eine ziemlich werthlose Mühe! In dieser Region kann man kaum mehr thun, als die einzelnen Aufrisse beschreiben.

Bis zu jener Bergkante, welche knapp westlich vom Höttingerbild zum Achselkopf sich aufschwingt, reichen später zu beschreibende Dolomite der Reichenhällerschichten von Westen her. Sie brechen an dieser Kante ganz unvermittelt ab; im Höttingerthal treten zwar ähnliche Dolomite auf, aber sie nehmen meist eine andere Stellung ein oder sind sehr wenig mächtig. An diese Verwerfungsgrenze jener Myophoriendolomite stossen etwas oberhalb des Höttingerbildes typische Mergel und Sandsteine der Raiblerschichten. Höher hinan stehen stark zerdrückte, dunkle Kalke an. Auch Dolomit wechselt mit den Kalken, die in total zertrümmertem Zustande, von Klüften und Rutschen durchbrochen, vorliegen. Ueber all' diesen Trümmern bricht rother Sandstein hervor, der sich dann längs des Gehänges in's Höttingerthal hineinzieht. Seinem Terrainanschnitt nach muss er eine flach nordfällige Lage einnehmen. In dem Graben, der neben der Ochsenhütte herabsinkt, liegt unter dem bunten Sandstein noch ein hellgrauer Dolomit. Die erste Brandjochrinne, die unterhalb eines Wasserfalles des Höttingerthales in dasselbe einmündet, zeigt wieder die Sandsteine, darunter Dolomit, dann schwarze Mergel, Sandstein und dunkle Kalke in einer den später zu besprechenden Aufschlüssen dieses Thales ähnlichen Lage. An der Mündung der ersten Brandjochrinne sind Rauch-

wacken zu sehen, die wahrscheinlich auch den nächsten Theil des Hauptthales bilden, der ganz von Schutt und Vegetation bedeckt wird. Unter dieser ganz verdeckten Stelle kommt in einem kleinen Gewölbe fester Buntsandstein hervor, nach unten von Rauchwacken bedeckt, die schwarze Schiefer umschliessen und schwer von der tiefer tretenden Höttingerbreccie zu trennen sind. Steigen wir wieder thalauf, so steht beim Wasserfall, wo sich auch die Mundlöcher eines alten Bergbaues öffnen, an der Ostseite des Thales ein eigenthümlich dünn-schichtiger, auf den Flächen mergeliger Dolomit an, der auf der anderen Thalseite nicht deutlich bemerkbar ist. An diesen flach süd-fallenden Dolomit schliesst sich eine ziemlich ungeschichtete, vielleicht saiger stehende Dolomitmasse an, über die der Bach stürzt. An diesen Dolomit stösst eine Zone dunklen Kalkes, dem ein Mergelstreifen benachbart ist, der täuschende Aehnlichkeit mit Partnachschiefern besitzt. Ueberdies hat der Kalkzug auf der einen Thalseite knollige Kalkplatten, die sehr an Muschelkalk erinnern. Die breite Einsenkung, die thalauf folgt, besteht grösstentheils aus Mergeln, doch gelang es uns durch Aufgraben Sandsteine, wie sie die Raiblerschichten führen, darin zu entdecken. Die höher gelegene Thalstufe besteht aus flach gelagerten, dunklen Kalken, auf denen in der Ostflanke des Thales Mergelspuren liegen. Aehnliche Lagerungsdiscordanzen wie hier, sind auch in der ersten Brandjochreise zu sehen, mit denen diese Aufschlüsse in directer Verbindung stehen. Den weiten, aufschlussarmen Raum bis zu dem nun thalauf kommenden Buntsandstein, der von der ersten Brandjochreise herüberzieht, scheint ein ziemlich heller Dolomit auszufüllen, ähnlich wie der unter der Ochsenhütte. Die besten Aufschlüsse dieses Gesteins sind am Weg von der Gramart zur unteren Höttingeralpe. Der Buntsandsteinaufschluss an der Thaltheilung ist der zweitmächtigste seiner Art in dem ganzen Gebiet. Er wird von flachen Lagen von Rauchwacken der Reichenhällerschichten überdeckt. Doch gehören diese zwei letztgenannten Schichten schon eher zur Triasplatte des Hauptkammes.

In dem Zwischenstück vom Höttingerthal zum Mühlauergraben lässt sich keine Schichte mit Sicherheit verfolgen. Sehr wahrscheinlich ist es, dass der Buntsandstein der unteren Höttingeralpe mit dem der innersten Mühlauerklamm in Verbindung steht. Es kann das aus dem Austreten der Quellen längs dieser Zone und aus der Buntsandsteinführung der Breccie folgern. Auch ist er noch bei der Umbrückleralpe und am Titschenbrunnen aufgeschlossen. An letzterem Orte liegen über ihm helle Dolomite. Von anderen durchlaufenden Schichten ist in dem Waldgebiet nichts zu sehen. Am bedeutendsten sind noch in einem Hohlweg zum Titschenbrunnen splittrige, schwarze Mergel aufgeschürft. Ebenso ist im Weiberburggraben ein zertrümmerter Dolomit vorhanden; tiefer sollen daselbst, nach Pichler's Angabe, in einem jetzt verschütteten Mergelaufschluss Raiblerversteinerungen zu finden gewesen sein. Das macht es auch wahrscheinlich, dass die Dolomite, die bis zum Inn herabreichen, diesen Schichten angehören.

In der Mühlauerklamm findet eine ganz merkwürdig häufige Wiederholung von Mergel und Sandsteinzügen mit Kalkbänken statt. Die Züge des vorderen Theils nehmen fast ausnahmslos steile Lagen

ein, im mittleren Theile sind flache Neigungen neben steilen vorhanden. Den innersten Theil nimmt die Höttingerbreccie ein, unter der verborgen der Buntsandstein liegt. Fast in allen Mergelzügen, mit Ausnahme des allerersten auf der Ostseite, lassen sich begleitende Sandsteine nachweisen, die ganz denen der Raiblerschichten gleichen. Unmittelbar hinter der vom Bach durchnagten Thalsperre eines hervortretenden Kalkzuges, wo der Weg zum Purenhof den Bach übersetzt, sind die mächtigsten Sandsteinvorkommnisse, die auch die Leitfossilien der Raiblerschichten in sich führen. Im nächsten Klammgebiete herrschen die Kalke vor, zu denen sich auch dolomitische Breccien gesellen. Von Mergeln kommen nur mehr wenige Aufschlüsse vor. Die innersten, tagliegenden Grundfelsen sind graue Kalke, denen die Breccie aufliegt. Bei den Wurmbachquellen und durch die Stollen der Innsbrucker Trinkwasserleitung auch unter der Breccie ist der Buntsandstein in grosser Ausdehnung aufgedeckt. Leider unterbricht gegen Osten hin eine dicke Brecciendecke jeden Einblick auf das Grundgebirge bis zur Bergkante hinaus, die die breite Absenkung des Rumeralgehanges vom Gebiet des Mühlauergrabens trennt. Dort tritt nun wieder als tiefstes Glied bunter Sandstein auf, der auch steil nordfällige Schichtung verräth. Er bildet einen längeren Streifen, bis er wieder östlich der Buchenalpe vom Schutt verhüllt wird. Er wurde bereits als Sohle der Thaurerscholle beschrieben. Ueber dem Buntsandstein folgen in dem Graben, der zur Rumeralpe hinaufzieht, die Glieder der Thaurerscholle, als: dunkle Kalke, die stellenweise dolomitisch werden und auch Mergel enthalten, — sie sind gewölbeartig aufgebogen und Dolomit bildet den Kern — alsdann knapp unter der Wand, auf der die Alpwiesen liegen, gut entwickelte Raiblerschichten. Diese fallen mässig steil berglein. Auch die dunklen, geschichteten Kalke der Wand dürften dazu zu nehmen sein. Ueber ihnen in Alphöhe stehen Dolomite an. Von da aufwärts bis zur Muschelkalkstufe wird alles von Schutt und Breccie verdeckt.

Die im Rumeralmgraben anstehenden Schichten lassen sich mit Ausnahme des Buntsandsteins dem Gehänge nach in die Rumermur — auf die nun näher eingegangen werden soll — hinein verfolgen.

