

*Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft.*

## Geologisches Schauen und Naturerklären im Inntal-Raume.

Von Hofrat Dr. OTTO AMPFERER, Wien.

Mit 14 Kleinzeichnungen.

Wir hörten oft die Frage: Wie ist denn eigentlich die geologische Einsicht zustande kommen, die uns heute befähigt, zahlreiche Ereignisse geistig zu umfassen, welche lange vor dem Auftreten des Menschengeschlechtes sich auf der Erde vollzogen haben?

Die bei weitem reichsten und genauesten Erfahrungen über die uns umschließende Außenwelt verdanken wir unseren Augen. Es ist gewiß schlimm, die Hörfähigkeit einzubüßen, der Verlust der Sehkraft aber ist viel schmerzlicher.

Durch die Augen erhalten wir Anteil an der Zauberwelt des Lichtes, das mit ungeheurer Schnelle den Raum zu durchdringen und Botschaft von Nah und Fern zu bringen vermag. Das Sehen liefert uns die Bilder, deren Werte wir mit Hilfe der anderen Sinne und unserer Eigenbewegung zu orientieren und mit reichen Inhalten auszustatten vermögen. Wir besitzen auch die Gabe der Erinnerung, welche uns erlaubt, neben und hinter den gegenwärtigen Bildern auch früher gesehene noch lebendig zu halten.

Aus der innerlichen, planmäßigen Ordnung des ungeheuren erlebten Bilderschatzes geht endlich das Schauen hervor, das erst eine geistige Zusammenfassung der Bilderlebnisse ermöglicht.

Im gewöhnlichen Leben des Menschen findet zwar das Sehen reichlichste Anwendung, wogegen von dem innerlichen Schauen viel seltener Gebrauch gemacht wird.

Das Schauen hängt nicht mehr an den einzelnen Bildern der Augen, es wächst zu einer innerlichen Welt zusammen, zu einer Welt, die zwar von den Eindrücken der Augen ständig genährt wird, aber mit ihrer Kraft weit über die Gegenwart hinaus in die Vergangenheit und Zukunft zu greifen vermag.

Dieses in Sorgfalt gepflegte innere Schauen ist es nun, welches den Geologen befähigen kann, Räume von unabsehbarer Größe, Bewegungen von höchster Gewalt, Zeiten von unendlicher Spannweite zu seinen Weltbildern zu vereinen. Das geologische Schauen streift gleichsam von dem Steinleib der Erde die grüne Hülle des Pflanzenkleides ab. Nacktes Felsenland bietet die tiefsten Einblicke. So wird der Geologe unwiderstehlich in die steinigen Landschaften, ins Hochgebirge, in die Schluchten, an die Felsküsten des Meeres, in die Wüsten gezogen, um deren geistige Ausstrahlungen zu verspüren.

Fern von der Kultur wird ihm die unergründliche Schönheit des Unverbrauchten, des Steinigen und Weglosen zur nächsten Gesellschaft.

In der Stille kommt die Selbstbesinnung, kein überflüssiges Geschwätz verklingelt die Zeit, die zwischen Sonnenaufgang und Sonnenuntergang an den zartesten Fäden hängt.

Die Liebe zur Natur bereitet seine Wege. Es ist aber nicht getan, die Wege einmal zu laufen. Es gibt viele Stellen, wo man durch Her- und Hingehen am meisten gewinnen kann.

Alle Tageszeiten reifen andere Früchte des Schauens. Der Morgen die neuen Einsichten und Hoffnungen, der Mittag die Rast, die Zweifel und Bedenklichkeiten, der Abend die Müdigkeit und die Erlösung von allem Nebensächlichen.

Wie fein ist es, im Regen zu wandern und selbst noch an sonst lauten Stellen Stille und Einsicht zu finden!

Wie zeigt uns das Wildwetter oft manche sonst schlummernde Gewalt! Die Einrisse der Schluchten wird man in ihren Umrissen erst richtig bewerten, wenn man dieselben mit dem Donner des Wassers und des Steinschlages gefüllt gesehen hat.

Der Geologe darf aber nicht bei der Einmaligkeit der Erlebnisse stehen bleiben. Für ihn ist die endlose Wiederholung und die Summenbildung auch von kleinen Wirkungen der beste Schlüssel zu den Vergangenheiten.

In einem Gebirgsrahmen, wie er das Inntal umgibt, spielt die Faltung der Gesteinsschichten eine besonders wichtige Rolle. Seitlicher Druck von gleichem Ausmaß wird frisch sedimentierte, noch meerfeuchte Schichten leichter falten als bereits erhärtete. Dies käme bei einer dünnen Erdhaut wohl in Betracht.

Soll aber eine dickere Erdschale gefaltet werden, so hat die Weichheit der obersten 1—2000 m wenig Bedeutung. Wichtiger dürfte eine Aufschmelzung von unten her sein.

Die in der Geologie weit verbreitete Meinung, daß durch Faltung eine Versteifung des Schichtsystems erfolge, ist nicht richtig. Eine Versteifung tritt bei regelmäßiger Faltung nur in einer Richtung wellblechartig ein. Parallel zu den Faltenachsen wird dagegen die Weiterbiegung sogar erleichtert.

In der älteren Geologie galten gefaltete Schichten für Anzeichen einer seitlichen Pressung.

Dann hat E. REYER auf die Gleitfaltung entlang von schrägen Bahnen hingewiesen. Wahrscheinlich spielt aber auch die Biegung durch Senkvorgänge eine wichtige Rolle.

Ganz im allgemeinen kann man sagen, daß bei der Pressungsfaltung Mulden und Sättel ziemlich gleichwertig sind (Bild 1).

Bei der Gleitfaltung ist der meiste Schwung vorhanden und besteht so ein Übergewicht der Sattelformen, während bei der Senkfaltung das Übergewicht der Muldenform zufällt.

