©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Zur neuen Umgrenzung der Inntaldecke.

Von **Otto Ampferer.**

(Mit 10 Zeichnungen.)

In dem 63. Beilageband, Abt. *B*, des Neuen Jahrbuchs für Mineralogie, Geologie und Petrographie (Stuttgart 1930) ist eine größere Arbeit von Max Richter über „Die Struktur der nördlichen Kalkalpen zwischen Rhein und Inn" erschienen, welche ein Gebiet behandelt, dem ich einen großen Teil meiner geologischen Aufnahmsarbeit gewidmet habe. Ich freue mich, daß dieses ausgedehnte und schöne Bergland wieder in den Vordergrund des tektonischen Interesses gerückt wird, wenn ich auch meine tektonischen Erfahrungen nicht überall mit den Ausführungen von M. Richter in Übereinstimmung bringen kann.

Es gilt dies insbesondere für die von ihm vorgeschlagene Vergrößerung der Inntaldecke, deren Rand vom Wettersteingebirge zunächst zum Kramer, von dort entlang des Loisachtales bis nördlich von Eschenlohe verlaufen soll. Vom Loisachtal wird die Nordgrenze der Inntaldecke ziemlich geradlinig über Herzogstand—Benediktenwand—Wendelstein bis zum Hochstauffen gezogen. Als Entdecker der Inntaldecke und erster Abgrenzer derselben bin ich naturgemäß an dieser neuen Begrenzung sehr interessiert und will mich daher in der hier folgenden Arbeit ausführlicher mit diesem Problem beschäftigen, das mir wahrlich kein neues mehr ist.

Um so mehr muß man bei der Prüfung einer neuen Deutung vorsichtig sein, um nicht dem Bannfluch der Anhängerschaft an alte Gewohnheitsvorstellungen zu verfallen.

Die neue Auffassung von M. Richter beseitigt wirklich manche Schwierigkeit, aber sie schafft leider, wie man bei genauerem Zusehen erkennt, dafür wieder neue.

Es ist also keineswegs etwa eine restlose Auflösung der hier vorliegenden tektonischen Rätsel, sondern nur ein neuer Angriffsplan dazu.

Die hier folgende Untersuchung bietet insofern eine notwendige Ergänzung zu der Arbeit von M. Richter, als hier auch die entgegenstehenden geologischen Befunde zu Wort kommen sollen und einige unrichtige Umdeutungen vermieden werden.

Vielleicht ist es auf diese Weise doch möglich, zu richtigeren Vorstellungen über den Bau und Umfang der Inntaldecke zu gelangen.

Die ersten Zweifel an der Nordgrenze der Inntaldecke hat bekanntlich O. Schlagintweit im Jahre 1912 in seiner Arbeit „Die Mieminger Wettersteinüberschiebung" in der Geologischen Rundschau veröffentlicht.

Er ist dabei zu der Ansicht gekommen, daß das Wettersteingebirge eine freischwebende Schubmasse vorstelle und als unmittelbare Fortsetzung an die Schubmasse des Miemingergebirges im N anzuknüpfen sei.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

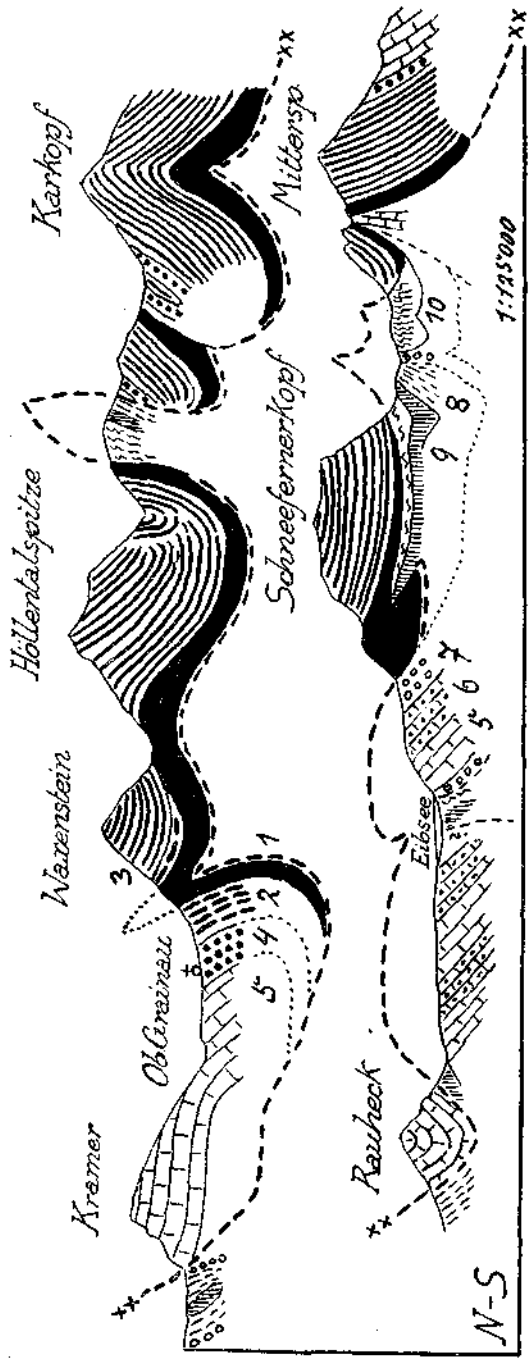

Fig. 1. 1 = Muschelkalk. 2 = Partnachschichten. 3 = Wettersteinkalk. 4 = Raibler Schichten. 5 = Hauptdolomit. 6 = Plattenkalk. 7 = Kössener Schichten. 8 = Lias-Fleckenmergel. 9 = Hornsteinkalke — Aptychenkalke. 10 = Neokommergel.

Ich habe mich damals gegen diese Ansicht ausgesprochen, ebenso O. Reis, H. Mylius und K. C. von Loesch.

In der Zeit nach dem Weltkrieg habe ich mich mit der Inntaldecke einerseits im Osten, und zwar im Karwendel- und Kaisergebirge, anderseits im Westen, im Bereiche des Flexenpasses noch eingehender befaßt. Ins Wettersteingebirge bin ich aber nicht mehr gekommen.

Der Gedanke. die Fortsetzung der Inntaldecke in dem nördlichen Vorland des Wettersteingebirges zu suchen, ist durchaus nicht neu.

Ich habe denselben schon in der Arbeit „Gedanken über die Tektonik des Wettersteingebirges" in den Verhandlungen der k. k. Geologischen Reichsanstalt vom Jahre 1912 graphisch als Möglichkeit zum Ausdruck gebracht.

Diese Möglichkeit wurde aber wieder wegen ihrer Folgewirkungen fallen gelassen.

Wenn man dieser Hypothese folgt, so ist man gezwungen, ein gewaltiges Stück Bergland im N an die Inntaldecke anzubinden, wofür

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

man doch keine sicheren Beweise hat. Daß am Nordrande der Kalkalpen, in der Strecke Benediktenwand—Wendelstein—Hochstauffen, tiefgreifende Schubflächen zutage ausstreichen, ist ja auch längst bekannt.

Es handelt sich bei einer derartigen Vergrößerung des Besitzstandes der Inntaldecke also nicht um die Gewinnung einer Nordgrenze. Hiezu geeignete Schubflächen sind am Nordrand der Alpen wirklich vorhanden. Die Schwierigkeit liegt vielmehr in der Verbindung dieser Schubflächenausstriche mit dem hocherhobenen Westende des Wettersteingebirges.

Ich habe die hier in Betracht kommende Umgebung des Eibsees schon 1905 und später mehrfach begangen, ohne zu einer Sicherheit zu kommen. Auch die Ausführungen von M. Richter helfen über diese Lücke nicht hinweg und wirken hier durchaus nicht überzeugend.

Der Gegensatz zwischen dem prachtvollen, hohen und stolzen Schubrand des Wettersteins und dem niedrigen, von Blockmoränen der Schlußeiszeit und älteren Moränen verhüllten Vorland in der ganzen Umgebung

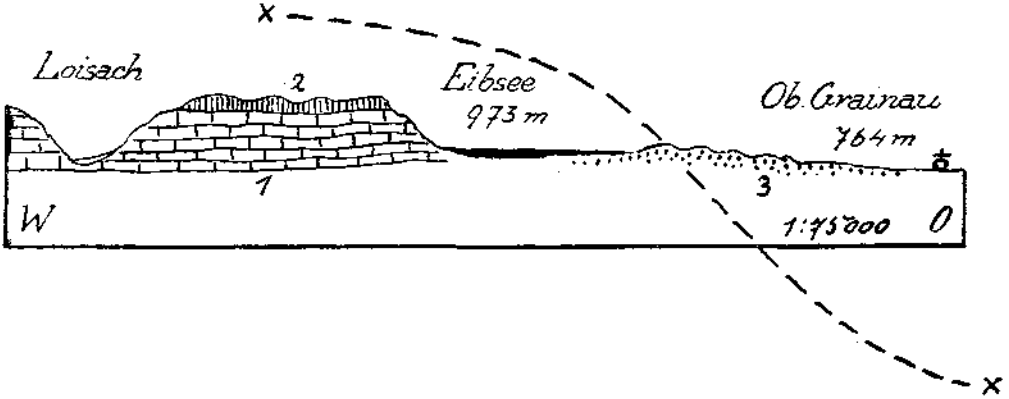

Fig. 2. 1 = Hauptdolomit. 2 = Plattenkalk. 3 = Moränen. X—X = ostwestlicher Schnitt durch die hypothetische Schubbahn der Inntaldecke.

des Eibsees spricht wohl gegen das Weiterstreichen des Schubrandes der Inntaldecke in nördlicher Richtung zum Rauheck und Kramer.