Die Kalke, die gleich ober dem Buntsandstein im Rumeralmgraben liegen, bilden als Felseingang das erste Anstehende der Mur, wenn man dem Weg nach zu ihr emporsteigt. Auch hier sind es dunkle, von vielen weissen Adern durchzogene Kalke, die offenbar zu ihnen gehörigen Mergelspuren von drüben sind hier als mächtige, stark zerknitterte Mergellager entfaltet, die entschieden den Partnachmergelcharakter an sich tragen. Es folgt aufwärts darauf grauer, weissadriger Kalk, stark nordfallend, und dann Kalk und Mergelbänke. Der mächtigste dieser Mergelstreifen, der wie alle anderen bisherigen Züge fast saiger steht, enthält Raiblersandsteine mit *Bactryllium canaliculatum* und *Ostrea montiscaprilis*. Darüber lagert Rauchwacke, die gegen die Mitte der Mure zu mit einem Verkittungsproduct der feineren Schuttmassen ganz verwachsen erscheint. Die höher folgende Kalklage ist im unteren Theil dolomitisch, nach oben mehr durch dünnblättrigen Mergel gebankt. Dieser Kalk nimmt auf einmal eine andere Lage ein, indem er mässig steil nach Nord-

west einfällt. Dieser Kalk ist völlig auf die Ostseite der Mure beschränkt. Ober dem Kalk folgen Kalke und Rauchwacken mehrmals bis hinauf zur Wandstufe des Wettersteinkalkes, welche nach oben den Abschluss der Mur bildet. Am Südrand des Wettersteinkalkes läuft eine gut ausgebildete Verwerfung, an der ein Streifen steilsteuender, ganz zermalmtmer Mergel da und dort erhalten ist. Unter diesen steht in der mittleren Wasserrunse wohlgeschichteter Dolomit an. In der Nordostecke der Mur werden Mergel und Dolomit durch eine Verwerfung von der Rauchwacke abgeschnitten.

Die hier vom östlichen Graben geschilderten Verhältnisse finden in den westlichen Rinnsalen keine Nachbildung, zudem das ausgedehnte Schuttgebiet fast keine zusammenhängende Aufschlüsse bietet. Auf den dunklen Kalk am Eingang folgt hier zunächst eine weite, anbruchlose Zone, aus deren spärlichem Grundgestein man nur schliessen kann, dass die Partnach- und Raiblerschichten hier durchziehen. Höher oben am Beginn des mittleren Grabens steht noch ein dunkler Kalk an, auf den dann mächtige, meist stark zertrümmerte Dolomitmassen folgen. Dieselben bauen den ganzen westlichen Theil der Rumermur auf. In ihnen findet sich stellenweise Rauchwacke eingelagert, was man am besten im mittleren Graben sieht, der östlich der Rauchwackenthürme herabzieht, welche aber schon dem Rauchwackenzuge am oberen Ende des Dolomits angehören. Auch hier liegt wieder eine ausgesprochene Verwerfung vor: Während westlich die Rauchwacken in die Rinne hereinziehen, stossen sie in dieser — in der Nähe eines grösseren Wasserfalles — unter stumpfem Winkel auf jenen gut geschichteten Dolomit und die Mergel, welche den Südrand des Wettersteinkalkes umsäumen. Die Verschiebung ist von der Art, dass die Rauchwacken auch von dem Wettersteinkalk abstossen, an den auch ein darüberliegender Dolomitkeil andrängt.

Der Dolomit, welcher den ganzen übrigen westlichen Theil der Mur bildet, steht mit dem der Rumeralpe in directem Zusammenhang, während die Rauchwacken, welche im östlichen Theil so sehr vorherrschen, mit denen des Galzanhofgrabens im Verband liegen.

Ober der abschliessenden Wand des Wettersteinkalkes folgen Rauchwacke, Dolomit und dann die prächtigen Aufschlüsse des Buntsandsteines bei der Vintlalpe. Dieser Sandstein aber stellt schon das tiefste Glied der Wildangerscholle dar, während die tieferen Schichten noch zur Zunderkopfscholle gehören. Die Erforschung der Rumermur hat mit grosser Sicherheit hervortreten lassen, dass die beiden Schollen, die in reichen Schichtverhältnissen den Zunderkopf aufbauen, auch, wenngleich bedeutend verarmt, die Rumermur zusammensetzen. Die südliche Scholle geht noch weiter; sie ist durch den Rumeralppgraben noch in ziemlicher Vollständigkeit aufgeschlossen. Direct verfolgen lässt sich in der ganzen Erstreckung nur die Raiblerschichte, obwohl auch die darüber- und darunterliegenden Schichten trotz ihres Entwicklungswechsels ziemlich zusammenhängen. Auffallend ist in dem Zuge die gegen Westen gerichtete Mächtigkeitsabnahme.

Die Art der Verbindung mit den Schichten der Mühlauerklamm ist unsicher. Ist der Buntsandstein der Mühlauerklamm die Fortsetzung der bunten Sandsteine des Purenhofes — dafür spricht der Umstand,

dass längs der muthmasslichen Verschneidungslinie der Schichte mit dem Hang die Breccie unter der entsprechenden Höhe wirklich rothe Sandsteine führt — so kann man in den Schichten der Mühlauerklamm mit einiger Wahrscheinlichkeit den Südschenkel eines Gewölbes sehen, dessen Nordschenkel die Schichtreihe der Thaurerscholle darstellen würde. Gegen diese Anschauung spricht die flache Lage des Buntsandsteines, welche sich aus der Verbindung der Aufschlüsse der Mühlauerklamm und des Purenhofes ergäbe.

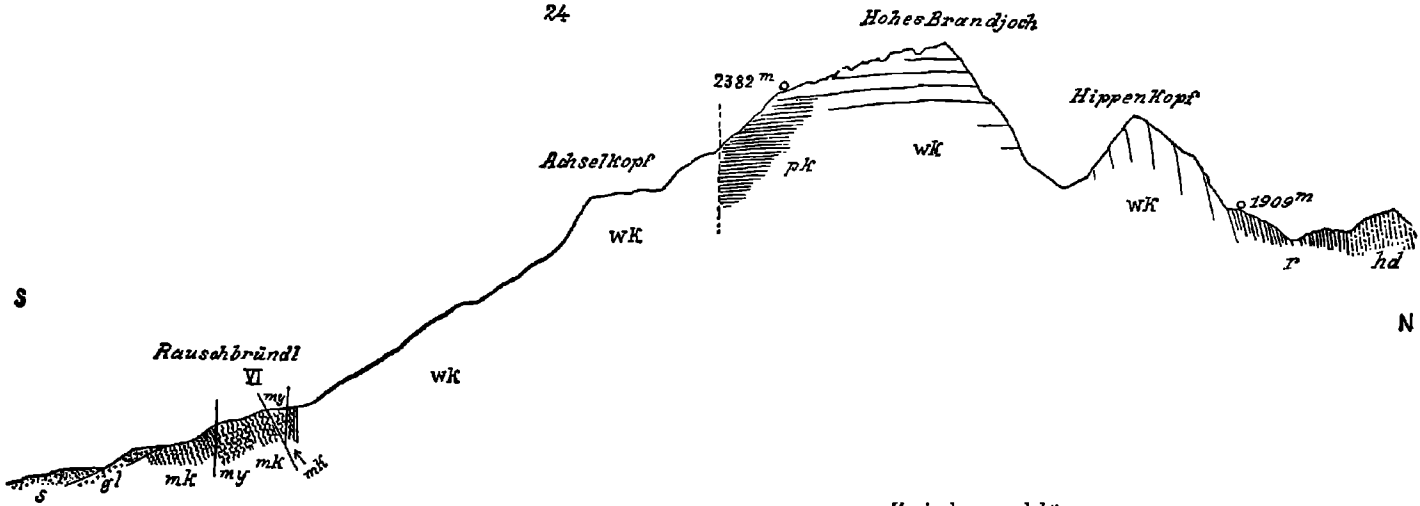
Zieht man die Buntsandsteine der Mühlauerklamm als tiefstes Glied zur oberen Triasplatte, so stehen die Raiblerschichten der Mühlauerklamm und die hinter ihnen liegenden fraglichen Gesteine mit den Schichten des Höttingerthales in der Aehnlichkeitsbeziehung, dass auch dort unter dem Buntsandstein der unteren Höttingeralpe Raiblerschichten, sowie Kalke und Dolomite unbestimmten Alters anstehen. Zudem ist auch der directe Zusammenschluss der beiden Buntsandsteinlager sehr wahrscheinlich. Das Höttingerthal bildet, mit dem unteren Buntsandstein anfangend, bis zum oberen Aufschluss desselben eine wahrscheinlich ziemlich vollständige Schichtfolge, in der nur jede Andeutung des Wettersteinkalkes fehlt. Dass der obere Buntsandstein besser zu den darüberfolgenden Schichten der Frauhütt-Wildangerplatte gezählt wird, geht wohl daraus hervor, dass er am unteren Gehänge des Achselkopfes, beim Höttingerbild, eine Lage einnimmt, als wenn er dem Brandjochgewölbe als Unterlage dienen sollte.

Wenn man die Schichten der Mühlauerklamm in dieser Weise trennt, dass der Buntsandstein zur oberen Schichtplatte gehört und die Raiblerschichten durch eine Verwerfung davon abgeschnitten sind, so gelingt es, mit Hilfe einer nicht unwahrscheinlichen Annahme, die Verhältnisse des Rumeralmgrabens, der Mühlauerklamm und des Höttingerthales in Zusammenhang zu bringen. Denkt man sich nämlich, wie es auch der Wirklichkeit entspricht, die Schichtfolge der Rumer Spitze im Gegensatz zu denen der Mühlauerklamm gehoben und nach Norden gedrängt, was sich besonders in den unteren Schichten mehr ausspricht, so ist es gut denkbar, dass die Raiblerschichten der Mühlauerklamm die höchsten Theile der Thaurerscholle vorstellen; der unterste Theil der Klamm würde in diesem Falle Partnachsichten, Muschelkalk und Buntsandstein verhüllen. Der Zusammenhang mit dem Höttingerthale wäre alsdann ein einfacher, indem dortselbst eben dieselbe Scholle mit allen ihren Gliedern aufgeschlossen erscheint.