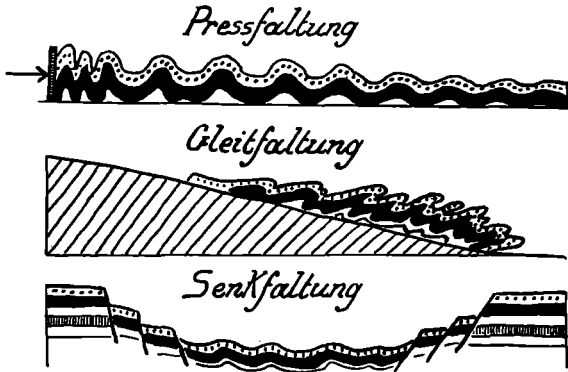
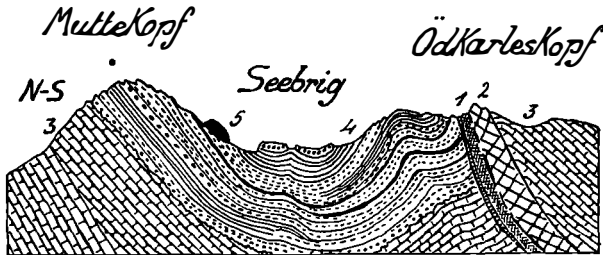


Bild 1. 3 Hauptformen der Schichtfaltung.



Querschnitt der Gosau-Mulde d. Mutterkopfs.

Bild 3.

Krabachjoch-Decke: 1: Zertrümmerungszone und Raibler Sch.; 2: Wettersteinkalk; 3: Hauptdolomit Gosau-Mulde; 4: mächtige Schichtfolge von bunten Mergeln, Sandsteinen, Konglomeraten; 5: großer Block von Oberrätalkalk.

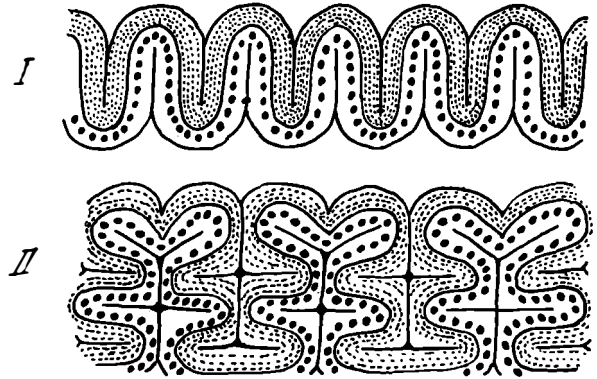


Bild 2.

I: Ausfaltung I. Grades; II: Ausfaltung II. Grades.

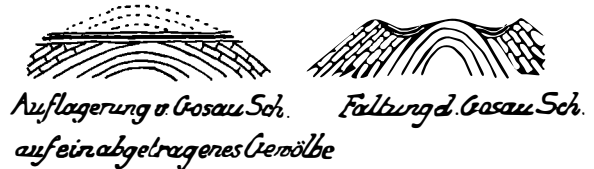


Bild 4. 1: Wettersteinkalk; 2: Hauptdolomit; 3: Gosau-Schichten; 4: Schotter, Sand, Lehm.

Auch Beginn und Ende einer Faltenreihe ist für ihre Entstehung meist recht bezeichnend. Bei einseitiger Preßfaltung stellt sich auf der Schubseite scharfe Faltung ein, auf der Gegenseite ein milderes Ausklingen. Die Gleitfaltung ist ausgesprochen einseitig beschwingt, zeigt klare Stirnbildung und rückseitige Abreißung.

Biegung durch Schwinden des Untergrundes schafft vorwiegend symmetrische Formen, die randseitig oft von Zerrungen begrenzt erscheinen.

Die Gleitung bringt wohl die lebendigsten Faltbilder zustande. Preßfaltung liefert meist eintönige Formen. Die Senkfaltung ist durch eine Verkümmerng der Sättel ausgezeichnet. Sie bildet zugleich tiefere Bewegungen am getreuesten ab.

Alle drei Faltweisen können Wiederholungen erfahren. Bei der Preßfaltung ist eine Ausfaltung I. Grades erreicht, wenn lauter zugeklappte Mulden und Sättel vorhanden sind. In diesem Zustande ist die Faltenzone nicht nur gegen oben, sondern auch gegen unten abgeschlossen (Bild 2). So erhält diese Faltenzone die Eigenschaft einer Schichtzone. Wird sie neuerdings gefaltet, so könnte es theoretisch zu einer Ausfaltung II. Grades kommen. Eine solche liefert aber Faltbilder, wie sie bisher auf der Erde nicht bekannt wurden. Ausfaltung I. Grades ist meist in Gebieten des Altkristallins zu finden. Das Gebirge aus jüngeren Schichten (Trias — Jura — Kreide — Tertiär) erscheint im allgemeinen nicht ausgefaltet, so daß eine weitere Verdichtung der Faltung noch möglich wäre.

Eine Ausfaltung einer älteren noch offenen Faltung scheint aber nicht vorzukommen. Vielmehr wird meist die ältere Faltung von der Erosion abgetragen. Auf die Ruinen der älteren Faltung werden neue Schichten abgelagert und diese dann gefaltet.

Wir finden also nicht selten zwei unfertige Faltungen übereinander, welche durch eine Abtragung getrennt sind. Für die Auflösung des Gebirgsbaues sind Stellen mit 2—3fach übereinander liegender Faltung von besonderem Interesse. Sie beweisen zunächst, daß die Faltung große Pausen machen und mehrmals auch an derselben Stelle auftreten kann, ohne je eine Ausfaltung zu erreichen. In den Ostalpen haben wir Abtragungen älterer Faltungen gut überliefert in den Schichten von Verrukano — Cenoman — Gosau und Tertiär.

Das Inntal hat in seinem Raumbesitz die schönste Gosaubucht der Ostalpen, jene des Muttekopfs bei Imst (Bild 3). Hier wurde in ein hochgefaltetes Bergland ein tiefes Relief eingeschnitten und dann mit dem bunten Schichtwerk der Oberkreide ausgefüllt. Diese Schichtfolge ist so eigenartig, daß man die vom Inntal-Gletscher bis zu den Endmoränen von Rosenheim verschleppten Geschiebe des Muttekopfs sicher zu erkennen vermag.