Wie soll es kommen, daß dieser Schubrand, welcher gerade im Becken von Ehrwald so machtvoll wirkt, im Becken des Eibsees geradezu spurlos verschwindet?

Diese Schwierigkeit hat M. Richter auch in seinen zwei Profilen, welche hier durchziehen, durchaus nicht überwunden, sondern nur übersprungen.

Fig. 1 bringt eine Kopie der beiden hiehergehörigen Profile und Fig. 2 stellt eine Verbindung dieser Profile zwischen dem Eibsee im W und Ober-Grainau im O dar.

Daraus ergibt sich sofort die höchst unwahrscheinliche Lage der hier durchgezogenen Grenze der Inntaldecke.

In dem Profil, das M. Richter von der Mitterspitze in der Miemingergruppe zum Eibsee und zum Rauheck gezogen hat, ist zunächst das Fenster in der Miemingergruppe nicht richtig. Es handelt sich im Gegenteil um eine eingebrochene Scholle, deren Detailstruktur ich in den Jahren 1902 und 1905 beschrieben habe. Wäre hier ein Fenster vor-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

handen, so würden aus der darunterliegenden Lechtaldecke wohl nur ihre jüngsten Schichten auftauchen, die ja am Westrande der Miemingergruppe auch tatsächlich darunter versinken. Viel wichtiger als dieser Konstruktionsfehler sind aber die Verhältnisse an der Nordseite des Wettersteins.

Hier soll die Schubbahn der verbreiterten Inntaldecke noch am Eibsee ziemlich hoch in der Luft hängen, 4 *km* weiter östlich aber schon bei 2000 *m* tief unterhalb von Ober-Grainau durchziehen.

Dabei sinkt das Terrain vom Eibsee (973 *m*) nach Ober-Grainau (764 *m*) um mehr als 200 *m*, während der Hauptdolomitsockel dieses Plateaus im Einschnitt der Loisach auf der ganzen Strecke zusammenhängend bleibt. Die hypothetische Schubfläche der Inntaldecke müßte daher nach der Konstruktion von M. Richter hier zwischen Eibsee und Ober-Grainau eine scharfe Senkung um fast 3000 *m* in ostwestlicher Richtung beschreiben (Fig. 2).

In der Natur haben weder ich, noch O. Reis bei unseren Aufnahmen irgend ein Anzeichen für das Durchstreichen einer derartig bedeutenden Querstörung in dieser Gegend bemerkt.

Es ist dabei allerdings zu bedenken, daß das Plateau zwischen Eibsee und Ober-Grainau tief mit gewaltigen Blockmoränen verschüttet ist und daher weithin Aufschlüsse des Grundgebirges fehlen.

Vielleicht könnte man hier aber mit modernen geophysikalischen Methoden doch durch die Schuttdecke hindurch das Vorhandensein einer so bedeutenden Querstörung erkunden. Solange aber ein derartiger Nachweis nicht vorliegt, lassen sich auch die berechtigten Zweifel an einer engen Verbindung zwischen der Scholle des Wettersteins und der Schubmasse Rauheck-Kramer nicht beseitigen. Zwischen dem großen Becken von Ehrwald und dem kleineren des Eibsees ist der hocherhobene Westrand des Wettersteins ein Schubrand von seltener Klarheit und machtvoller Gestaltung. Nach Osten hin verliert aber diese Überschiebung sowohl an der Nord-, wie auch an der Südseite des Wettersteins rasch von ihrer Bedeutung. Kommt man von W her, so erkennt man die Wirkung des Vorschubes der Wettersteinscholle vor allem an dem starken Niederdrücken des Nordflügels der großen Lermooser Mulde, welche unter das Wettersteingebirge hineinstreicht. Die mächtige Schichtenfolge von Kössener Schichten — Plattenkalk — Hauptdolomit, welche am Kamm von Daniel und Upsspitze noch steil aufgerichtet ist, erscheint östlich von dem Loisachdurchbruch bereits im Thörlplateau und nördlich vom Eibsee tief niedergebogen. Dieselbe ist offenbar von der vordringenden Schubmasse des Wettersteins bis in die Gegend des Loisachdurchbruches überwältigt worden. Diese Überwältigung des Nordflügels der Lermooser Mulde kann aber auch durch einen Ostwestvorschub der Wettersteinscholle bewirkt worden sein.

Wir haben in der Gegend des Achensees im Gebiet des Wettersteinkalksattels des Unutz-Guffert-Kammes ein prächtiges Beispiel für kräftige Überschiebungen, welche aber doch ganz lokal auf die Umbugstelle der großen Kreidemulde beschränkt sind.

Etwas Ähnliches kann ja auch am Westende des Wettersteins stattgefunden haben.

Wenn man den Rand der Inntaldecke an der Südseite des Wettersteins über Puitental—Ahrnspitze—Porta Claudia zum Karwendel zieht,

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

so hat man jedenfalls den Vorteil, hin und hin eine scharfe und deutliche Nordgrenze zu besitzen.

Schlägt man das Wettersteingebirge samt seinem riesigen Anhang im Sinne von M. Richter noch dazu, so wird die eindeutig klare Schubmasse der Inntaldecke mit einem großen Gebiet belastet, für dessen innere Zugehörigkeit nur recht unsichere Beweisgründe angeführt werden können.

Der ganze Vergrößerungsplan hängt an der Auffassung, daß das Wettersteingebirge die nördliche Fortsetzung der Schubmasse des Mieminger Gebirges ist.

Diese Auffassung ist durchaus nicht gesichert.

An der Aufschiebung des Wettersteins gegen W oder NW auf die Muldenzone von Lermoos ist dabei nicht zu zweifeln.

Es kann dies aber sehr wohl nur eine lokale Höherschaltung und Aufschiebung eines Teiles der Lechtaldecke sein und nicht der Ausstrich einer freischwebenden Schubmasse.

Tatsache ist und bleibt, daß der Südrand des Wettersteins und der Nordrand der Inntaldecke größtenteils nicht zusammenpassen.

Ein solches Zusammenpassen ist ja nur im Puitental zwischen Gehrenspitze im S und Dreitorspitze im N vorhanden und selbst dieses endet bereits am Westgrat der Gehrenspitze.

Im Puitental kann man auch gleich erkennen, daß die von M. Richter stark betonte Sattelstruktur gar nicht in die Tiefe greift, sondern im Gegenteil nur die obersten Teile einer Jungschichtenzone betrifft.

Hier ist der von M. Richter beigelegte Querschnitt durch das Wetterstein, welcher von Leutasch über Gehrenspitze — Öfelekopf — Wamberg zum Ameisberg leitet, für die Strecke zwischen Gehrenspitze und Öfelekopf entscheidend unrichtig. Wie ein Blick auf meine Karte „Blatt Zirl-Nassereith" oder auf die Wettersteinkarte von O. Reis zeigt, liegt hier in der Tiefe des Puitentales durchaus kein Sattel der jungen Schichten mit einem Kern von Fleckenmergeln vor, wie ihn M. Richter (Fig. 3) angibt.

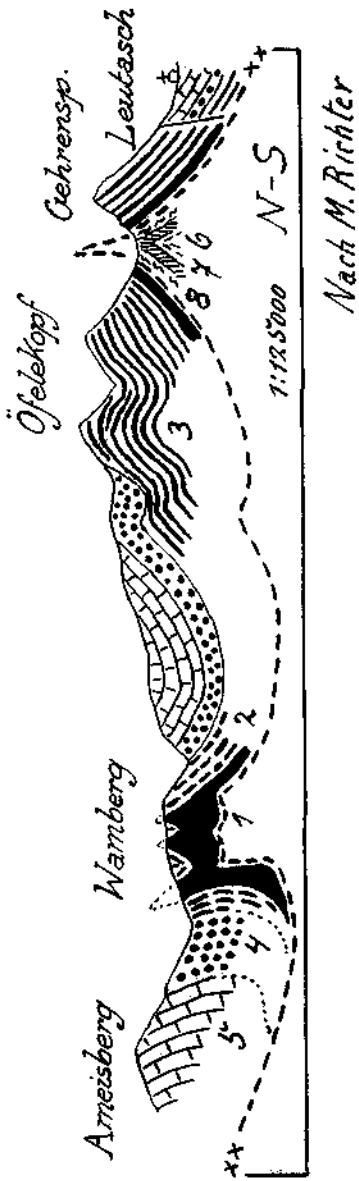

Fig. 3. 1 = Muschelkalk. 2 = Partnachschichten. 3 = Wettersteinkalk. 4 = Raibler Schichten. 5 = Hauptdolomit. 6 = Lias-Fleckenmergel. 7 = Hornsteinkalke — Aptychenkalke. 8 = Neokommergel. XX—XX = Schnitt durch die Schubfläche der Inntaldecke.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