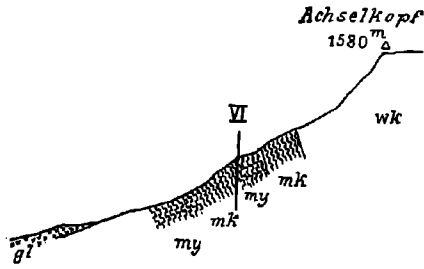
Sichere Kriterien für die eine oder andere Annahme fehlen.

Bemerkenswerth ist das Streichen der Schichtzüge in diesem Gebiet. Vom Höchenberg her streichen dieselben nordöstlich „schief aufwärts“ gegen das Höttingerthal, vom Zunderkopfe streichen die Schollen nordwestlich oder fast ostwestlich gegen das Höttingerthal hinein. Dieses bildet eine geologische Einbuchtung. Die Schichten der Zunderkopfscholle verschwinden dabei alle unter der mächtigen Frauhütt-Wildangerplatte. Im Gebiet zwischen Mühlauergraben und Höttingerthal laufen die Schichten mehr pallel zu der Triasplatte, am Achselkopf beginnt das entgegengesetzte Verhalten.

In welcher Beziehung die gewaltige Triasplatte der oberen Gehänge zu den Schichten des unteren Gehanges steht, ist nicht ganz



23



Zeichenerklärung:

- my = Reichenhallschichten (Myophorienschichten Rothpletz).
- mk = Die höheren Abtheilungen des Muschelkalkes.
- pk = Kalk der Partnachsichten.
- wk = Wettersteinkalk.
- r = Raiblerschichten.
- hd = Hauptdolomit.
- gl = Glaciale Ablagerungen.
- s = Postglaciale und recente Bildungen.

Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst., 1896, 48. Bd., 2. Hft. (Ampferer u. Hammer.) 47

sicher. Zwischen beiden Theilen laufen jedenfalls mächtige Störungen hin, wenn auch Facieswechsel einen Theil der gegenseitigen Unregelmässigkeiten zu erklären vermag.

Längs der ganzen Bergkette herrscht also eine schuppenartige Gebirgsbildung, die besonders im Gebiete des Wildangers wohl ausgeprägt ist, wo wir drei Schichtplatten hintereinander sehen. Gegen Westen wird der Bau einfacher, dadurch, dass eine der Platten unter der mächtigsten, höchstgestauten, verschwindet. Von Westen her zieht das Solsteingewölbe mit seinen Vorlagen; im mittleren Stück herrscht tektonische Unsicherheit wegen mangelnder Aufschlüsse. Die Erosion hat hier einen Einblick in verhältnissmässig tiefe Theile geschaffen, vielleicht aber auch zur vollständigen Erklärung nöthige Theile zerstört.

B. Erlsattel—Frauhütt.

Solsteingewölbe, Zirlermäderschollen, Höchenbergscholle und Kranabitterscholle.

Die südlichste Bergkette des Karwendelgebirges, die Solsteinkette, steigt im Westen mit dem grossen Solstein aus der Hauptdolomitmiederung der Seefelderberge empor. Die Solsteinkette im engeren Sinn — Erlsattel—Frauhütt — welche sich aus der ganzen Längskette durch ihre bedeutende Höhe hervorhebt, verräth durch ihren ganzen Aufbau in der Zusammengeschlossenheit der Gipfel und im Abfall der Flanken ihre geologische Einheitlichkeit, ihren Bau als Gewölbe. Es ist auch das Solsteingewölbe von allen tektonischen Baustücken der ganzen Kette das bestausgebildete und deutlichst erkennbare.

Wenn man das Solsteingewölbe beschreiben will, so geht dies kaum ohne Mithineinziehung der niedrigen Vorberge, welche dasselbe unmittelbar vom Innthal trennen. Unter diesen Vorbergen hat nur der Höchenberg Anspruch auf Selbstständigkeit. Seine geologische Fortsetzung, das Klammeck und der Achselkopf, sind völlig in den Flankenbereich der Hauptkette getreten. Diese Vorberge bilden im Vereine mit dem Solsteingewölbe eine Art Falte, deren Mulde als eingebogene Scholle an den Zirlermähdern so ziemlich am besten erhalten ist. Ost- und westwärts davon ist sie undeutlicher ausgebildet.

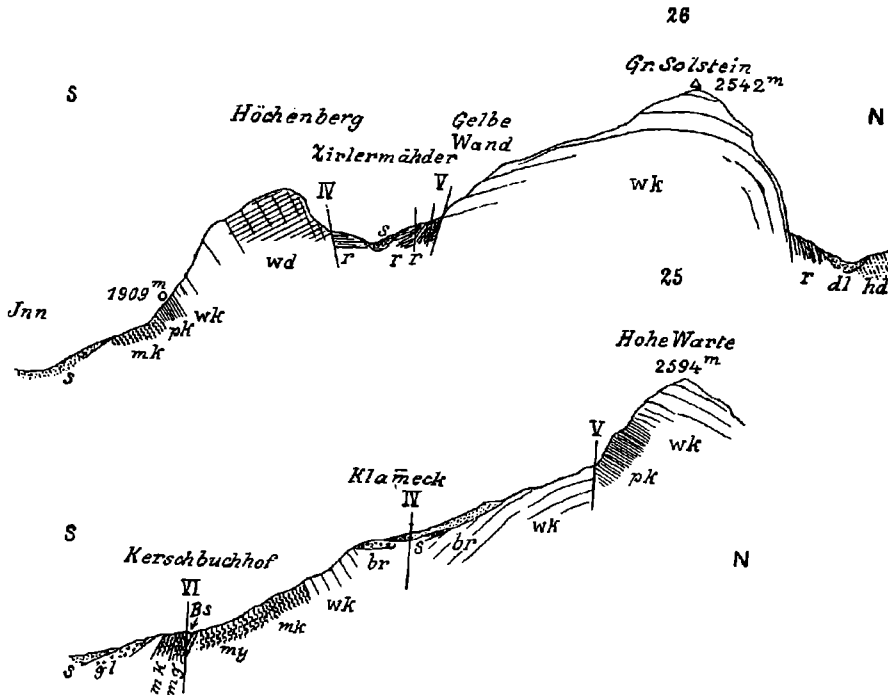
I. Das Solsteingewölbe.

(Profil 26 auf pag. 361 73.)

Das Solsteingewölbe ist wie alle grossen Wölbehauten unseres Gebietes stark einseitig, und zwar ebenfalls in der Weise, dass der Nordschenkel steil oder saiger steht, während am Südschenkel mässigere Steigungen vorherrschen. Es taucht, nämlich wie der Gleierschkamm, mit breitem Rücken in einer seinem jetzigen Abhang fast gleichen Neigung unter den Raiblerschichten und dem Hauptdolomit des Erlsattels auf. Der Nordflügel, der aus steil gestellten Platten hellen Wettersteinkalkes, aus ebenso liegenden Raiblerschichten und aus Hauptdolomit besteht, ist nicht nur am Solsteingewölbe, sondern, wie wir oben gesehen haben, längs der ganzen Solsteinkette bis zum

Hallthale entwickelt, wo die Kartelserschollen den letzten eingebrochenen Rest desselben darstellen. Freilich verliert er im Osten zuerst den begleitenden Hauptdolomit und dann die Raiblerschichten, dafür sind in der Innthalflanke die tieferen Glieder bekanntlich aufgeschlossen. Während im Gebiet Erlsattel—Frauhütt der Nordflügel stark im geographischen Nordgehänge verbleibt, betritt er mit dem Frauhüttsattel den Hauptkamm, den er bis zu seinem Ende innebehält.

Im westlichen Theil des Gewölbes geht der Nordflügel mehr allmählig in die flachen Wölbetheile über, weiter östlich findet das nicht mehr statt. An den steilen Platten des Nordabfalles lagern dann



unvermittelt annähernd horizontale Lagen, welche die Gipfel bilden. Am schönsten sieht man dies im Nordgewände des kleinen Solsteins; in steile Pfeilergrate zernagt, streben die fast senkrechten Platten des Unterbaues hoch hinan; wo sie ihr Ende erreichen, nimmt plötzlich die Steilheit etwas ab — es hat sich sogar ein kleines Kar eingestaltet — und darüber ragt fast senkrecht die horizontal gebänderte Gipfelwand auf.