Diese gegen 1000 m mächtige Schuttbucht wurde später gehoben und gefaltet. Dabei ist zur Hauptsache die alte Muldenform noch erkennbar geblieben. Mit dieser an sich lockeren Faltung war aber das Kräftespiel nicht beendet. Vielmehr wurde von S her noch die Krabachjoch-Decke teilweise auf die Mulde aufgeschoben. Ganz anders zeigt sich im Unter-Inntale das Eindringen des Gosaumeeres in die Tal-furchen von Brandenburg und viel später dann jenes des Tertiärmeeres in die Bucht von Häring. Im Gebiete von Brandenburg treffen wir in einem alten Relief aus Wettersteinkalk — Raibler Schichten — Hauptdolomit wieder die seltsam bunten Hinterlassenschaften eines Armes des Gosaumeeres. Hier sind Rudistenkalke, Kohlschichten, Ölschiefer, vor allem aber Konglomerate mit Millionen von blanken, ortsfremden Geröllen zu finden, unter denen vielerlei Arten von Porphyren, Graniten, Quarziten und Serpentine vorherrschen. Bild 4 zeigt die Einschaltung dieser Schichten und ihre spätere Faltung.

Der viel jüngere Einbruch des Tertiärmeeres beginnt mit eozänen Nummuliten-Breccien, die unmittelbar auf Trias kleben. Darüber stellen sich die Häringer Kohlen samt Ölschiefen und Zementmergeln ein. Nun folgt der Rückzug des Meeres und die Verschotterung mit Konglomeraten und Sandsteinen der oberligozänen Angerberg-Schichten. Diese Tertiärschichten sind dem Felstrog des Unter-Inntales so eingefaltet, daß sie heute noch seinen Talboden vielleicht um 1000 m

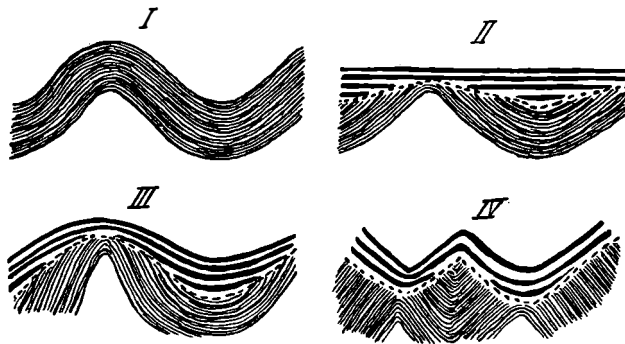


Bild 5. Verhalten verschiedenalteriger Faltungen zueinander.  
 I: gefaltetes Schichtsystem; II: Abtragung desselben und Eindeckung mit jüngeren Schichten; III: Neuerliche Faltung, welche der alten Vorzeichnung folgt; IV: Neuerliche Faltung, welche der alten Vorzeichnung nicht folgt.

unterteufen. Diese Tertiärbucht liegt zwischen Rattenberg und Kufstein genau im Felstrog des Inntales. Während sich aber der Inn unterhalb von Kufstein fast rechtwinklig gegen N wendet und schroff die Kalkalpen durchbricht, zieht die Tertiärmulde nur mit leichter Biegung ostwärts gegen Kössen und Reit im Winkel. Der Durchbruch

des Inns durch die Kalkalpen ist also ein Ereignis, das erst nach der Faltung der Tertiärbucht eingetreten sein kann.

Man kann nun fragen, wie sich die verschiedenartigen Faltungen eines Gebietes zueinander verhalten.

Hier sind mehrere Möglichkeiten im Auge zu behalten. Es könnte einmal eine Faltung irgendwie zu Stillstand kommen und nun Abtragung erleiden. Nach einer kürzeren oder längeren Pause könnte dasselbe Gebiet neuerlich gefaltet werden. Es ist nun von Interesse, ob sich die Weiterfaltung an die Vorzeichnung der älteren Faltung hält oder neue Formen bildet (Bild 5). Im allgemeinen scheint das Letztere die Regel zu sein und also die ältere Faltung keinen Ausbau ihrer Anlage zu finden.

Eine andere Art der Überlagerung von zwei Faltungen kann durch Überschiebung oder Übergleitung zustande kommen. Diese Form bildet den Grundzug für den großartigen Déckenbau der Gebirge.

Wird eine Faltenzone durch Schub oder Gleitung einer benachbarten Faltenzone aufgeladen, so ist klar, daß bei diesem Vorgange beide Zonen gewaltsame Änderungen erfahren. Die überfahrende Zone wird die unterliegende niederdrücken, abschleifen und verzerren, selbst aber auch reichlich Beschädigungen erleiden.

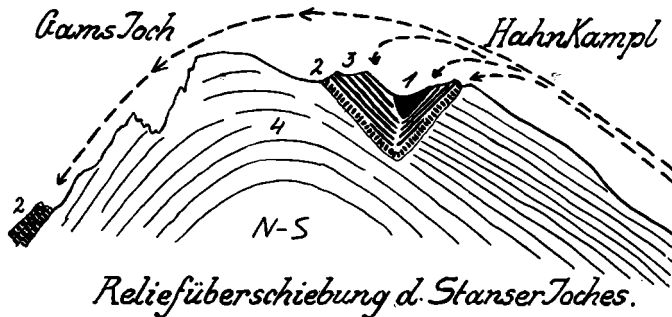


Bild 6.

- |   |                |
|---|----------------|
| 1: Buntsandstein                                  | } Inntal-Decke |
| 2: Rauhwacken                                     |                |
| 3: Reichenhallerkalk                              |                |
| 4: Wettersteinkalk und Dolomit der Lechtal-Decke. |                |

Wird ein Gebirgsland von Schub- und Gleitmassen überfahren, so haben wir eine Relief-Überschiebung oder Übergleitung vor uns. Dieser vielfach bezweifelte Vorgang ist heute schon an zahlreichen Beispielen nachgewiesen worden.