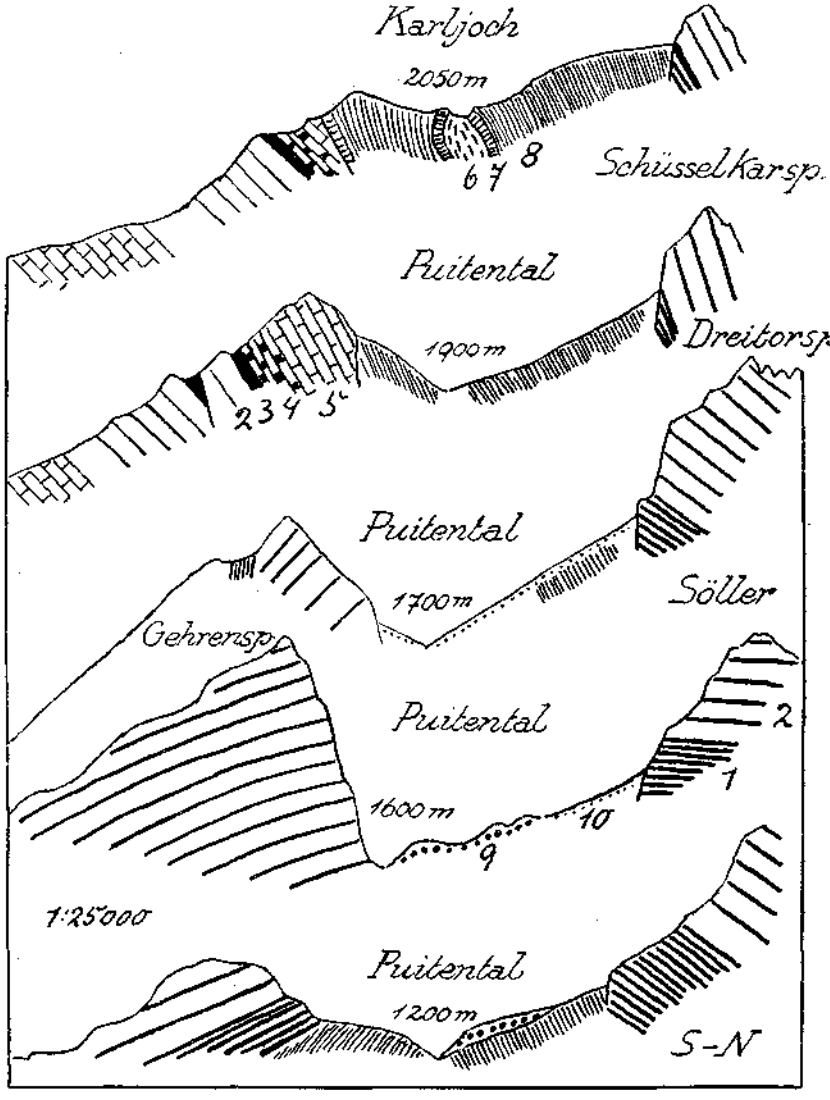

Fig. 4. 1 = Muschelkalk. 2 = Wettersteinkalk. 3 = Sandsteine der Raibler Schichten. 4 = Kalke und Rauhwacken der Raibler Schichten. 5 = Hauptdolomit. 6 = Lias-Fleckenmergel. 7 = Hornsteinkalke. — Aptychenkalke. 8 = Neokommergel. 9 = Blockmoränen. 10 = Hangschutt.

Dieser Sattel befindet sich vielmehr auf der Höhe des Karljoches (2050 *m*).

In der Linie des Querschnittes von Fig. 3 ist davon keine Spur mehr zu sehen und die Neokommergel nehmen den ganzen hier zwischen Gehrenspitze und Öfelekopf nicht verschütteten Raum ein.

Man braucht hier nur ein Profil vom Karljoch (Fig. 4) mit einem Profil vom Ausgang des Puitentales zu vergleichen. In der Tiefe finden wir nur eine große, einheitliche Masse von Neokommergeln, dagegen

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

auf der Höhe des Joches einen deutlichen, kleinen Sattel mit Aptychenkalken, Hornsteinkalken und Fleckenmergeln im Kern. Würde es sich wirklich um eine Auffaltung der tieferen Schichten handeln, so müßte dieser Kern von älteren Gesteinen sich gegen die Tiefe zu verbreitern und daher am Ausgang des Puitentales schön erschlossen sein.

Dies ist jedoch nicht der Fall und wir müssen also schließen, daß der kleine Sattel nur ein oberflächliches Gebilde vorstellt.

Dieser kleine Sattel beweist aber noch mehr. Er fällt steil gegen N zu ein und kann in dieser Form unmöglich von der Inntaldecke überschoben worden sein, weil er sonst unbedingt in der Bewegungsrichtung, also von S gegen N zu überkippt sein müßte.

Dasselbe Einfallen gegen N beobachten wir aber am ganzen Südrande des Wettersteins in vielen prachtvoll aufgeschlossenen Profilen.

Nicht eines dieser Profile zeigt hier die für ein Darübergleiten der schweren Inntaldecke charakteristische Niederbügelungsstruktur.

Man vergleiche die Profile, welche ich im Jahre 1905 im Jahrbuch der k. k. Geologischen Reichsanstalt durch den Südabfall des Wettersteins veröffentlicht habe.

Nach meiner Einsicht lassen diese Profile keine andere Deutung zu, als daß hier die oberen Teile einer jungen Schichtenzone von der Stirne der vorrückenden Inntaldecke ergriffen, vom Untergrund abgeschürft und gegen die relativ starre Masse des Wettersteins angepreßt wurden.

Das ganze Detail des tektonischen Aufbaues der jungen Schichtenzone an der Südseite des Wettersteins ist grundverschieden von dem Detail der Schuppungen und Faltungen in dem Fenster von Reutte-Nesselwängle zwischen den Schubmassen der Gachtspitze im S und den Vilser Alpen im N.

Hier sind die einzelnen Schubschollen und Faltungen wirklich so angeordnet, wie es dem Vorgang einer Überschiebung durch eine schwere Masse entspricht.

Die Jungschichtenzone an der Südseite des Wettersteins gehört an die Stirne einer schiebenden Masse und nicht unter eine solche hinein.

Fig. 5 bringt die Eigenart dieser Struktur schematisch zur Darstellung.

Sie hat lauter aufrechtstehende Bauelemente und keine Niederbügelungen, Plättungen, Einrollungen . . .

Der Bau derselben Jungschichtenzone zeigt im Karwendel eine wesentlich andere Struktur. Hier sind die kleinen Falten und Schuppungen wirklich gegen N zu überschlagen.

Die ganze Feinstruktur zeigt die Belastung und Überschiebung durch eine schwere Masse an. Es kann kein Zweifel sein, hier im Karwendel ist unsere Jungschichtenzone wirklich überwältigt und überschritten worden.

Die sicheren Anzeichen einer Überwältigung der Jungschichtenzone beginnen bereits an der Porta Claudia und lassen sich von dort durchs Karwendel bis ins Inntal bei Schwaz verfolgen.

Auch hier handelt es sich im großen nicht um eine Sattelzone.

Das ist besonders klar im östlichen Karwendel ausgesprochen, wo unsere Jungschichtenzone unzweideutig entweder eine Mulde oder den

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Südflügel einer großen Sattelzone bildet, deren Kernmasse aus Wettersteinkalk und Muschelkalk besteht.

Wir halten also gegenüber den Ausführungen von M. Richter fest, daß die Jungschichtenzone vom Becken von Ehrwald bis zum Ostende des Karwendels nicht summarisch als eine Deckensattelzone bezeichnet werden kann.

Auf der Strecke vom Ehrwalder Becken bis zur Porta Claudia handelt es sich um eine Muldenzone, deren obere Teile vom Stirnrand der Inntaldecke abgeschürft und zusammengeschoben wurden. Diese Mulde steht westwärts mit der Mulde von Lermoos in Zusammenhang.

Diese Strecke der Jungschichtenzone gehört nicht unter die Inntaldecke hinein, sondern an ihre Front.

Zwischen Porta Claudia und dem Inntal ist die Jungschichtenzone ebenfalls keine Sattelzone, wohl aber ist sie von der Inntaldecke hier tatsächlich überschritten worden.