Auch in dem Solsteingewölbe sind echte Firstschollen ausgebildet. Sie beginnen mit dem kleinen Solstein und haben nach Süden durchaus einen weniger schroffen Abbruch als gegen Norden. Im Südgehänge der hohen Warte, im Gebiet des Gamsangerls und des Schneekars und im Brandjochgehänge bis hinüber zum Frauhüttsattel

treten im Liegenden dieser Firstscholle noch die dunklen, versteinereungsführenden Horizonte des Wettersteinkalkes, die Partnachkalke, zu Tage. Im Gehänge des Brandjoches gegen Hötting tauchen unter diesen Kalken die Muschelkalkbänke auf, die in einer gebrochenen Linie von der Nazhütte ungefähr gegen das Gewände der Sattelspitzen hinstreben, welche sie nicht erreichen, da sie in der Frauhüttrinne an einer Verwerfung tiefer geschoben werden. Der grosse Solstein besitzt auch einen deutlichen Südschenkel. Derselbe besteht aus mehreren auseinandergebrochenen Schollen, die gegen die Zirlermäher- und gegen die Kranabitterklamm abbrechen. Im Gebiete der hohen Warte zieht vom Gamsangerl ab gegen das Klammeck eine mässig südfallende Scholle hinunter, ebenso wie das Durachgehänge (zwischen Klammeck zum Achselkopf) durch eine tief hinabgreifende Scholle hellen Wettersteinkalkes gebildet wird, der oben an die im Liegenden der Firstscholle noch zu Tage tretenden Partnachkalke stösst. Diese Durachscholle zeigt nirgends eine durchgreifende Schichtung, aber nach ihrer ganzen Verwitterung zu schliessen, dürfte sie eine ziemlich steile Neigung einnehmen. Ostwärts von dieser Scholle ist wenig mehr von einer Andeutung des Südschenkels zu sehen. Der flache Theil des Achselkopfes und die oberen Theile seiner Abstürze bestehen zwar aus hellem Wettersteinkalk, aber die Lagerung ist nicht sicher erkennbar. Zudem sind in seinem oberen östlichen Gehänge dunkle Kalke aufgeschlossen. Seine Erklärung wird sich besser im Anschluss an die Zirlermäderscholle finden lassen.

2. Die Zirlermäderschollen.

(Profil 26, 25 auf pag. 361 [73].)

Die Aufschlüsse der Zirlerklamm zeigen einen völlig saigeren südlichsten Theil, der, wenn man sich die Aufschlüsse von Martinsbühel ein wenig herauf verlängert, folgende Schichtglieder aufführt: Muschelkalk, Partnachschiefer, Wettersteinkalk und Dolomit, Raiblerschichten. Fast im rechten Winkel dagegen nun stossen dann Dolomite, die wahrscheinlich schon nahe dem Hauptdolomit sind. Unter diesen erscheinen bald thalaufliegend die Mergel und Sandsteine der Raiblerschichten. Dieselben fallen ganz flach gegen Westen oder Südwesten und sind mehrfach in die Höhe geschleppt. Unter diesen Schichten, die sich an den Seitenhängen der Zirlerklamm in die Höhe erheben, tauchen ganz im nördlichsten Theile der Klamm helle, dolomitische Kalke auf, die, flach südfallend, sich dem Solsteingewölbe anschliessen. Diese Kalke, die am schönsten im untersten Theile des Wörgelthaales bei seiner Einmündung in die Ehnbachschlucht (Zirlerklamm) zu sehen sind, zeigen sich vom Südflügel des Solsteingewölbes, besonders auf den Zirlermähdern, durch heftige Verwerfungen, an denen Fetzen von Raiblermergeln und Sandsteinen zurückgeblieben sind, abgeschnitten. Diese Störungen scheinen gegen Westen hin sich mehr zu verlieren, während dieselben in starker Ausbildung die Zirlermäher an ihrem Nordrand übersetzen und in prächtiger Weise durch die Schlucht, welche längs der „gelben Wand“ in die hintersten Theiläste der Kranabitterklamm hinabzieht, aufgeschlossen sind. Der südfallende

Wettersteinkalk des Solsteingewölbes wird von einer mächtigen Längsverwerfung abgeschnitten, während er zugleich an einer Querverwerfung, die die Längsspalte durchsetzt, verschoben ist. Der Wettersteinkalkwand liegt eine starke Trümmerzone an, die aus meist zu Mörtel zerriebnem Material von beiden Seiten besteht. An diese Zone schliessen sich saiger stehende, mit der Verwerfung nicht ganz gleich streichende Raiblerkalke. Diese streichen soweit die Schlucht hinab, bis durch die Querspalte der Wettersteinkalk vorgeschoben erscheint. Diese saigere Stellung der Raiblerschichten bezieht sich nur auf diese unmittelbar dem Längsbruche anliegende Scholle. Im unteren Theile der Schlucht liegen Raiblersandsteine und Dolomite in ziemlich flach südfallender Lage an der Trümmerzone. Südlich der saiger stehenden Raiblerschichten folgen, ebenfalls durch eine Verwerfung getrennt, mässig südfallende Kalkbänke, wahrscheinlich auch zu den Raiblerschichten gehörig. Alle diese Raiblerablagerungen werden aber von Wettersteinkalk unterlagert, der durch die Endschluchten des „kurzen Lehner“ (des westlichen Endastes der Kranabitterklamm) aufgeschlossen ist.

Während so im Norden der Zirlermähderschollen die Verwerfungshöhe und Stärke entschieden von Westen nach Osten zunimmt, scheint auf der Südseite das entgegengesetzte Verhältniss stattzuhaben. Die deutliche Störung, welche in der Zirlerklamm den steilgestellten Höchenbergschichten-Complex von der flachen Zirlermähderscholle trennt, lässt sich bis unter die Kirchbergeralpe verfolgen. Von dort an nördlich macht es ganz den Eindruck, als ob die Raiblerschichten, wenn auch mehrfach gestört, flach auf den oberen dolomitischen Wettersteinschichten liegen würden, was ja, da das Gefälle des Wettersteinkalkes am Höchenberg überhaupt stark abgenommen hat, nur eine Fortsetzung der Verhältnisse der Zirlerklamm bedeutet. In Folge dieser viel geringeren Nordneigung des Wettersteinkalkes des Höchenberges ist die Verschiedenheit zwischen Höchenbergscholle und Zirlermähderscholle an der Südgrenze der letzteren bedeutend geringer als an deren Nordgrenze, im Verhältniss zum Solsteingewölbe. In der Flanke, welche vom Höchenberg gegen die innere Kranabitterklamm abfällt, sind die Dolomitschichten des Wettersteinkalkes zu einer flachen Mulde verbogen.

In der Ostfortsetzung des Zirlermähderschollenbruches liegt in der Weitung der inneren Kranabitterklamm bis zum „langen Lehner“ hin flachliegender Wettersteinkalk als abgetrennte Scholle. Es scheint dies die directe Fortsetzung jenes Wettersteinkalkes zu sein, der die Grundlage der Raiblerschichten der Zirlermähderschollen bildet. Der „lange Lehner“ bezeichnet aber nicht das Ende des Einbruches, sondern nur das seiner deutlichen Ausbildung.

Auch im Gehänge des Klammeckes liegt zwischen dem Südschenkel des Gewölbes der hohen Warte und der nordfallenden Muschelkalk-Wettersteinkalkscholle des Höchenberges, beziehungsweise Klammeckes, eine Zone, welche stellenweise flache Schichtung aufweist, meist aber ungeschichtet ist und von mächtigen Klüften durchsetzt wird. Als letzte Spur dieses eingebrochenen Theiles kann man vielleicht den flachen Scheitel des Achselkopfes ansehen. Eine deutliche

Schichtung ist an diesem nicht vorhanden, doch ist so die ungeschichtete Masse zwischen den Gewölbeschichten des Brandjoches und den steil nordfallenden Schichten des Achselkopfgehanges am besten erklärt.

3. Höchenbergscholle und Kranabitterscholle.

(Profil 23—26 auf pag. 359 und 361.)

Diese zwei Schollen, in denen nur saigere oder steil nordfallende Lagen der Schichten vorkommen, stehen in nahem Zusammenhang. Erstere ist jener Schichtenzug, der oberhalb der Zirlerklamm beginnt, den Martinsbühel und den ganzen Höchenberg umfasst und am Südabhang des Klammbeckes zum Achselkopf hinüberzieht. Dort ist derselbe so ziemlich abgeschnitten; die zweite Scholle beginnt am Ausgange der Kranabitterklamm, bildet den Felsuntergrund der Kerschbuchhofterrasse und zieht von dort gegen das Höttingerthal hin, wo sie ebenfalls von Verwerfungen abgeschnitten wird.