Es ist von Interesse, daß für die Alpen an dem Beispiel des Stanser Joches bei Schwaz die Begründung der Relief-Überschiebungen vom Verfasser im Jahre 1924 erfolgt ist.

Das Stanser Joch bildet zwischen Achensee und Stallental ein langgestrecktes, kahles Gewölbe aus Wettersteinkalk. Hier hat nun der Tiroler Geologe ADOLF v. PICHLER schon im Jahre 1868 die wichtige Entdeckung gemacht, daß auf dem Scheitel dieses Gewölbes in Furchen in ziemlicher Ausdehnung weit ältere Gesteine von Buntsandstein — Rauhwacken — Reichenhaller Kalken eingelagert sind.

PICHLER hat aus diesem Funde keine weiteren Folgerungen gezogen, dagegen hat A. ROTHPLETZ 1888 diese Lagerung als Überschiebung von N gegen S und nachfolgenden First-Einbruch beschrieben.

Der Verfasser hatte 1902 die Stanserjoch-Überschiebung als einen Bruchteil der großen Karwendel-Überschiebung erkannt. Aber erst im Jahre 1924 wurde ihm bei den Vorarbeiten für den Bau des Achensee-Werkes bewußt, daß hier in einer tieferen Talfurche gerade die ältesten Bestandteile der Inntal-Decke bei ihrem Vormarsch von S gegen N zurückgehalten und so bis heute aufbewahrt wurden (Bild 6). Diese Verhältnisse sind dann für die Zerlegung der westlichen Kalkalpen führend geworden.

Die Zerlegung des Alpenkörpers in eine Anzahl von relativ selbständigen Bewegungseinheiten (Decken) ist zur Hauptsache Erkenntnis und Aufnahmearbeit dieses Jahrhunderts<sup>1)</sup>.

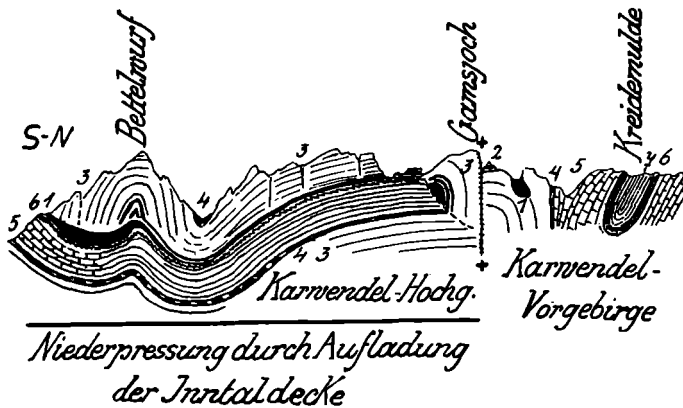


Bild 7. 1: Buntsandstein + Haselgebirge und Rauhwacken; 2: Muschelkalk; 3: Wettersteinkalk; 4: Raibler Sch.; 5: Hauptdolomit; 6: Jura-Sch.; 7: Neokom-Kreide.  
+ ---- + = Verwerfung an der Grenze der Schwerbelastung durch die Inntal-Decke.

Ausgegangen ist diese neue Auffassung von den französischen Schweizer Alpen beiderseits des Genfer Sees. Sie knüpft sich an die Namen HANS SCHARDT als Entdecker und M. LUGEON und P. TERMIER als Ausbauer und Verbreiter.

<sup>1)</sup> Vergl. E. HENNIG: Das Ringen um die Erkenntnis des Alpenbaues usw. — Diese Zeitschr. 64, 1934, S. 291, 342.

Von deutscher Seite hat A. ROTHPLETZ etwas später eine andere Zerlegung der Alpen zum Vorschlag gebracht. Während die west-alpinen Geologen die Zerlegung durch riesige Überfaltungen von S gegen N ausgeführt dachten, nahm ROTHPLETZ dafür gewaltige Schubmassen zu Hilfe, welche ihre Bewegungen von O gegen W an glatten, flachgewölbten Schubflächen vollzogen haben sollten.

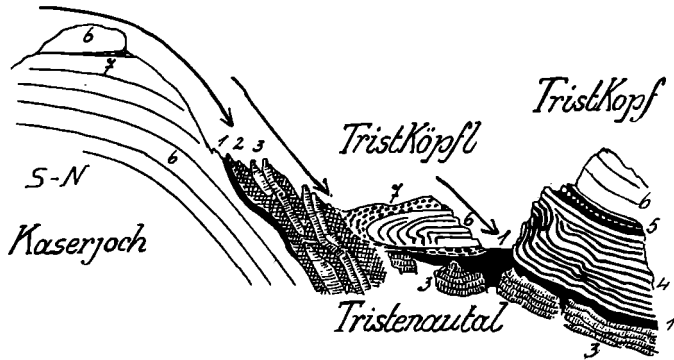


Bild 8. Übersturzprofil. 1: Buntsandstein und Haselgebirge; 2: Rauhacken; 3: Reichenhallerkalke; 4: Muschelkalk; 5: Partnach-Sch.; 6: Wettersteinkalk und Dolomit; 7: Raibler-Sch.

Zunächst blieb die Lehre von den großen Überfaltungen siegreich und gewann sehr viele Anhänger. Es ist aber bemerkenswert, wie doch allmählich bei der genaueren Durcharbeitung zwei Standpunkte der Lehre von ROTHPLETZ ihre volle Bestätigung erfahren haben.

Es sind dies einerseits die Bedeutung der OW-Verschiebungen, andererseits die Erkenntnis, daß im Alpenbau weit mehr Schubmassen als Überfaltungen vorhanden sind und letztere Form bestimmt nur als Ausnahme gelten kann.

Als Beispiel für die Zerlegung der Alpen in Decken soll in aller Kürze das Karwendel-Gebirge besprochen werden.

In dem Alpen-Querschnitt von ROTHPLETZ erscheint das Karwendel noch als Faltenreihe, welche durch eine Anzahl von steilen Verwerfungen in kleinere Stücke zerhackt ist, die gegeneinander gehoben oder gesenkt wurden.