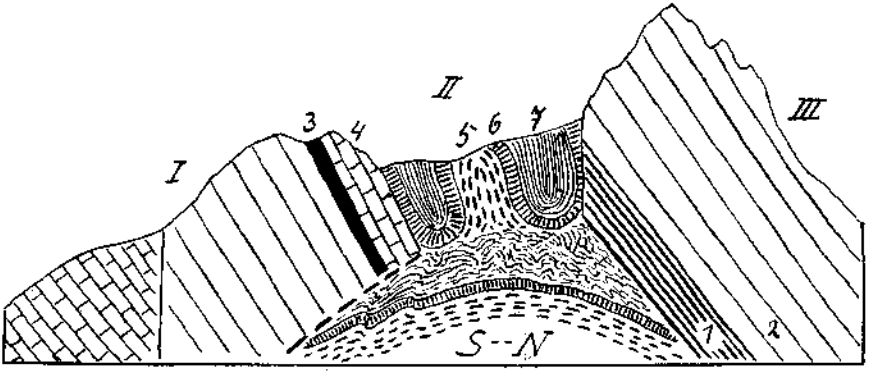

Fig. 5. Schema der Anschiebung der Inntaldecke gegen die Wettersteinscholle. 1 = Muschelkalk. 2 = Wettersteinkalk. 3 = Raibler Schichten. 4 = Hauptdolomit. 5 = Lias-Fleckenmergel. 6 = Hornstein- und Aptychenkalke. 7 = Neokommergel. I = Nordrand der Inntaldecke. II = Vor dem Stirnrand der Inntaldecke aufgeschürfte und zusammengestaute Jungschichtenzone. III = Scholle des Wettersteingebirges.

Diese Überschreitung ist an der Westseite des Karwendels noch geringfügig, an der Ostseite erreicht sie aber einen Betrag von zirka 8 *km*, wie auch M. Richter annimmt, der aus diesem von der Erosion abgetrennten Stück der Inntaldecke eine eigene „Karwendelteildecke" machen will.

Rechnet man also diesen vorderen Teil der Inntaldecke noch dazu, so erhält man vom Becken von Ehrwald bis zum Achensee als Nordgrenze der Inntaldecke eine auffallend gerade Linienführung.

Eine ebenso geradlinige Grenze beschreibt aber der Nordrand der Inntaldecke auch westlich vom Ehrwalder Becken, vom Mariabergjoch bis zum Madauer Tal.

Hier beginnen dann die starken Querwölbungen, welche ihren Höhepunkt knapp westlich vom Flexenpaß in der Gruppe von Roggalspitze—Wildgrubenspitze—Wildgrätlisgratspitze erreichen.

Durch diese Querwölbungen ist der Zusammenhang der Inntaldecke westlich vom Madauer Tal in einzelne Schollen aufgelöst und zugleich ihre frei schwimmende Lagerung klar enthüllt worden.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Gegenüber dieser durchwegs ziemlich geradlinigen ostwestlichen Nordfront der Inntaldecke würde durch die von M. Richter befürwortete Besitzvergrößerung ein Vorsprung der Inntaldecke von der Südseite des Wettersteins bis zur Nordseite des Kramers um zirka 15 *km* und östlich der Loisach von der Porta Claudia bis zum Herzogstand sogar um zirka 25 *km* erreicht.

Wenn man bedenkt, daß sonst die größte Breite der Inntaldecke nach ihrer alten Fassung nördlich von Innsbruck nur zirka 18 *km* beträgt, so erkennt man den bedeutenden Umfang der vorgeschlagenen Vergrößerung.

Bei der Beurteilung einer derartigen Verbreiterung der Inntaldecke darf man nicht vergessen, daß die am Nord- und Südrand jeweils eine Strecke weit aufgeschlossenen Überschiebungen von ihrer Beweiskraft für eine einheitliche Unterfahrung mit der zunehmenden Breite der Schubmasse ständig verlieren. (Fig. 6.)

Was für eine schmale Schubmasse noch eine gute Überzeugungskraft besitzt, sinkt in seiner tektonischen Bedeutung bei einer breiten Schubmasse automatisch herab.

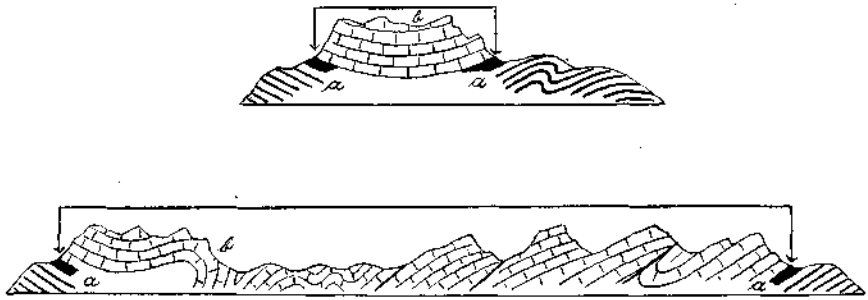

Fig. 6. Die Beweisstellen für die Unterlagerung der Schubmasse *b* durch das basale Gebirge *a* liegen in dem unteren Querschnitt etwa 4 mal so weit auseinander als in dem oberen. Sie sind daher auch hier für die Einheitlichkeit der Aufschiebung der Schubmasse *b* viel weniger überzeugend.

Die Verläßlichkeit der tektonischen Begründung der Bewegungseinheit einer Schubmasse nimmt also unter sonst gleichen Umständen bei einer Verbreiterung derselben in der Bewegungsrichtung ab.

Eine Verlängerung der Schubmasse senkrecht zur Bewegungsrichtung führt keine solche Schwächung in der tektonischen Beweisführung herbei.

Will man also mit der Annahme einer so beträchtlichen Verbreiterung nicht den inneren Wert der Beweisführung für die Einheitlichkeit der Bewegungsmasse der Inntaldecke vermindern, so muß man unbedingt neue Beweise hinzufügen.

Das ist für die vorgeschlagene Verbreiterung der Inntaldecke bisher noch nicht geschehen.

Bei der Ablehnung der von mir, O. Reis, H. Mylius und C. v. Loesch in Betracht gezogenen Ostwestverschiebungen im Wetterstein geht M. Richter, wie ich glaube, unbedingt zu weit.

Ich kann mich jedenfalls einer so einfachen Abfertigung nicht anschließen.

Was zunächst die großen Schubflächen betrifft, welche in der Südwand der Schüsselkar-Dreitorspitze erhalten sind und die ich in den Verhandlungen im Jahre 1912, Seite 206, abgebildet habe, so kann man

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

diese nicht, wie M. Richter meint, mit der Formel abtun, daß derartige Rutschstreifen bei jeder Faltung als Folge der Ausweichbewegung quer zum Druck entstehen.

Diese Schubflächen der Schüsselkarwand haben im Gegenteil mit Faltung gar nichts zu tun.

Sie stellen einen von der Erosion noch verschonten Teil der gewaltigen, fast vertikalen Störungsfläche vor, welche Wettersteinkalk und Muschelkalk im N von der angepreßten Jungschichtenzone im S trennt.

Entlang dieser Grenzfläche haben wirklich starke Verschiebungen im Streichen stattgefunden.

Die Lage der großen Schubfläche der Schlüsselkarwand ist außerdem viel zu stumpfwinklig zu der Schichtung des Wettersteinkalks, als daß sie bei einer Faltung desselben entstanden sein könnte.

M. Richter zeichnet in seinen Profilen (Fig. 1 und 3) übrigens die Sättel an der Südseite des Wettersteins viel zu eng, als daß die schweren mächtigen Massen von Wettersteinkalk und Muschelkalk daran gleichsinnig hätten teilnehmen können.

Die hier vorliegende enge Faltung paßt gut für die dünnschichtigen, weichen Jura- und Kreidegesteine, aber gewiß nicht für die riesigen Kalkmassen der Trias.

Nach meiner Erfahrung sind diese schmalen, dünnleibigen Faltungen und Schuppungen beim Vorschub der Inntaldecke an ihrer Front entstanden.

Man kann sie jedoch bestimmt nicht als die Hangendteile von mächtigen Wettersteinkalkfalten auffassen.

Weiter findet M. Richter auch in den auffallenden Querstörungen am Nordrande der Inntaldecke und am Südrande des Wettersteins keinerlei Beweis für ostwestliche Verschiebungen.

Die Schrägstellung dieser Schollen und ihre Zerspaltung ergibt sich nach ihm zwanglos als Komponente aus dem Nordvorstoß der Inntaldecke und dem starken östlichen Axialgefälle des Wettersteins.

Wenn man die vorliegenden Karten hierüber zu Rate zieht, so erhält man eine wesentlich andere Auskunft.

Das Axialgefälle, das die Mulde des Wettersteins an ihrem Westrande zeigt, kommt für den steil aufgebogenen Südrand wenig oder gar nicht in Betracht.

Die Höhe des Wettersteinkammes bleibt jedenfalls vom Wetterwandeck (2700 *m*) bis zur Leutascher Dreitorspitze (2674 *m*), abgesehen vom Gatterl und den Gipfeleinschartungen, annähernd in derselben Höhenlage.

Der Nordrand der Inntaldecke steigt dagegen vom Issentalköpfl (1922 *m*) bis zur Gehrenspitze (2382 *m*) von W gegen O zu an.

Der Nordrand der Inntaldecke und der Südrand des Wettersteins verlaufen in der hier in Betracht kommenden Strecke zwischen Ehrwald und Leutasch ostwestlich und parallel zueinander.