Die Höchenbergscholle. Es ist ein auffallender Zug der Tektonik des Innthales, dass weithin und häufig die unteren Triassschichten, welche an seinem Gehänge anstehen, saigere oder doch steile Stellungen einnehmen. Ein Theil dieser geologischen Nordwand des Innthales ist auch der Höchenberg. Er beginnt geologisch eigentlich mit den steilgestellten Bänken der Raiblerschichten bei Aigenhofen. Im Ostverlauf tauchen unter den Raiblerschichten zwischen Schloss Fragenstein und dem Zirler Calvarienberg ganz helle Dolomite auf, die zum Wettersteinkalk gerechnet wurden. Erst ungefähr beim Kalkofen zwischen Zirl und Martinsbühel treten die echten Wettersteinkalke auf, unter denen bei Martinsbühel der Muschelkalk und die Partnachschichten erscheinen. Wenig östlich von Martinsbühel keilen die Partnachmergel aus und ein dunkler Horizont des Wettersteinkalkes vertritt sie weiterhin. Im Gebiete des Höchenbergs geht die saigere Stellung der Zirlerklamm in ein mittleres Bergeinfallen über; diese Aenderung der Neigung tritt aber nicht allmähig, sondern ruckweise ein. Zahlreiche, aber nur unbedeutende Störungen verräth der in diesem Gebiet sehr gut ausgebildete Ammonitenhorizont. Am Einschnitt der Kranabitterklamm taucht unter dem Muschelkalke Dolomit auf, den wir zu den Reichenhällerschichten rechnen. Am rechten Ufer der Kranabitterklamm ist zunächst wenig von einer directen Fortsetzung des Dolomites zu sehen, da wild durcheinander gewürgte dolomitische Kalke, die vielfach ganz breccienhaft sind, die dortigen Wände bilden. Den Muschelkalkzug scheinen diese Störungen nicht stark betroffen zu haben. Jenseits des Kerschbuchhofes aber treffen wir fast unvermittelt unter dem besprochenen Muschelkalkzug einen mächtigen Dolomitcomplex, in einem tiefen Graben knapp östlich vom Kerschbuchhof sogar noch unter demselben Rauchwacken und Buntsandsteine. Mit einer Verwerfung grenzen diese an die tiefer liegende Kranabitterscholle.

Während näher der Klamm im Klammbeckgehänge der Muschelkalk noch ganz schön entwickelt sich zeigt, wird er gegen Osten zu sehr undeutlich; besonders die so bezeichnenden Knollenbänke mit den Horn-

steinen verlieren sich fast ganz. Im Gebiet des Rauschbründls („Thaltrögl“) tritt noch eine weitere Verwicklung hinzu. In den Muschelkalkzug, der hier fast nur aus undeutlichen, dunklen Kalken und rothen Rauchwacken besteht, ist gerade im Quellgebiete des Rauschbründls ein Dolomitkeil eingeschoben, aus dem die Wasser fließen. Im Achselkopfgehänge bildet dieser Muschelkalkzug eine vorragende Felsstufe, unter der wieder die schon erwähnten Dolomite herüberziehen. Ober den Kalken liegen rothe Rauchwacken. Im Abhang des Achselkopfes gegen das Höttingerbild scheint dieser Muschelkalkstreifen in Stücke aufgelöst zu sein, die in verschiedener Lage vorkommen. Die dichte Bewaldung hindert den Ueberblick auf die weit auseinander stehenden, kleinen Aufschlüsse; den übrigen, höheren Theil des Achselkopfes setzt heller Kalk, wohl Wettersteinkalk, zusammen. Der Dolomit im Liegenden des Muschelkalkes nimmt immer an Mächtigkeit zu und zieht sich bis über den Buntsandstein der Ochsenhütte hin.

Die Kranabitterscholle. Diese Scholle besteht, soweit sichtbar, nur aus den Gesteinen des Muschelkalkes und dem Dolomit im Liegenden desselben. Ihr Beginn liegt in dem schon erwähnten Graben östlich vom Kerschbuchhof. Unterhalb der dort anstehenden Buntsandsteine sind noch dunkle Kalke aufgeschlossen, die in ihrer Ostverlängerung die Steinbrüche enthalten, in denen bezeichnende Ammoniten des oberen Muschelkalkes gefunden wurden. Tiefer als dieser Muschelkalk ist nach Pichler früher nochmals Buntsandstein zu sehen gewesen. Jetzt ist die Stelle nicht mehr offen. Der Muschelkalk, der fast saiger steht und von zahlreichen Rutschflächen durchzogen ist, grenzt im Norden an den Dolomit des oberen Muschelkalkzuges. In dem ersten Steinbruch vom Kerschbuchhof her sind in dem dunklen Kalk allmälige Uebergänge in Dolomit bemerkbar. Gegen Westen wird der Zug von Schutt und Wald ganz überdeckt, erst in dem vom Rauschbründl herabziehenden Graben treten wieder Knollenbänke auf, die nun auch von Dolomit unterlagert werden. Ein Steinbruch zeigt, dass die saigere Stellung in eine stark nordfallende übergegangen ist. Der Muschelkalk zieht dann deutlich längs des Achselkopfhanges weiter, hört aber westlich des Höttingerbildes sehr merkwürdig urplötzlich auf, während die Dolomite zu seinen Seiten sich zusammenschliessen und vor dem Höttingerbild von einer Verwerfung schief abgeschnitten werden.

Wenn wir jetzt noch einmal die letztbesprochenen Gebilde der Solsteinkette zusammen betrachten, so sehen wir ein mächtiges Gewölbe vor uns, dessen Achse sich gegen Osten hebt und das im Süden von Längsbrüchen abgeschnitten wird. Eingebrochene Schollen liegen hier zu seinen Füßen, die sich ihrer Lage nach als eine zum Gewölbe gehörige verstümmelte Mulde deuten lassen. Diese Schollen hinwieder stossen an ihrem eigenen Südschenkel ab, der steil aufgerichtet wurde und sich ebenfalls gegen Osten aus dem Innthal erhebt. Unter diesem Zuge taucht ein ihm ähnlicher auf, dessen Verhältniss zum andern nicht sicher steht. Sehr wahrscheinlich sind diese beiden Züge durch einen Sprung so getrennt, dass derselbe knapp hinter dem unteren Muschelkalk einsetzt, wodurch Schichtwiederholung entsteht. Unklar ist der Anschluss an die Höttingerscholle.

VI. Die Seefelder Gebirgsgruppe.

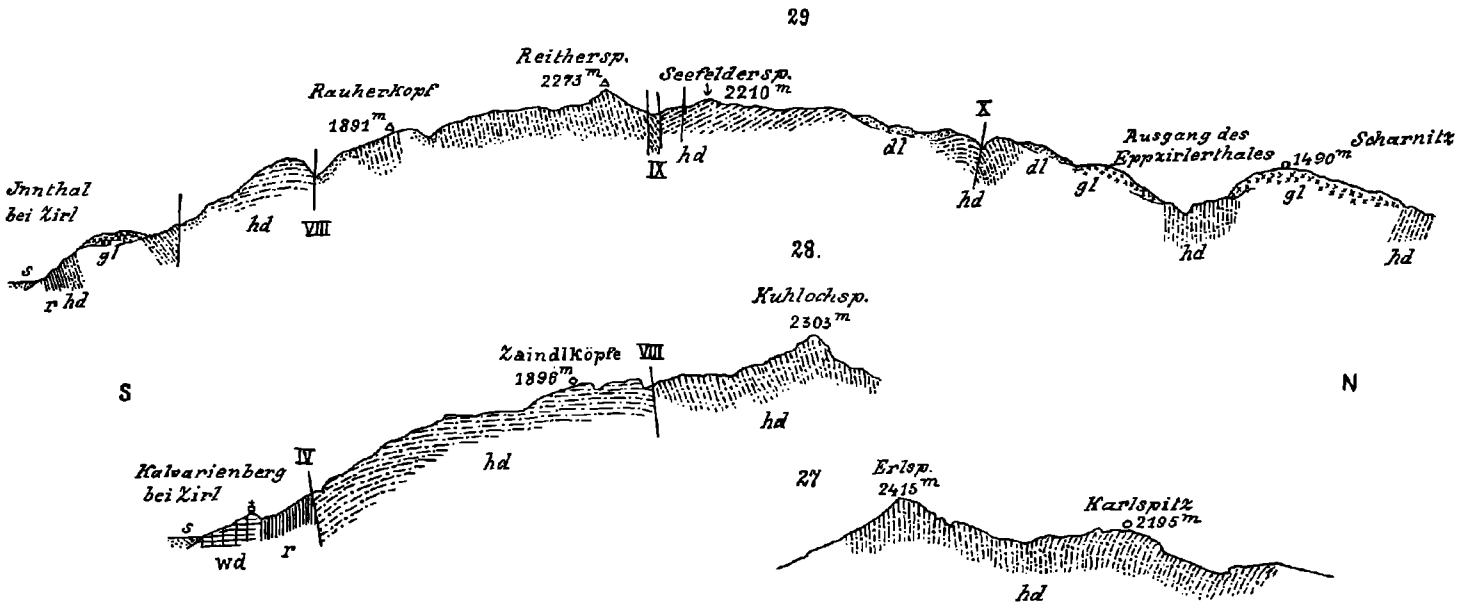
Seefelder Faltengebirge. (Zeindlkopfgewölbe, Eppzirlermulde, Oberbrunnergewölbe.)