Das erste Profil, in dem eine Auflösung des Karwendels in zwei übereinander liegende Decken durchgeführt wurde, hat der Verfasser in Jahre 1902 veröffentlicht. Es verläuft vom Wildanger über Hohljoch—Gamsjoch bis zum Kompar und wurde zum Ausgang für die tektonische Zerteilung des Karwendels in eine liegende Lechtal- und eine hangende Inntal-Decke (Bild 7). Zwischen diesen Decken ist auch das Halltaler Salzlager eingeschaltet.



Prüft man die Angaben dieses Karwendel-Querschnittes, so gelangt man zur Einsicht, daß die Hauptschubfläche, welche die beiden Decken trennt, nur eine verhältnismäßig geringe Verbiegung aufweist. Dagegen zeigen die Nebenschubflächen, welche die Sättel zerschneiden, wesentlich steilere Bahnen.

Dieser Befund läßt zwei Deutungen zu. Entweder vollzog sich zuerst eine flache, glatte Überschiebung, der später eine engere Schupung folgte, oder die Unterlage der Lechtal-Decke war so uneben, daß schon die erste Überschiebung der Inntal-Decke in zerbrochenen Schollen erfolgte.

Innerhalb dieses Profiles fällt die Entscheidung schwer. Wenn man sich aber an das Ostende des Karwendels begibt, so sieht man, wie hier die Gewölbe von Stanserjoch und Sonnjoch deutlich unter die Inntal-Decke eintauchen. Die Überfahung dieser Gewölbe (Bild 8) ist dabei in derart wilden Überstürzungen ausgeführt, daß wohl kein Zweifel bestehen kann, daß die Inntal-Decke über alte aufragende Gewölberuinen ihren Weg genommen hat.

So ist es auch für das westliche Karwendel sehr wahrscheinlich, daß sich die Aufladung der Inntal-Decke als typische Relief-Überschiebung vollzogen hat.

Weiter geht aus dem Karwendel-Querschnitt klar hervor, daß nur im südlichen Teile eine Aufladung der Inntal-Decke stattgefunden hat. Soweit diese mindestens 3000 m dicke Platte aufgeladen wurde, hat sie die darunter befindliche Lechtal-Decke tiefer hinabgedrückt. Wir haben also im Karwendel eine mit rd. 3000 m Gestein belastete südliche Zone, dann eine Zone von Überkippungen und endlich das unbelastete Gebiet.



Bild 9. Unter der Schubmasse A liegt ein Relief, dessen Furchen in der Schubrichtung größer werden. Das könnte unter Umständen eine Messung der Schubgeschwindigkeit ermöglichen.

Die Nordgrenze der Belastung wird durch eine gewaltige Verwerfung angezeigt, die bereits an der Nordseite des Stanserjochs beginnt und dann im Gebiete von Stanserjoch — Gamsjoch — Falkenkamm — Stuhlscharte — Torscharte — Steinloch-Scharte ihre schroffe Wirkung ausübt.

Wenn man von solchen Verfrachtungen ganzer Gebirge hört, liegt wohl die Frage nach der Geschwindigkeit solcher Vorgänge sehr nahe.

Bisher konnte meines Wissens noch in keinem Gebirge das Vorrücken einer Schubmasse durch Messung festgestellt werden. Das würde aber nur bedeuten, daß solche Verschiebungen überaus langsam oder nur in gewissen Perioden auftreten.

Während das Vorrücken von Schubmassen voraussichtlich nur sehr langsam gehen dürfte, ist für die Gleitmassen ein rascher Vollzug wahr-

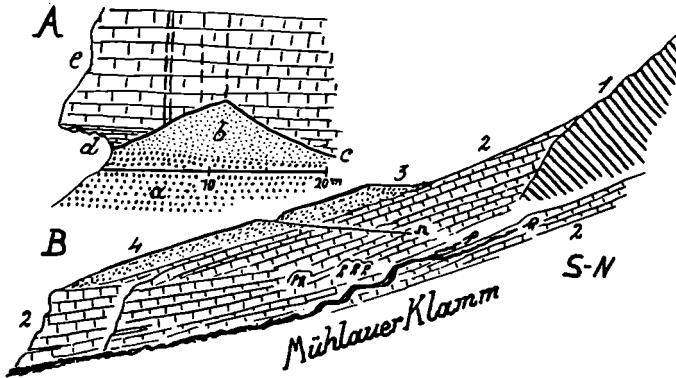


Bild 10. Lagerung der Höttinger Breccie.

A = Aufschluß im Weiherburggraben. a: gelblichgraue liegende Grundmoräne des Inntal-Gletschers; b: weißlichgraue liegende Grundmoräne des Inntal-Gletschers; c: Streifenlehm; d: lockere, rötliche Höttinger Breccie; e: feste, gelblichgraue Höttinger Breccie. B = Aufschluß in der oberen Mühlauser Klamm. 1: Muschelkalk; 2: Höttinger Breccie; 3: Hangende Grundmoräne des Inntal-Gletschers; 4: Löß.

scheinlich. Die hier gebildeten überaus lebhaften Faltungen erwecken den Eindruck einer einheitlichen schwungvollen Schöpfung.

Für einzelne Schubmassen, welche auf einem Relief liegen, das sich in der Schubrichtung erkennbar vertieft oder vergrößert, könnte dies möglicherweise zu einer zeitlichen Messung der Schubgeschwindigkeit, brauchbar sein. Wenn die Überschiebung so langsam vor sich ging, daß inzwischen die Erosion einzugreifen vermochte, könnte dieses Relief unter günstigen Umständen als ein Uhrwerk (Bild 9) verwertet werden. Noch besser wäre die Einschaltung von Ablagerungen.

Die Geologie des Inntalraumes hat auch für die Entwicklung der Eiszeitlehre mehrfach eine Rolle gespielt.

Die beste und inhaltsreichste Aufstellung über Gliederung und Ablauf des Eiszeitalters ist aus der langen Lebensarbeit von ALBRECHT PENCK entsprungen.