Es liegt daher für einen Nordschub hier gar kein Grund vor, derartige Schrägstellungen hervorzurufen, wie sie Fig. 7 schematisch wiedergibt.

Diese Schrägstrukturen des Nordrandes der Inntaldecke finden ebenso wie die ostwestlichen Schubflächen am Südrand des Wettersteins ihre einfache Erklärung in den hier vollzogenen streichenden Verschiebungen.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Es sind also hier, wie ja in weiten Gebieten der Nordalpen, neben den vorherrschenden Anzeichen von nordsüdlichen Bewegungen auch solche von streichenden Verschiebungen vorhanden.

Inzwischen ist in der Geologischen Rundschau, Band XXI, 1930, Heft 2, eine Arbeit von K. Leuchs, „Der Bau der Südrandstörung des Wettersteingebirges" erschienen, welche für die vorliegende Streitfrage von Interesse und Bedeutung ist.

K. Leuchs kommt in dieser Arbeit zu folgendem zusammenfassenden Urteil.

„Auf Grund eingehender Untersuchung der Südrandstörung des Wettersteingebirges wird der Nachweis erbracht, daß sie nicht einheitlich, sondern aus hunderten von Einzelverwerfungen in verschiedenen Richtungen zusammengesetzt ist.

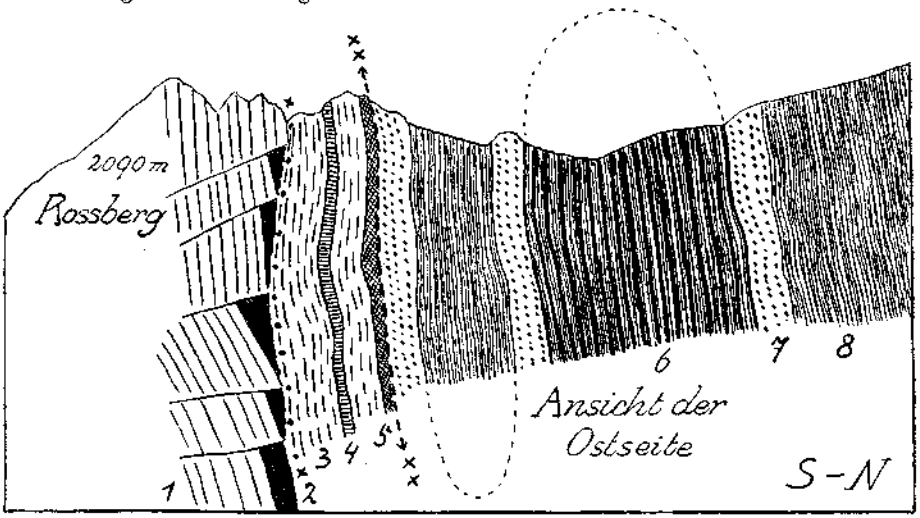

Fig. 7. Profil an der Südseite des Wettersteingebirges. 1 = Wettersteinkalk. 2 = Sandsteine (Raibler Schichten). 3 = Kalke und Mergel (Raibler Schichten). 4 = Fossilreiche Lagen (Raibler Schichten). 5 = Rauhwacken (Raibler Schichten). 6 = Lias-Fleckenmergel. 7 = Hornstein- und Aptychenkalke. 8 = Neokommergel. ×—× = Lokale Verschiebung. ××—×× = Nordgrenze der Inntaldecke.

Diese Verwerfungen mit nahezu horizontalen Rutschstreifen stehen senkrecht, die seltenen Ausnahmen führen zu Überschiebungen geringen Ausmaßes.

Bezeichnend ist die plötzliche oder allmähliche Richtungsänderung der Verwerfungen und ihre Ablösung am Rande durch neue.

Sie beweisen eine Summe von Differentialbewegungen gleichzeitig mit der Gesamtbewegung der Streifenschollen in O—W-Richtung.

Das nötigt erneut zur Ablehnung einer einheitlichen, S—N bewegten Decke."

Diese Untersuchung von K. Leuchs bildet für meine Auffassung eine wertvolle Unterstützung.

Das Wettersteingebirge nimmt in den Nordalpen eine Sonderstellung ein.

Es zeigt an seiner Westseite Überschiebung, an der Südseite deutliche Verschiebungen, dagegen an der Ost- und Nordseite wenig gestörte, sedimentäre Verknüpfung mit seiner Nachbarschaft.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Die Erklärung als Fortsetzung der Inntaldecke nimmt dem Wetterstein seine Sonderstellung.

Deshalb scheint mir noch immer eine Erklärung vorzuziehen, welche eben dieser Sonderstellung soweit als möglich gerecht wird.

Was wir im Umkreis des Wettersteins an Störungen wahrnehmen können, schließt sich nicht zur Umrandung einer freischwimmenden Schubmasse zusammen.

Man kommt mit der Erklärung einer lokalen Hebung und einem Vorstoß gegen W aus.

Auch das Aufbrechen der Ehrwalditgänge findet bei dieser Deutung eine ungezwungene und lokal motivierte Erklärung.

Um die Zerlegung der Inntaldecke in zwei so verschiedenartige Stücke, im S einen Anteil mit vorherrschender Alttrias, im N einen solchen mit Überwiegen von Hauptdolomit und noch jüngeren Schichten zu erklären, macht M. Richter die Annahme, daß zuerst eine weitausgreifende flache Überschiebung stattgefunden habe und später dann Untergrund und Deckmasse gemeinschaftlich in ostwestliche Faltwellen geworfen wurden.

Es ist dies eine in der Schweiz unter dem Namen der sogenannten Einwicklungen schon lange verwendete tektonische Formel, die übrigens auch in den Ostalpen schon vielfach benützt worden ist.

Meines Erachtens führt aber die Anwendung dieser Mechanik auf die Inntaldecke zu keinem befriedigenden Ergebnis.

Zunächst wird durch eine Verfaltung von Untergrund und Hangenddecke etwas vom Wichtigsten, nämlich die höhere Gesamtlage der Inntaldecke gegenüber ihrem Zuschlagsgebiet, gar nicht erklärt.

Während diese tiefere Lage bei meiner alten Erklärung selbstverständlich ist, weil hier im S eben die Inntaldecke auf der Lechtaldecke ruht, im N aber die Lechtaldecke allein vorliegt, muß man bei der Hypothese von M. Richter nicht nur eine Faltung von Untergrund und Decke, sondern noch dazu eine allgemeine Senkung des Nordteiles gegenüber dem Südteil annehmen, wie dies Fig. 8 schematisch darstellt.

Man ist also gezwungen, eine Erscheinung, welche nach der älteren Deutung selbstverständlich ist, nach der neuen durch eine eigene nachfolgende Senkung zu erklären.

Die Verfaltung von Untergrund und Decke hilft da nicht weiter, weil dieselbe ja durchaus nicht das Durchschnittsniveau der Falten zu verstellen braucht.

Ich möchte nun noch zum Schlusse meine tektonische Erklärung des Karwendelgebirges mit der von M. Richter entworfenen Deutung vergleichen.

Ich habe die merkwürdigen Lagerungen am Nordrande der Inntaldecke zwischen Achensee und Porta Claudia als Wirkungen einer Reliefüberschiebung beschrieben.

M. Richter will darin die Wirkungen eines bis zum Zerreißen und Überschieben gesteigerten Deckensattels erkennen.

Meine Erklärung schließt an sich die Möglichkeit, daß auch noch das ganze Karwendelvorgebirge zur Inntaldecke gehört, nicht aus.

Es wäre ja denkbar, daß diese große Überschiebung ein wesentlich älterer Vorgang war und der Zusammenhang zwischen dem Südteil und dem Nordteil der Inntaldecke durch die Erosion zerschnitten wurde.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

In diesem Falle könnte meine Erklärung trotz der Annahme eines viel größeren Umfanges der Inntaldecke für den durch die Erosion selbständig gemachten Südteil ohne weiteres gelten.

Nach meiner Einsicht liegt aber im Karwendel überhaupt kein solcher Deckensattel vor. Die besten Aufschlüsse sind für diese Frage im östlichen Karwendel vorhanden.