(Profil 27—29 auf pag. 367 [79].)

Die Achsen des geologischen Aufbaues der zwei südlichen Karwendelketten senken sich nach Westen. Während in der Solsteinkette und im Gleierschkamm der Wettersteinkalk die Gipfel bildet, bestehen die durchaus niedrigeren Seefelderberge aus Hauptdolomit, unter dessen Decke die gesammte ältere Trias verschwindet. Die Lagerung dieser Decke aber zeigt, dass der im Osten herrschende Bau sich nach Westen in gleicher Weise fortsetzt. Wir haben dementsprechend hier zwei Gewölbe — die Fortsetzungen des Solsteingewölbes und des Gleierschkammgewölbes, eine Mulde in der Mitte; die Fortsetzung der Gleierschthalmulde und je eine Art Mulde im Süden wie im Norden — die Fortsetzungen der Hinterauthalmulde und der Zirlermäderschollen.

Die im Süden durch eine Verwerfung abgeschnittene Mulde des Hinterauthales tritt uns bei Scharnitz in etwas vollständigerer Form wieder entgegen. Am Fuss der Berge, südlich von genanntem Orte, haben wir den durchschnittlich 60° südfallenden Nordschenkel der Mulde, der in seinem Liegenden noch die Raiblerschichten enthält. Den Mittelschenkel der Gleierschkammfalte haben wir in den 80° nach Norden fallenden Schichten am Eingang ins Eppzirlerthal vor uns. Der in die Tiefe gesunkene Kamm des Gleierschkammgebirges macht sich als sattelförmige, flache Aufbiegung der Schichten am Karlgrat und am Nordausläufer des Seefelderjoches als einseitig ausgebildete Antiklinale bemerkbar. Während der Südflügel dauernd eine geringe Neigung der Schichten aufweist, geht die Schichtstellung im Nordflügel rasch in eine fast saigere über. Im Nordflügel dieses Gewölbes liegen die Asphaltchiefer, die zwischen Seefeld und Scharnitz abgebaut werden. Die Gleierschthalmulde behält annähernd ihre Richtung bei. Am Grat Erlspitze—Modereck sind die Muldenschenkel eng zusammengepresst: am Erlspitz und auf der Fleischbank stehen die Dolomitplatten saiger und am Moderkarlkamm fallen sie sehr steil gegen Süden. Weiter gegen Norden erst verflacht sich das Südfallen etwas. Sehr schön ist diese Mulde aber zwischen Reitherspitze und Seefelderjoch und am Harmelesgrate zu sehen, wo sie flacher ausgebreitet ist. Die beiden Flügel dieser „Eppzirlermulde“ sind sehr mächtig. Der Südflügel reicht von der Scharte zwischen Reitherspitze und Seefelderjoch, in welcher Einsenkung die Muldenachse liegt, bis zum Rauhenkopf, ungefähr 2 km. Der Nordflügel besitzt geringere Ausdehnung. Auch diese Mulde ist einseitig, der Nordflügel flacher gelegen — mittlere Neigung 45° — während der Südflügel vorherrschende Neigungen von 60° — 80° zeigt. Im Südflügel dieser Synklinale ist der reiche, südlichste Asphaltzug eingebettet, im Nordflügel der schwächere, mittlere.

Die Fortsetzung des Solsteingewölbes gegen Westen zeigt sich zugleich mit der der Zirlermäderschollen im „Zeindlkopfgewölbe“, dem Kamme der Zeindlköpfe und am Turschkopf in den ebenen oder



wenig südfallenden Schichtlagen; diese stossen fast ohne Uebergang im Norden an den Südtheil der Eppzirlermulde. Ebenso wie das Solsteingewölbe und die Zirlermäderschollen im Süden an grossen Bruchlinien abbrechen, so stossen auch diese Schichten der Zeindlköpfe und des Turschkopfes an die die Höhenbergscholle im Norden begrenzende Sprungzone.

Wenn wir im Vorstehenden von Mulden und Sätteln sprechen, so ist damit gemeint, dass an den betreffenden Stellen antikinale oder synklinale Schichtstellung vorliegt; in dem ganzen Gebiet der Seefelder Dolomitdecke erfolgt aber der Uebergang der verschiedenen Fallrichtungen ineinander nie allmählig, sondern sprungweise, so dass wir eigentlich eine Menge von Felsstücken haben, deren Profil eine gebrochene Faltenlinie darstellt. So haben wir an der Synklinale von Eppzirl am Grat vom Reitherspitz zum Seefelderjoch von Nord nach Süd folgende Neigungen der Schichten: zuerst 55° S, unmittelbar daran stossend 45° N, dann plötzlich $60-70^{\circ}$ N. Solche ruckweise Veränderungen geben sich ebenso an allen anderen tektonischen Gebilden kund. Querbrüche sind keine nennenswerthen bemerkbar. Das Schichtstreichen ist fast durchaus ein ostwestliches. Stärkere Abweichungen von dieser Regel ergeben sich nur an den Stellen, wo die östlichen Gewölbe in die Tiefe tauchen.

Allgemeine tektonische Erscheinungen.

Das im Vorhergehenden behandelte Gebirge ist ein völlig gestörtes Stück der Erdoberfläche. Alle Gesteinsschichten mit Ausnahme der quartären Ablagerungen befinden sich in Lagen, in denen sie unmöglich abgesetzt worden sein können. Die Bewegungen, welche die Lageänderungen nach sich gezogen haben, haben dabei gewisse Stücke als Einheiten behandelt, freilich als Einheiten in sehr weitem Sinne, nämlich im Gegensatz zum ganzen Gebirge. Solche Gebirgsstücke, die in ihrem Gebiete einen mehr gleichartigen Bau aufweisen, haben meist scharf bestimmte Grenzen. Ihre Abgrenzungsursache dagegen ist sehr häufig unbekannt; man kann nicht nachweisen, warum die Falte gerade da eingebrochen ist, dort die Wölbung einseitig wurde. Und doch bestimmen diese Verhältnisse die Unterabtheilungen des Gebirges.

Die Ausbildung der Lageveränderungen hat sich zweier Mittel hauptsächlich bedient, die, so verschieden sie auch sein mögen, nebeneinander auftreten. Wir meinen Faltung und Verrückung an Gleitflächen. Brechung und Zertrümmerung erscheint im Gefolge beider Vorgänge, wenn auch bei jedem Mächtigkeit und Auftrittsart verschieden ist. Während nämlich ausgesprochene Trümmerzonen die Brüche begleiten, werden unsere Mulden und Gewölbe, die nicht als Curvenstücke, sondern als Sehnengebilde entwickelt sind, von Sprüngen durchzogen. Die Grösse der von diesen Veränderungen betroffenen Gesteinsstücke ist eine sehr verschiedene, und sie tritt besonders in

ihren beiden Extremen häufig auf, obwohl alle Zwischenstufen durchlaufen werden. Der fast überall vorhandenen, je nach der Natur des Gesteines und seiner Behandlung entweder als Zertrümmerung, oder als Fältelung, oder als Vereinigung beider auftretenden Kleinumformung steht eine Verschiebung und Faltung von Objecten gegenüber, die berggross sind. Gibt die letztere Umformung mit ihrer Grösse die mächtigen, weithin gestaltenden Formen dem Relief, so zeichnet die erstere, die bei der Gebirgsstauung vielleicht nur Aushilfsdienste geleistet hat, der feinen Wassermodellirung ihre Wege vor. Wir wollen nun in unserem Gebiete die Ausbildung der tektonischen Vorgänge und ihre Einflussnahme auf die Erosion in den Hauptzügen besprechen.

1. Faltungserscheinungen.

Eine bruchlose Faltung im Sinne Heim's hat in unserer Gegend gewiss nur in sehr kleinem Ausmass stattgefunden. Was wir an grösseren Mulden und Sätteln beobachteten, zeigte durchaus eine zerbrochene Ausführung. Man wird daraus vielleicht den Schluss ziehen wollen, dass die Bestandtheile unserer Berge ohne besonders grosse Belastung aus ihren Ablagerungsplätzen zusammengeschohen wurden. Es ist aber auch noch eine andere, entschieden wahrscheinlichere Erklärung naheliegend. Wenn auch zu Beginn der alpinen Umwälzungen weithin mächtig dicke Schichtverbände zur Versenkung kamen und dann von der Faltung ergriffen wurden, so hat sicher im Fortschreiten die Erosion immer mehr und mehr stellenweise Luft geschaffen und die bewegten Massen in ihrem Bestande und Zusammenhalt verändert. Es ist gar nicht zu verkennen, wie sehr bestimmend im entstehenden Gebirge die gleichzeitig wirkende Erosion die ganze Ausbildung durch ihre ungleiche Zerstörung und Wiederablagerung mitbedingt hat. Es ist ja nur die Mehrproduction der senkenden und stauenden Kräfte gegen die Wassergewalten, welche dem Gebirge ein Dasein gönnen.