Auch J. BLAAS hat hier als Innsbrucker Geologe manchen Beitrag geliefert. Heute bildet R. v. KLEBELSBERG mit seiner Schule für die Eiszeitforschung eine Strahlstelle emsiger Arbeit.

Im Inntale war die Eiszeitforschung auf die Höttinger Breccie, die Inntal-Terrassen und den reichen Moränenbesitz gerichtet. Für die Höttinger Breccie konnte hier die Unter- und Überlagerung durch Grundmoränen des Inntal-Gletschers (Bild 10) festgestellt werden. Die von A. v. FICHLER entdeckte Flora der Höttinger Breccie erbrachte den Nachweis eines wärmeren Klimas. Heute wissen wir, daß diese warme Interglazialzeit zwischen Mindel- und Riß-Eiszeit eingeordnet war.

Zu dieser Zeit war die Nordkette bei Innsbruck höher und steiler und wurde trotzdem bis fast zur Kammhöhe von ihrem eigenen Abfallschutte eingehüllt. Die Vorstellung, daß ein Bergsteiger damals die Nordkette vom Tal bis nahe unter die Kammhöhe über lauter Schutthalden hätte besteigen müssen, ist jedenfalls überraschend genug.

Gegensätzlich zu dieser Erstückung hoher Gebirge im eigenen Abfallschutt liefern uns die breiten Inntal-Terrassen das Bild einer jüngeren Talverschüttung von mächtigen Ausmaßen.

Diesmal drang der Schutt nicht mehr in kantigen Schutthalden vom Gebirge ins Tal, sondern der Inn schleppte seine feingerollten und buntgemischten Sande und Schotter in alle Seitentäler hinein.

Erst durch die Tiefbohrung von Rum bei Innsbruck wurde die große Mächtigkeit dieser Talverschüttung offenbar. Die Schotter — Sande — Bändertone des Inns reichen nicht nur weit über 300 m über den Inn, sondern auch noch über 200 m unter ihn hinab. Unter mächtigen feinen Sanden und Tonen traf die Rumer Bohrung bei 200 m grobe Schotter und in diesen hochgespanntes Wasser.

BLAAS und PENCK hatten sich für die Erklärung der Inntal-Terrassen-Aufschüttung die Annahme zurecht gelegt, daß beim Vorrücken der letzten Großvergletscherung der Zillertal-Gletscher das noch freie Inntal zuerst erreichte und mit seiner Zunge abriegelte. Der hinter diesem Eisdamm gestaute See soll dann verlandet und endlich vom Inn-Gletscher überschritten worden sein.

Diese Annahme war jedoch irrig.

Der Verfasser konnte nachweisen, daß die Inn-Terrassen auch noch unterhalb des Zillertales in allen Seitentälern liegen.

Die Ursache der mächtigen Aufschüttung liegt wahrscheinlich in einer ausgedehnten Talverbiegung, welche den Fluß zur Seebildung und Verlandung gezwungen hat.

Es ist bemerkenswert, daß bei den Einschnitten für die neue Autostraße, die von Wiesing zum Achensee ansteigt, zwischen 700—800 m Höhe in Feinsanden und Bändertonen grobe, kantige Gneisblöcke gefunden wurden. Als Erklärung kommt wohl nur Trift auf einem Stausee

aus dem Zillertal in Betracht. Es lag also bei der Aufschüttung der unteren Teile der Inn-Terrassen das Gletschereis doch ziemlich nahe.

Nach PENCK zog sich die letzte Großvergletscherung mit drei Haltestellen (Bühl — Gschnitz — Daun-Stadium) zurück, welche auch den Charakter von Vorstößen hatten.

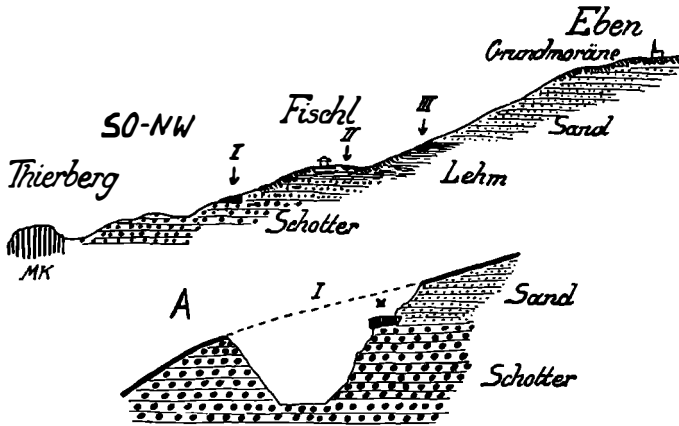


Bild 11. An den Straßeneinschnitten I — II — III wurden große kantige Gneisblöcke innerhalb von Feinsedimenten aufgeschlossen. Das Detailbild A zeigt die Einschaltung des untersten und größten Gneisblockes.

Der Verfasser konnte nun erweisen, daß es sich hier um eine kleine, eigene Eiszeit gehandelt hat, welche von der Würm-Eiszeit abgegliedert war.

Denkt man sich an dem Seitengehänge eines großen Tales die Stände des schmelzenden Würm-Gletschers eingetragen und zugleich in Seitengräben jene der sogenannten Rückzugsstadien, so ist unschwer zu erkennen, daß dieselben nicht zusammen passen können. Es würde ja (Bild 12) dem höchsten und also ältesten Stände des schmelzenden Würm-Gletschers nur der jüngste und höchste Rückzugsstand der Seitengletscher entsprechen können, was völlig ausgeschlossen ist.

Als ein Beispiel geologischen Schauens möchte ich hier auch die Erkenntnis der Bergzerreißungen anführen, für welche das Inntal hervorragend schöne Beispiele liefert<sup>2)</sup>.

Wenn ein Fluß oder Bach eine Schichtfolge durchsägt und so eine Kerbe entsteht, so haben die neu entstandenen Seitenhänge ihre Gegenstützung verloren und sind dem auf die Dauer unwiderstehlichen Zuge der Schwere freigegeben.