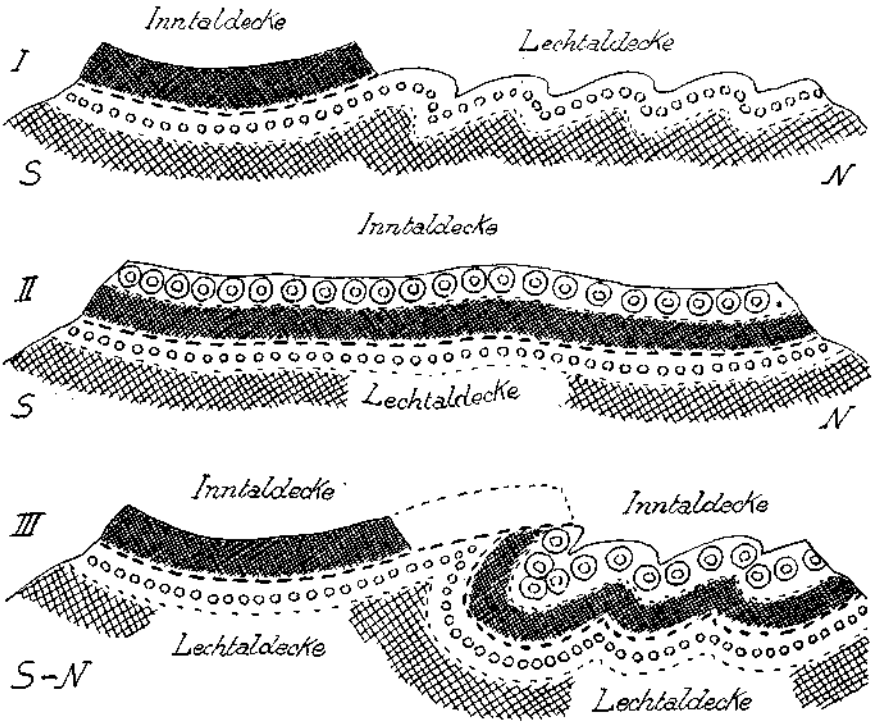

Fig. 8. Inntaldecke = dichtes Gitter = Trias. Doppelringe = Jura + Kreide. Lechtaldecke = offenes Gitter = Trias, Ringe = Jura + Kreide. I = Gliederung nach der alten Auffassung. Das Karwendelhochgebirge besteht aus der Inntaldecke, das Karwendelvorgebirge aus der Lechtaldecke. Die verschiedene Höhenlage ergibt sich zwanglos aus der Auflagerung der Inntaldecke, ebenso auch der verschiedene Schichtenbesitz der zwei Decken. II und III = Die zwei tektonischen Phasen nach der Hypothese von M. Richter. II = weiter Vorschub der Inntaldecke über die Lechtaldecke. III = Auffaltung eines gemeinsamen Deckensattels, Überschiebung des oberen Teiles des Südflügels und eigene Senkung des ganzen nördlichen Gebietes. Durch diese Senkung wurden die jüngeren Schichten der Inntaldecke hier vor der Abtragung bewahrt.

Hier haben wir im Zug Stanserjoch—Sonnenjoch—Gamsjoch einen großzügigen Sattel vor uns, zu dem die viel besprochene Jungschichtenzone die südliche zugehörige Mulde bildet.

Diese Mulde kann daher trotz gelegentlicher kleiner Aufsattelungen nicht einfach als ein durchlaufender Deckensattel aufgefaßt werden. Sie ist ja übrigens auch nach den eigenen Profilen von M. Richter auf S. 40 seiner Arbeit alles eher als eine Sattelregion. Besonders gut ist dies an dem Profil von der Grubenkarspitze zum Gamsjoch (Fig. 9) zu erkennen, wo die jungen Schichten sehr wenig Faltung zeigen und ganz flache Lagerungen einhalten.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

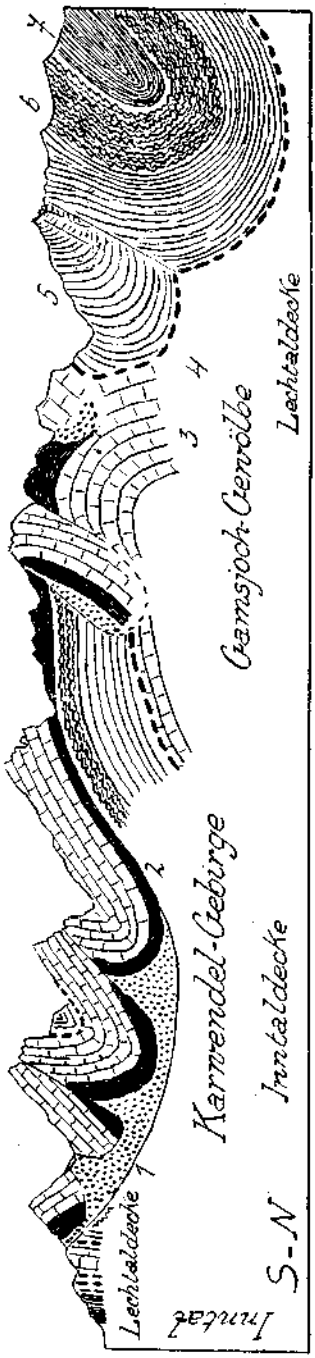

Fig. 9. Querprofil durch das Karwendelgebirge vom Wildangor bei Hall zum Kompar. 1 = Werfener Schichten — Salzgebirge — Rauhwacken. 2 = Reichenhaller Schichten — Muschelkalk. 3 = Wettersteinkalk und Dolomit. 4 = Raibler Schichten. 5 = Hauptdolomit und Plattenkalk. 6 = Lias und oberer Jura. 7 = Neokommergel.

Ich stelle diesen Profilen von M. Richter meine Profile in den Karwendelarbeiten in den Verhandlungen 1902 — Neuaufnahme des Karwendelgebirges, im Jahrbuch 1903, Geologische Beschreibung des nördlichen Teiles des Karwendelgebirges, 1924; Beiträge zur Auflösung der Mechanik der Alpen, 1927; Geologische Erfahrungen beim Bau des Achenseewerkes, 1928; Reliefüberschiebung des Karwendelgebirges, 1928, gegenüber.

Schon der erste von mir im Jahre 1902 in den Verhandlungen veröffentlichte Querschnitt durch das Karwendelgebirge betrifft gerade die auch von M. Richter abgebildete Strecke zwischen Grubenkarspitze und Gamsjoch, welche übrigens am schönsten die große Überschiebung mit ihrer Stirnüberkippung zeigt (Fig. 9).

An dieser Stirnüberkippung ist also wohl kein Zweifel.

Während für mich aber die hier vorliegende Überkippung durch das Relief des Untergrundes beim Vormarsch der Inntaldecke veranlaßt wurde, sieht M. Richter darin einen überkippten Deckensattel.

Meine Erklärung schließt sich eng an den Befund an, daß wir im ganzen Karwendel einen mächtigen, aber tief erodierten Sattel vorliegen haben, welcher sich vom Stanserjoch im O bis zur Porta Claudia und darüber hinaus nach W verfolgen läßt.

Im S und im N von dieser mächtigen Aufsattelung liegt je eine Muldenzone mit jungen Schichten. Im Bereich der Sattelzone sind diese jungen Schichten ganz entfernt und die Einschnitte der Erosion reichen hier stellenweise bis zu dem Muschelkalkkern hinab.

Diese tiefen Furchen, welche in die alte Sattelzone eingeschnitten wurden, sind nun nach meiner Überzeugung die Ursache für die merk-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

würdigen Strukturen, denen wir hier am Nordrande der Inntaldecke begegnen.

Nach der Meinung von M. Richter liegt dagegen ein sehr einseitiger Deckensattel vor, welcher zerrissen wurde, wobei der Südflügel bis zu 8 *km* über den Nordflügel vorgetrieben wurde.

Wie ich schon mehrfach betont habe, kann man die Jungschichtenzone nicht summarisch als Sattelzone bezeichnen.

Sie stellt im großen eher eine Muldenzone oder nur den Südflügel eines Sattels vor, während die eigentliche Sattelzone selbst erst weiter nördlich folgt.

An dieser Auffassung vermögen auch die da und dort vorhandenen sekundären Sattelbildungen der obersten Schichten nicht zu rütteln.

Die Jungschichtenzone ist im östlichen Karwendel im Bereich von Sonnenjoch—Stanserjoch als der unmittelbare Südflügel des großen Wettersteinkalkgewölbes sehr schön erschlossen.

Hier zeigt es sich auch, daß die überkippten Schollen am Nordrand der Inntaldecke nicht, wie M. Richter meint, kopfüber in die Tiefe tauchen, sondern nur in den Furchen eines alten Reliefs stecken.

Es hebt sich nämlich östlich vom Engtal die Jungschichtenzone kräftig empor, die jüngsten Anteile sind von der Erosion entfernt und wir sehen nun die tieferen Anteile ohne die Zwischenschaltung der überkippten Alttrias sich an das Gewölbe von Wettersteinkalk anschließen.

Die prachtvollen Aufschlüsse im Hintergrund von Engtal, Falzthurntal, Stallental lassen da keinen Zweifel bestehen.

Die überkippten Schollen am Nordrand der Inntaldecke tauchen nicht in größere Tiefen unter, sondern stecken lediglich in alten Erosionsfurchen.

Für das Studium dieses alten Reliefs gibt es kaum ein schöneres Gebiet als das östliche Karwendel.

Hier habe ich auch im Jahre 1924 das Wesen der Reliefüberschiebung erkannt und seither an vielen Stellen der Alpen weitere Beispiele entdeckt. Im Bereiche des östlichen Karwendels haben die Furchen des alten Reliefs vielfach ein ziemlich steiles Gefälle.

Deshalb finden sich hier eine Reihe von Stellen, wo man die frei und hocherhobenen alten Furchen sehen kann, welche zumeist mit Schichtenmaterial aus Untertrias ausgestopft sind. Ich habe den Typus dieser Einlagerungen schon mehrfach beschrieben, so daß ich hier nur darauf zu verweisen brauche.