Typische Bruchausbildung zeigen besonders die Gewölbe. Sie sind meist aus drei Schollen in der Weise zusammengesetzt, dass der höchste Gewölbetheil auf beiden Seiten gegen die Schenkel abbricht. Die äusserlichen Bestandtheile machen dann den Eindruck, als ob auf zwei eng zusammengedrückten, steilen Schollen wie ein First eine dritte, flache, oben läge. Die Stellen des Abbruches sind oft stark eingewittert und tragen kleine Kare, z. B. am Bettelwurfgewölbe. Gewölbe wie Mulden zeigen an Stellen starker Biegungen und in der Nähe von Faltenbrüchen Zertrümmerung und Drucksuturen. Im Uebrigen ist es fast durchaus wahrnehmbar, dass in grossen tektonischen Baustücken Kleinzertrümmerung seltener ist als in kleinen Schollen oder im Bruchgebiete. Gewölbe und Mulden erreichen meist Spannweiten, genügend, um ein Thal oder einen Bergkamm in sich zu fassen. Sie besitzen daher eine beträchtliche Wölbungshöhe.

Die Richtung der Faltenachsen ist eine ungenau ostwestliche, ihre Anordnung hintereinander eine nicht völlig gleichlaufende. Es weichen nämlich die zwei herrschenden Faltenläufe des Gleierschammes und

des Solsteines gegen den Eintritt des Hauptdolomites im Westen auseinander.

Wechselbeziehung von Faltung und Relief.

Der Umstand, dass die Spannweiten der Gewölbe und Mulden mit Berg- und Thalweiten zusammenfallen, ist wohl der beste Beweis gegenseitiger Abhängigkeit. In der That hat sich in unserem Gebiet die Erosion der tektonischen Vorzeichnung in den grössten Verhältnissen angeschlossen. Es sind die Hauptwölbungen als Bergkämme belassen, die Mulden bilden, wenn nicht Thäler, doch Terrassen. Dabei sind sowohl bei den Mulden, wie auch bei den Sätteln die tektonischen Achsen nicht genau mit deren Erosion zusammenfallend. Im Einzelnen sind die Bäche dann häufig vom geologisch best vorgebildeten Wege abgewichen, so z. B. die Isar im Hinterauthal, der Weissenbach im Hallthal und der Ehnbach bei Zirl, der den Wettersteinkalk bei der Alpe Solen in einer gewundenen Klamm durchbricht, die aus einer Hintereinanderfolge von Bohrlöchern besteht, während knapp westlich die weichen Raiblermergel einen bequemen Durchlass gewährt hatten.

Fast deutlicher als im Bachverlauf spiegelt sich der geologische Unterbau in der Ausbildung der Bergflanken. Schön nach ihren Klüften und Unregelmässigkeiten bearbeitete Gewölbe zeigen Solstein und Bettelwurf. Je tiefer die Erosion hineinarbeitet, desto undeutlicher wird ihre Beziehung zum Bau der Unterlage. Stärker als die Schichtneigungen beeinflussen die Verwitterungswiderstände der einzelnen Gesteine das Relief und selbst das nur in geringem Ausdruck. Solche Verhältnisse zeigt das Südgehänge der mittleren Solsteinkette.

2. Rutsch- und Brucherscheinungen.

Wo Verschiebungen in grösserem Umfange vorgegangen sind, stellen sich Rutschflächen und Zertrümmerungszonen ein. Je nach Grösse und Gewalt der Verschiebung treten diese Erscheinungen in verschiedenem Masse auf. Kleine, unbedeutende Rutschungen bringen es kaum zur Entfaltung einer Trümmerlage, während grosse Verwerfungen oft 6—8 m dicke, zu Mörtel zerriebene Anlager haben. Auch einheitliche Rutschflächen bis zu Hauswandgrösse sind stellenweise erhalten. Die gewaltigste Fläche dieser Art liegt an der Ostseite der Guggermauer. Ueberhaupt haben wir eine Verwerfung nicht als völlig erschlossen betrachtet, wo diese Anzeichen fehlen, wenn nicht gerade deutliche Lagestörungen ihre Annahme fast aufzwingen. Die Verwerfungen unseres Gebietes sind aber sehr gut damit ausgerüstet. Meist geben die auf der Gleitfläche angebrachten Zerrungen ausserdem noch einen Anhalt über die Verschiebungsrichtung. In unserem Gebiete stehen die meisten Glitsche steil, besonders die grossen und langen. Die Streifungen sind dabei häufig gegen das Erdinnere gerichtet. Abgewitterte Rutsche zeigen natürlich sehr wenig. Die Trümmerzonen sind für die Erosion treffliche Anhaltsstellen, und sie zeigen sich neben den Rutschwänden meist als Rinnen eingegraben.

Bei den Faltungserscheinungen haben wir gesehen, dass eine Reihe von Brüchen damit in ursächlichem Verbande steht, so dass man sie nicht von der Biegung losrennen kann. Diese Sprünge finden ihre Erklärung eben leicht und ungezwungen in der Faltung selbst. Ebenso können bei überschobener Faltung Rutschflächen in demselben nahen Zusammenhange mit ihr stehen.

Es kommen aber auch Verschiebungen vor, die man sich nicht nothwendig im Schlepptau von Faltungen denken muss, ja die oft sich gar nicht mit derselben vereinen lassen. Als Verwerfungen solcher Art möchten wir die Bruchlinien des Hallthales und des Walderjoches, im Südabfall der Zunderköpfe, die gewaltige Störung an der Nordgrenze der Höttinger- und Thaurerschollen, die Verwerfung der Kranabitterscholle und die Zirlermäherbruchzone angeben. Um sie mit einiger Sicherheit von den Faltungsbrüchen unterscheiden zu können, wollen wir die charakteristischen Eigenheiten derselben hervorheben. Da sich diese Sprünge nur zur Auslösung übermässiger oder ungleicher Spannung einstellen, so ist es von vornherein schon sehr wahrscheinlich, dass sie parallel den Faltenzügen am häufigsten auftreten werden; bei kuppelartigen Gewölben werden sie dagegen mehr radiär oder unregelmässig vertheilt sein. Auf den Seiten der mit der Faltungsachse parallelen Brüche wird meist ein entgegengesetztes Einfallen der Schichten statthaben. Diese Brüche, die meist leicht aus dem ganzen Schichtbau hervorspringen, erreichen selten eine grössere Tiefe und lassen sich in ihrem Verlauf ganz gut begründen. Allerdings können anfängliche Faltenbrüche durch eine spätere, erfolgreiche Weiterfaltung ihren Charakter verlieren.

Wenn wir in dieser Hinsicht die Brüche unseres Gebietes prüfen, so müssen wir die schon aufgeführten Verwerfungen als solche bezeichnen, deren Entstehen man aus den Faltungserscheinungen ihrer Umgebung wohl kaum folgern kann. Es scheinen durchaus selbstständige Versenkungsvorgänge zu sein, die allerdings von der Gebirgsfaltung stark verändert wurden. Die Annahme von Einbrüchen, die vor der Alpenfaltung sich vollzogen, hat sehr grosse Wahrscheinlichkeit für sich und löst die sonstigen Schwierigkeiten einfach und befriedigend.

Die Sprünge des Solsteingewölbes, des Bettelwurfgewölbes, der Gleierschkammfalte, sowie die Brüche der Seefelderberge sind typische Faltungssprünge. Besonders schön ist das in der Seefeldergruppe zum Ausdruck gebracht, die das Bild eines bei der Faltung zerbrochenen Gebirges macht.

Auffallend ist in unserem Gebiete, dass das Auftreten junger Schichten, sobald es einigermassen unvermittelt geschieht, immer in die Nachbarschaft präalpiner Verwerfungen verlegt ist. Diese bilden eben auch meistens Grenzen verschieden schichtreicher Schollen. Auch das wird weit verständlicher, wenn man annimmt, dass vor der Faltung das Gebiet durch Einbrüche bereits stark uneben gemacht wurde, so dass die Erosion die höheren Schollen heftig bearbeiten konnte, während die tieferen verhältnissmässig geschützt waren. Auch die weitgehendste Kleinschollung findet sich in solchen Zonen. Die Annahme von präalpinen Hebungen und Senkungen führt alle diese

verwickelten Erscheinungen einer Erklärung näher. Das gilt besonders von den Verhältnissen am Walderjoch und in der mittleren Solsteinkette.