Kein irdisches Gestein vermag auf lange Zeit diesem Zuge zu widerstehen, ohne zu zerreißen. Bestünden die Berge aus Metall — Eisen —

<sup>2)</sup> Vergl. O. AMPFERER: Standbilder der Bergzerreißungen. — Diese Zeitschr. 71, 1941; S. 247.

Kupfer — Silber — Gold, so wäre es vielleicht möglich, daß sie nicht zerreißen würden.

Die Formen der Bergzerreißen besitzen eine große Mannigfaltigkeit. Der Verfasser konnte aus dem Inntal-Raum eine ziemliche Auswahl von Formen beschreiben.

Eine Bergzerreißung braucht durchaus nicht immer mit einem Bergsturz verbunden zu sein. Es ist häufig möglich, daß der losgerissene Bergteil eine neue Ruhestellung findet, ja daß manchmal sogar die

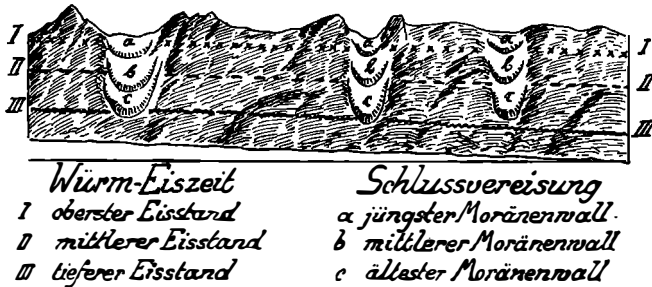


Bild 12. Unabhängigkeit des Rückzugs des Würmgletschers von den Moränenständen der Schlußvereisung.

Rißwunde verkittet wird. Zum Unterschied gegen die meist viel älteren tektonischen Zerreißen sind die Klüfte der Bergzerreißen, soweit meine Einsicht reicht, nirgends mit Erzen verheilt, was man als Unterscheidungsmittel benützen kann. Die Bergzerreißung beginnt häufig als ein haarfeiner Riß, der alle Strukturen der Schichtung und Faltung schroff vertikal zerschneidet. Die Größe der Zerreißung nimmt im allgemeinen mit der Höhe und Steilheit der Berghänge zu. Es haben aber Schichtneigung, Wasserführung, Gleitzonen, Erdbeben wichtige Einflüsse. Auch das Klima hat viel mitzureden. In nördlichen Gegenden werden die Hänge durch den ewigen Wechsel von Gefrieren und Tauen ganz zermürbt und fließbereit. Hier ist die Ähnlichkeit mit dem Herabgleiten von Hängegletschern unverkennbar.

Betrachtet man den Lauf des Inntales zwischen Kufstein und Landeck, so zeigt sich ein nur im Großen verbogener Lauf. Trägt man auf einer Karte hier die Grenze zwischen Kalkalpen und Urgebirge ein, so ergibt sich dafür ein wesentlich geraderer Verlauf.

Die stärkste Biegung des Inntales ist mit dem Vorsprung der Hocheder-Masse verbunden. Wenn man von Innsbruck gegen W schaut, so wirkt dieser scharfe Vorsprung sehr auffällig. Nördlich von diesem Vorsprung liegt die tiefe Senkung von Seefeld.

Die einfachste Lösung für dieses Zusammentreffen des Vorsprunges des kristallinen Gebirges mit dem auffallenden Niedertauchen der Kalk-

alpen ist wohl die Annahme, daß die Hocheder-Masse in junger Zeit von S gegen N vorgeschoben wurde und dabei die Falten der Kalkalpen niedergedrückt wurden. Dieser Gedanke ist zuerst von WALTER SCHMIDT veröffentlicht worden.

Wir hätten also als Erklärung für das Niedertauchen der Seefelder Senke die Vorschubung der Hocheder-Masse, die wohl als Relief-Überschiebung aufzufassen ist (Bild 13).

Der Mindestvorstoß der Hocheder-Masse ist etwa auf 10 km einzuschätzen. Durch den Vorstoß wurde diese Masse aber nicht nur um 10 km horizontal verschoben, sondern auch gleichzeitig stark gehoben.

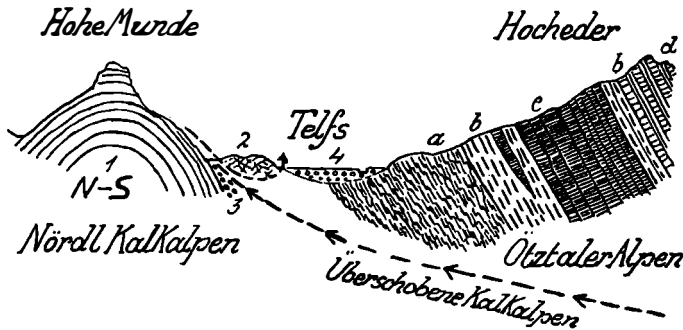


Bild 13. Vorstoß der Hocheder-Masse gegen die Kalkalpen.  
 Hocheder-Masse: a: Quarzphyllit; b: Glimmerschiefer; c: Biotit Augengneis;  
 d: Plagioklas-Knotengneis. Inntal-Decke: 1: Wettersteinkalk; 2: Gleitscholle  
 von 1; 3: Raibler Sch.; 4: Schuttsohle des Inntales.

Die Annahme einer Vorschubung der Hocheder-Masse und mit ihr wohl auch der Ötztaler Alpen auf die Kalkalpen steht mit der Grundanschauung der Deckenlehre, nach welcher die Kalkalpen ihre heutige Lagerstätte erst nach Überfahung der Ötztaler Alpen bezogen hätten, in offenem Widerspruch. Dieser läßt sich wohl nur lösen, wenn man die Verfrachtung der Kalkalpen als einen viel älteren und großzügigen Vorgang auffaßt, demgegenüber der Hocheder-Vorstoß nur eine jüngere und weit bescheidenere Episode bedeutete.