Die Überlegenheit dieser Erklärung gegenüber der rein tektonischen Deutung, welche nur mit Faltung, Auswalzung, Verwerfung, Überschiebung . . . arbeitet, liegt in der Verbindung der Wirkungen von Erosion und Tektonik.

Damit vergrößert sich einmal der Erklärungsbereich außerordentlich und es werden auch Bauformen verständlich, die mit den Hilfsmitteln der reinen Tektonik entweder überhaupt unzugänglich bleiben oder nur auf sehr komplizierten Wegen erklärbar sind.

Auch bezüglich der Ostfortsetzung der Inntaldecke aus dem Bereiche des Karwendels über das Inntal ins Kaisergebirge stehe ich mit M. Richter nicht in Zusammenklang.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

M. Richter glaubt, daß das Wettersteinkalkgewölbe des Unutz—Guffert—Pendlingzuges sich bei Kufstein über den Inn ins Plateau des Zahmen Kaisers fortsetze.

Ich habe schon im Jahre 1925 gegenüber K. Leuchs in den Verhandlungen festgehalten, daß diese Verbindung tektonisch unrichtig ist.

Zwischen dem Pendlingzug und dem Kaisergebirge liegt einerseits trennend die tiefe Unterinntaler Tertiärmulde, anderseits bildet eine Reihe von Wettersteinkalkschollen die wirkliche Fortsetzung gegen O, welche durch den Vorstoß der Kaisergebirgsdecke verschoben und niedergedrückt worden sind. Die allseitig frei schwebende Schubmasse des Kaisergebirges ist unbedingt die Ostfortsetzung der Inntaldecke.

Gehen wir vom Kaisergebirge noch weiter gegen O, so stoßen wir auf die prächtigen freischwebenden Schubmassen von Reiteralm—Lattengebirge und Untersberg.

Ich habe mich in den letzten Jahren gelegentlich der Aufnahmsarbeiten von Blatt „Lofer-St-Johann" eingehend mit diesen Schubmassen beschäftigt.

Dabei hat sich ergeben, daß die Berchtesgadener Decke nicht die unmittelbare östliche Fortsetzung der Kaisergebirgsdecke ist, sondern beide wahrscheinlich schon zur Zeit ihres Vormarsches getrennte und selbständige Bewegungsmassen waren.

In diesem Sinne bedeutet die Kaisergebirgsdecke also das Ostende der Inntaldecke.

Die Berchtesgadener Decke steht aber der Inntaldecke in ihrem tektonischen Range gleich, das heißt, sie ist vom Südrand der Kalkalpen an gerechnet die erste, große freischwebende Schubmasse. Dagegen hat zwischen Inntaldecke und der Berchtesgadener Decke das Schichtenmaterial entscheidend gewechselt.

Während für die Inntaldecke die Schichtenfolge Untertrias bis Hauptdolomit leitend bleibt, gewinnt in der Berchtesgadener Decke zum erstenmal der Dachsteinkalk die Vorherrschaft. Als neues Bauelement tritt dann unter der Berchtesgadener Decke auch noch die ganz in Schollen aufgelöste Hallstätter Decke dazu. Man könnnte auch daran denken, die Hallstätter Decke für eine Ostfortsetzung der Inntaldecke zu nehmen, mit dem Hinweis, daß tatsächlich z. B. am Südrand des Karwendels bei Innsbruck echte Schreyeralmkalke mit reicher Ammonitenführung entwickelt sind.

Was aber auch diese Gleichsetzung sehr erschwert, ist die ungemein verschiedenartige tektonische Rolle der beiden Schubmassen.

Die Inntaldecke tritt bis zu ihrem Ostende am Abbruch des Kaisergebirges mit großen, geschlossenen Massen auf, wogegen die Hallstätter Decke hin und hin in eine Saat von Schollen und Trümmern aufgelöst erscheint.

Ich hielt früher diese hochgradige Auflösung der Hallstätter Decke für ein Ergebnis der Auswalzung und Zerreißung durch die darüber vorgehenden höheren Schubmassen.

Man kommt bei dieser Deutung aber zu so wahnsinnigen Auswalzbeträgen, daß ich diese Hypothese aufgegeben habe.

Man müßte von dieser Decke weit mehr auf Rechnung von Auswalzung setzen, als davon noch an Masse übrig ist.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Da erscheint es doch weit wahrscheinlicher anzunehmen, daß die Hallstätter Decke eine ältere Schubmasse vorstellt, welche schon von der Erosion ganz zerstückelt war, als die Berchtesgadener Schubmasse darüber vorging. Diese Rolle der Hallstätter Decke entspricht aber im allgemeinen gewiß nicht jener der Inntaldecke. Vergleichbar wäre da überhaupt nur das Westende der Inntaldecke, wo dieselbe unter der Krabachjochdecke zwar nicht ausgewalzt, aber sehr scharf abgeschrägt erscheint.

Ihrer Gesteinswelt nach erreicht die Inntaldecke also mit dem Kaisergebirge ihr Ostende.

Ihrer tektonischen Funktion nach tritt aber die Berchtesgadener Decke weiter im O an ihre Stelle als große, freischwebende und geschlossene Schubmasse am Südrande der nördlichen Kalkalpen.

Die Verbreiterung der Inntaldecke im Sinne von M. Richter führt also auch zwischen Inn und Salzach zu denselben Schwierigkeiten wie zwischen Loisach und Inn.

Auch hier sind die Kaisergebirgsdecke und die Berchtesgadener Decke als prächtige, freischwebende Schubmassen scharf von ihrem nördlichen Vorland getrennt.

Die Trennung ist hier sogar besonders klar ausgesprochen durch die Einschaltung der tiefen Unterinntaler und Reichenhaller Tertiärmulden.

Ein Zusammenziehen der Inntaldecke mit ihrem nördlichen Vorland kann also auch zwischen Inn und Salzach bestimmt nicht den naturgegebenen Verhältnissen entsprechen.

M. Richter dehnt seine tektonischen Vergleiche auch noch weiter westlich aus und kommt dabei zu dem Schluß, daß der Inntaldecke im W die Lunzer Decke im O gleichzustellen sei.

Auch dieser tektonischen Gleichung kann ich nach meinen eigenen Aufnahmsarbeiten im Bereiche der Lunzer Decke nicht zustimmen.

In der Geologischen Rundschau (Heft 1 von 1928) ist eine Arbeit von E. Spengler über die Länge und Schubweite der Decken in den nördlichen Kalkalpen erschienen, welche sich eingehend mit der Frage der Parallelisierung der einzelnen getrennten Schubmassen beschäftigt.

Leider hat M. Richter diese auf gründlichen Kenntnissen aufgebaute Arbeit nicht entsprechend berücksichtigt, was ihm manchen Fehlgriff erspart hätte.

Für die Schubmasse des Zuges Unutz—Pendling—Hochstauffen—Höllengebirge hat Spengler den Namen „Stauffen-Höllengebirgsdecke" vorgeschlagen.

„Die primären Enden dieser Decke sind im W Unutz—Pendling, im O der Krestenberg. Es hat also keinen Sinn nach einer westlichen oder östlichen Fortsetzung dieser Decke zu suchen."

Daher kann die unnötig neu getaufte „Stauffenteildecke" auch kein höherer Teil der Inntaldecke sein.

„Die Stauffen-Höllengebirgsdecke entspricht dem südlichen Teil der Lunzer Decke östlich der Enns und ist also eine obere Teildecke der Lechtal-Lunzdecke."

„Es gibt endlich nur eine einzige Decke der nördlichen Kalkalpen, für welche es wahrscheinlich ist, daß sie sich durch die ganze Länge der Nordalpen verfolgen läßt: die Lechtaldecke."

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Diese Aussagen Spenglers decken sich im wesentlichen auch mit meinen eigenen Erfahrungen und sie sind für eine Weiterarbeit verwendbar.

Bezüglich der Inntaldecke ergeben sich etwa folgende Vergleichsmöglichkeiten, die ich auch nur als Möglichkeiten festhalten und weiterprüfen möchte.

Die Inntaldecke ist eine freischwebende Schubmasse am Südrand der Kalkalpen.

Daher kann ihr die an ihrem ganzen Südrand tief eingeschuppte und überwältigte Lunzer Decke tektonisch auf keinen Fall entsprechen.

Als Vergleich käme auch da im O wohl nur die höchst liegende, große und freischwebende Schubmasse, also die hochalpine Decke Kobers in Betracht.

Wie ich schon 1918 in der Arbeit über die exotischen Gerölle und die Tektonik niederösterreichischer Gosauablagerungen in den Denkschriften der Akademie der Wissenschaften nachweisen konnte, wird diese hochalpine Decke am Ostende der Alpen im Bereiche von Schneeberg—Rax—Schneealpe auch noch von spärlichen Resten einer noch höheren Schubmasse überlagert. Diese könnte der Krabachjochdecke entsprechen.

Die Altersbewertung von Schubmassen und die Parallelisierung von räumlich getrennten Schubmassen sind Probleme, welche sich wesentlich von der Altersbewertung und Parallelisierung von getrennten Schichtenfolgen unterscheiden.