Es scheinen längs des Innthales lange, tiefeingesunkene Schollen den Rand der Sedimentäralpen gegen die krystallinen Schiefer gebildet zu haben. Ob Mächtigkeitsschwankungen oder Facieswechsel bei der Abgrenzung der Schollen thätig waren, ist nicht sicher erkenntlich. Die Zunderkopfscholle hat vielleicht ihre Nordgrenze dem Facieswechsel des Wettersteinkalkes zu danken. Als Reste jener Schollen wären Gnadenwalderschollen, die Schollen des Zunderkopfs und die Höttinger- und Thaurerschollen anzusehen. Ihre Westfortsetzung mag die höchstliegende Muschelkalkscholle von Kranabitten gebildet haben. Diese Schollen erfuhren durch die Auffaltung eine heftige Pressung und Zertrümmerung ihrer Ränder, ja es kam zu einer schuppenartigen Aufstellung derselben im Zunderkopfgebiete, während sich nördlich davon das Land in Falten legte. Ob die Einsenkung der Zierlermäher auch mit diesen alten Einbrüchen in Verbindung steht, ist nicht sicher. Die Seefelder Depression gehört wohl auch hieher, doch ist sie gegen die Innthaleinbrüche noch geradezu gering. Wenn man in diesen Einbrüchen stellenweise die jüngsten Schichten unseres Gebietes noch erhalten sieht, so kann man wohl denken, dass eine besonders tiefe Einsenkung ihre Aufbewahrung besorgte. Jedenfalls haben solche Einbrüche etwas gegen die Erosion Conservirendes an sich.

Die alten Bruchlinien zeigen sich in ihrer Anordnung viel unabhängiger von der Faltung, und wenn Beziehungen zwischen ihnen und derselben bestehen, so äussert sich das darin, dass die Bruchlinien der Faltenbildung gleichsam als Ansatzstellen dienen. Die präalpinen Brüche scheinen fast durchwegs nur Längsbrüche zu sein, die manchmal von unbedeutenden Querbrüchen durchsetzt werden, z. B. Zirlermäher — Zunderkopf — Ganalpschollen. Was den Einfluss der Verwerfungen auf das Relief anbelangt, so ist es auffallend, dass viele, ganz bedeutende Störungen völlig eingeebnet wurden und im Reliefe sich gar nicht hervorthun. Die Verwerfungen haben auch nicht so wie die Faltungen thal- und bergbildend gewirkt. Meist schufen sie nur Stufen und Terrassen. Durch Brüche veranlagte Thalungen sind theilweise das Hallthal und vor Allem das Innthal.

Die Erforschung der tektonischen Verhältnisse unserer Gruppe hat ein wichtiges Ergebniss gebracht, nämlich die Bestätigung der Ergebnisse, welche Rothpletz von dem nördlichen Theil dieser Gruppe gewann. Auch wir können sagen, dass höchstwahrscheinlich unser Gebiet vor der Alpenfaltung wie in einem entgegengesetzten Vorspiel in Schollen zerlegt wurde, die verschieden eingesunken sind und deren Längserstreckung den späteren Längsfalten annähernd gleich war. Als die Alpenfaltung diese Gebilde ergriff, wurden die schmäleren zerdrückt und verschoben, während die breiteren zur Faltung verwendet wurden.

Die Erosion hat Alles gleichhin niedergearbeitet, stellenweise in eigenthümlicher Art, die Eiszeit umwallte das Gebiet mit Schottern und Moränen, eigene Gletscher lagen in den Hochkaren und flossen den Thälern entlang. In der Interglacialzeit bildeten sich mächtige Schutthänge und dann umflutheten neue Eismassen das Gebirge.

So gewaltig auch alle diese Vorgänge gewirkt haben, alle haben sie Spuren und Probleme hinterlassen, löswürth und lösbar. Und sind gewisse Stellen nicht mehr entzifferbar, so liegt darin eine Charakteristik der Erosion, die Alles zerstört.

Inhaltsverzeichnis.

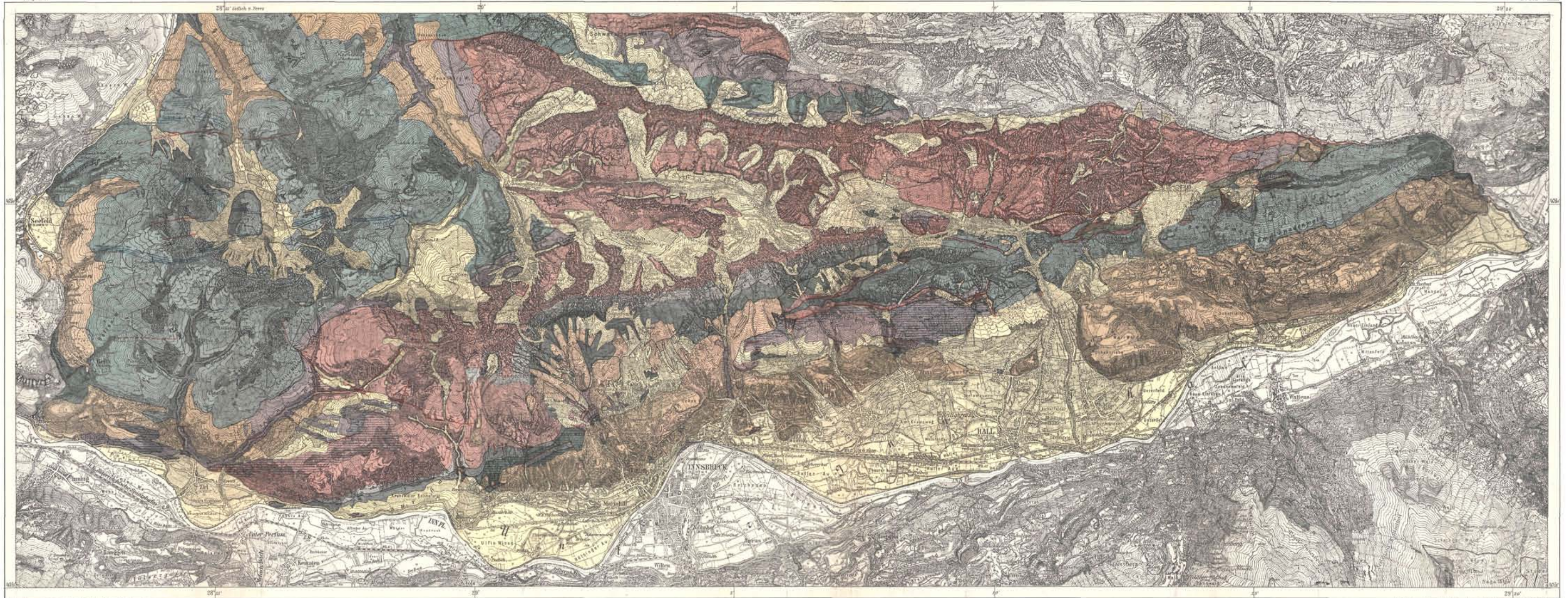
	Seite
Vorwort	288
Specialliteratur des bearbeiteten Gebietes .	293
Historischer Ueberblick	295
Stratigraphie	302
1. Buntsandstein	302
2. Muschelkalk	303
3. Partnachschichten	310
4. Wettersteinschichten	311
5. Raiblerschichten	314
6. Hauptdolomit (und Plattenkalk) .	320
7. Kössenerschichten	321
8. Lias	322
9. Jura . . .	324
10. Quartäre Ablagerungen	324
Tektonik	331
I. Die Gleirsch-Hallthalkette. (Bettelwurfgewölbe und Gleierschkam- falte)	331
II. Das Hallthal. (Kartelserschollen und Grabenbrüche des Hallthales)	339
III. Das Walderjoch und das Gehänge des Walderkamms. (Gnaden- wald-Walderjochschollen) . . .	343
IV. Die Zunderköpfe. (Zunderkopfscholle und Thaurerscholle)	346
V. Die Solsteinkette	350
VI. Die Seefelder Gebirgsgruppe	366
Allgemeine tektonische Erscheinungen	368
1. Faltungserscheinungen	369
2. Rutsch- und Brucherscheinungen	370

Geologische Karte

südlichen Theiles des Karwendel-Gebirges.

Amferer

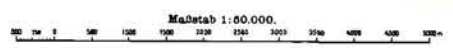
Tafel VIII.



Von der geologischen Reichsanstalt, Wien, III., herausgegeben

Photolithographie und Druck der k. u. k. allh. geographischen Anstalt.

Reichenhaller-schichten (Schichten mit Natis Stenose Pichler, Myophorienschichten Rothpletz)	Dolomitische Entwicklung der Reichenhaller-schichten	Gesamter Lias und Jura	Kalke der Partnachschichten	Dolomit Mergel der Partnachschichten	Dolomitische Entwicklung des Wettersteinkalkes	Raiblerschichten, Kalk und Ratschachen	Dolomit der Raiblerschichten	
Hauptdolomit (und Plattenkalk), Asphaltchiefer	Krausenarschichten	Roth-, graue und weiße Kalke (Adnethfacies)	Allgäu-Beckenmergel	Apyrhenschiefer	Interglaciales Heccion	Glaciale Abl., Moränen und fluvioglaciales Bildungen	Postglaciale Bildungen, Alluvionen und Vegetation	Kalk Dolomit unbestimmten Alters
								Dislocationen
								Streichen und Fallen der Schichten





Tektonisches Uebersichtskärtchen

im Maassstab 1 100,000.

----- Gebirgskämme. - - - - - Verwerfungslinien.