Was nun die Entstehung der Inntal-Furche selber betrifft, so kommt man hier mit der Vorstellung einer reinen Erosionsfurche bestimmt nicht aus.

Im Inntale mit Bergkamm-Spannungen bis zu 15 km muß man über die riesigen Gesteinsmassen staunen, welche hier zerbrochen, aufbereitet und weggeführt wurden.

Die Grundfrage bleibt: Ist das alles Wasser- und Eiswerk oder sind auch tektonische Gewalten bei der Schaffung dieses Hohlraumes beteiligt gewesen?

Vergleicht man den geologischen Aufbau der beiden Talseiten, so ist dieser hin und hin ungleich. Im N die Schichtfolgen von der unteren Trias bis zur Oberkreide, meist in 2 bis 3 Decken übereinander, im S das kristalline Gebirge und die Grauwackenzone samt der Auflagerung von Trias-Jura, vielleicht auch Kreide, der Brennerbucht und der Tarn-taler Berge.

Im allgemeinen liegen im S weit ältere Gesteine wesentlich höher als im N die viel jüngeren Schichtfolgen.

Dadurch wird das Vorhandensein einer Störung angezeigt. Eine solche kann aber in sehr verschiedener Weise vollzogen sein. Es könnte sich um eine Senkung der Kalkalpen oder um eine Hebung des Urgebirges handeln, es könnte ein Grabenbruch oder eine Verschluckungszone vorliegen oder Verschiebungen in der Talrichtung.

Versucht man eine Übersicht zu gewinnen, so steht man bald vor dem Ergebnis, daß entlang der Südgrenze der Kalkalpen eine Summe von verschiedenartigen und verschiedenartigen Störungen zu erkennen ist.

Wir wissen, daß von den Decken der Kalkalpen zumindest Inntal- und Krabachjoch-Decke von S her eingewandert sind. Die Lechtal-Decke ist streckenweise mit der Grauwackenzone im Schichtverband, an anderen Stellen wie am Arlberg wird sie von den Gneisen der Silvretta-

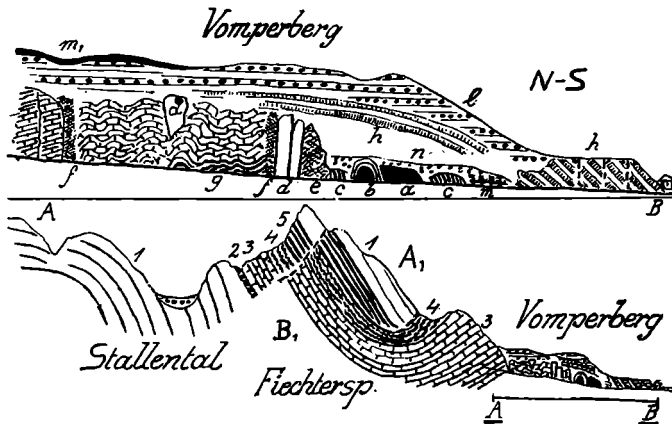


Bild 14. Unten: Karwendelprofil vom Stanserjoch zum Vomperberg.

- |                    |                 |                |                |                    |
|--------------------|-----------------|----------------|----------------|--------------------|
| 1: Wettersteinkalk | } Lechtal-Decke | 5: Muschelkalk | } Inntal-Decke |                    |
| 2: Raibler Sch.    |                 | B <sub>1</sub> |                | 1: Wettersteinkalk |
| 3: Hauptdolomit    |                 |                |                |                    |
| 4: Jura Sch.       |                 |                |                | A <sub>1</sub>     |

Oben: Vergrößerung der Strecke A—B zu A—B.

a: Buntsandstein, b: Rauhwacke mit Schieferkern, c: Muschelkalk, d: Keile von Wettersteinkalk, e: Keil von Hauptdolomit (a—e: Kleinschollen-Bau), f: Zertrümmerungstreifen aus Hauptdolomit, g: bituminöse Lagen im Hauptdolomit, h: alter Schuttkegel des Vomberbaches, l: Schotter — Sande des Inns, m: liegende Grundmoräne des Inn-Gletschers, m<sub>1</sub>: hangende Grundmoräne des Inn-Gletschers.

Decke überschoben. Wir haben gesehen, daß auch die Ötztaler Alpen ihre Hocheder-Nase über die Inntal-Decke vorstrecken. Aus dem großen Knie der Kreidemulde des Karwendels kann man auf starke Verschiebungen von O gegen W schließen. Endlich wissen wir, daß noch im Diluvium das Inntal eine Senkung mit nachfolgender Hebung erlebt hat.

Wie alle diese und noch manche andere Störungen miteinander zusammenhängen oder auch unabhängig sind, läßt sich heute noch nicht im einzelnen auswiegen.

Ein Beispiel, wie sich die großzügige Tektonik des Karwendels in der Inntal-Furche ins Kleinbauliche und Mosaikartige zerschlägt, sollen noch die schönen Aufschlüsse an der Mündung des Vomperloches zeigen (Bild 14). Diese sind nur mehr  $2\frac{1}{2}$  km vom Kristallin des Kellerjoches bei Pill entfernt. Die Zwischenstrecke ist dicht und tief unter der Inn-Aufschüttung verborgen.

Schauen und Wandern und sich in die Schicksale unserer Erde versenken, gehört zum Feinsten und Inhaltsreichsten, was uns das Dasein zu schenken vermag. Demgegenüber schrumpft die Wichtigkeit des eigenen Schicksals so zusammen, daß es keinen Schatten mehr auf die Weltbetrachtung zu werfen vermag. Je weniger man sich mit Sicherstellungen seines Lebens beschäftigt, desto freier und breiter wird die Anteilnahme mit allem Geschaffenen. Man lebt nicht mehr ein einzelnes, sondern ein vielfaches Leben, dessen Fluten aus der Vergangenheit durch uns in die Zukunft drängen.

✱

Dieser Aufsatz ist die Umarbeitung eines Vortrages, welcher am 16. 9. 1942 in Innsbruck bei einer Sitzung des Nationalsozialistischen Bundes Deutscher Technik gehalten wurde.