Zunächst ist der tektonische und der stratigraphische Zeitbegriff und Zeitwert ein grundverschiedener.

Die tektonischen Ereignisse, im weitesten Sinne des Wortes genommen, können sich in sehr kurzen, aber auch in langen Zeiträumen abspielen.

Die Wirkungen von Erdbebenstößen, von Hebungen und Senkungen, von Bergstürzen . . . vollziehen sich häufig in ganz kurzen Zeiten, wogegen es wieder Landbewegungen gibt, welche sich nachweislich durch lange Zeiten hinziehen. Freilich wissen wir auch in diesen Fällen meistens nicht, ob es sich wirklich um stetige Bewegungen handelt oder ob es nicht doch vielleicht nur lange Reihen von jeweils kurzen, aber kleinen Verschiebungen mit vielen ruhigen Zwischenpausen sind.

Die tektonischen Ereignisse sind jedenfalls in vielen Fällen zeitlich scharf begrenzt und für sich abgeschlossen.

Die stratigraphische Zeitrechnung hat es im allgemeinen mit sehr viel längeren Zeiträumen und weniger scharfen Grenzen zu tun.

Die stratigraphischen Zeitmessungen und Zeitvergleiche sind im wesentlichen auf die Mitwirkung der Lebewesen angewiesen.

Wenn wir z. B. zwei Schichtenfolgen in Amerika und Europa als geologisch gleichaltrig bezeichnen, so heißt das nur, daß sich in denselben eine Anzahl von sehr ähnlichen Resten von Lebeformen eingeschlossen finden.

Das sagt an sich noch lange nichts über eine wirkliche Zeitgleichung aus.

Um zu einem Zeitvergleich zu gelangen, muß man noch die Annahme machen, daß die gleichgestalteten Pflanzen- und Tierformen aus

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

einem ursprünglich kleinen Lebensbereich stammen und sich von dort aus durch Vermehrung und Wanderung allmählich über einen großen Teil der Erde verbreitet haben.

Macht man aber z. B. die Annahme, daß die Schaffung neuer Lebeformen nicht jeweils von einer Stelle ausgegangen ist, sondern immer von mehreren unabhängigen Bereichen, so verliert man jeden Anhalt zur Parallelisierung weit entfernter Ablagerungen.

Nun hat die erstere zum Aufbau von Paläontologie und Stratigraphie verwendete Grundannahme sehr viel Wahrscheinlichkeit für sich.

Während es aber bei getrennten Schöpfungsreihen wirklich möglich wäre, daß zwei ähnliche Lebeformen in verschiedenen Kontinenten tatsächlich gleichzeitig erscheinen könnten, ist dies bei einheitlicher Schöpfungsreihe überhaupt unmöglich, weil ja die meisten Lebensformen lange Zeiten brauchen, um sich weithin über die Erde ausbreiten zu können.

Es erfordert also schon das Ausbreiten an sich meist große Zeiträume.

Außerdem ist die Ausstrahlung einer Pflanzen- oder Tierform von einem einheitlichen Entstehungszentrum aus nach den verschiedenen Richtungen hin außerordentlich verschieden geschwind, vielfach sogar unmöglich.

Man braucht nur an die heutige Verbreitung von Pflanzen und Tieren zu denken, um das große Ausmaß dieser Unregelmäßigkeiten zu begreifen und zu würdigen.

Aus diesen Überlegungen geht mit Sicherheit hervor, daß die stratigraphische Zeitvergleichung von weit getrennten Schichten in den meisten Fällen nur innerhalb von sehr weiten Fehlergrenzen anwendbar ist.

Es geht aber auch weiter daraus hervor, daß die Zeitvergleichung an sich immer unsicherer wird, zu je kleineren stratigraphischen Einheiten man herabsteigt.

Die Ausbreitungszeit bleibt mit allen ihren Unregelmäßigkeiten und Lücken für kleinere Änderungen der Lebewelt ungefähr dieselbe wie für große.

Die Ausbreitungszeit kann nun gegenüber von kleinen Änderungen schon so groß werden, daß sie bereits die Lebensdauer einer solchen Änderung übersteigt.

Das ist bei großen Änderungen der Lebewelt weit unwahrscheinlicher.

In einem solchen Fall hat dann der Zeitvergleich von weit entfernten kleinen, stratigraphischen Abteilungen überhaupt seine Berechtigung verloren.

Der Unterschied zwischen tektonischem und stratigraphischem Zeitvergleich ist also ein sehr tiefgreifender.

Tektonische Ereignisse können sich sehr rasch vollziehen und innerhalb einer geschlossenen Bewegungsform wirklich ziemlich gleichzeitig sein. Ein Zeitvergleich zwischen verschiedenen getrennten Faltungen, Überschiebungen, Verwerfungen ist jedoch auf rein tektonischem Wege wenigstens derzeit nicht möglich.

Es ist aber nicht ausgeschlossen, daß es der weiteren geophysikalischen Forschung noch gelingt, das Alter von gefalteten Schichten

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

oder von Mylonitzonen an Überschiebungen oder Verwerfungen festzustellen. Ein Faltenstück, ein Mylonit von triadischem oder tertiärem Bildungsalter wird sich vielleicht in seiner Struktur unterscheiden lassen.

Wenn man aber mit den heutigen Mitteln zwischen getrennten Gebirgen Zeitvergleiche von tektonischen Ereignissen anstellen will, so kann man das nur im Sinne von H. Stille wieder mit Anlehnung an die stratigraphische Zeitrechnung versuchen.

Man darf dabei aber nicht vergessen, daß man die Unsicherheit der stratigraphischen Zeitrechnung durch das Einschalten von tektonischen Ereignissen durchaus nicht etwa verkleinern kann.

Es tritt im Gegenteil noch eine weitere, recht schwer abgrenzbare Unsicherheit dazu. Diese besteht darin, daß es vielfach sehr schwierig, wenn nicht unmöglich ist, eine Faltung, eine Überschiebung, eine Verwerfung genauer mit der Stratigraphie in Verbindung zu bringen. Man kann meistens auch in gut erschlossenen und durchforschten Gebieten, wie z. B. in den Alpen, den Beginn und das Ende einer Faltung nicht mit bestimmten stratigraphischen Angaben verbinden.

Meist bleibt auch da wieder ein ziemlicher zeitlicher Spielraum offen.

Diese naturgegebene Unsicherheit der Einordnung der Tektonik in die benachbarte Stratigraphie tritt bei einem Vergleich der tektonischen Ereignisse in entfernten Gebirgen noch zur stratigraphischen Zeitunsicherheit vermehrend und störend hinzu.

Welche Schwierigkeiten hier vorliegen, zeigt am besten die Geschichte der Überfaltungslehre in den Alpen.

Noch vor 20 Jahren galt die Einheitlichkeit der Überfaltung der Alpen und ihr jungtertiäres Alter wenigstens in den Westalpen als ein Dogma. Heute ist diese Einheitlichkeit von Argand-Jenny-Staub u. a. längst schon in eine Reihe von tektonischen Schicksalen aufgelöst, die vom Paläozoikum bis zum Diluvium reichen.

Ich selbst habe in den Nordalpen übrigens keine einzige stratigraphisch streng begrenzbare Faltung, Überschiebung oder Verwerfung kennen gelernt.

Diese Unsicherheit prägt sich hier z. B. auch in den vielverwendeten Ausdrücken „vorgosauisch, nachgosauisch" aus.

Gewiß ist diese Unbestimmtheit nicht befriedigend, aber nach meiner Einsicht dennoch jeder Scheinsicherheit vorzuziehen.

Die Aussichten, die einzelnen Schubmassen der Nordalpen in bezug auf das Zeitmaß ihrer Bewegungen mit Hilfe der Stratigraphie genauer einzuteilen, sind also sehr gering.

Für die Inntaldecke kommen etwa folgende Angaben in Betracht.

Die Inntaldecke (im alten Sinne) besteht selbst aus Gesteinen vom Buntsandstein bis zur Gosau des Muttekopfs.

Als Schubmasse übergreift sie im W die wahrscheinlich cenomanen Kreideschiefer, staut im N noch die Gosaumulde von Holzgau und übergreift östlich vom Achensee die Gosau des Sonnwendgebirges.

Die Kaisergebirgsdecke übergreift dann sogar noch die Angerbergschichten (Aquitanien) der Unterinntaler Tertiärmulde.

Aus diesen Befunden ist also nur zu schließen, daß der Aufschub im W jünger als Cenoman, im O jünger als Oberoligozän ist.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Da aber die Kaisergebirgsdecke vollständig von der geschlossenen Masse der Inntaldecke abgetrennt ist, braucht die tertiäre Verschiebung für die Hauptmasse nicht zu gelten.

Sie braucht weiter auch für die Kaisergebirgsdecke nicht für den ersten Einschub, sondern nur für den letzten Vorstoß zu gelten.

Jedenfalls ist die Unterlage, auf welche die Inntaldecke zwischen Flexenpaß und Kaisergebirge aufgeschoben wurde, durchaus nicht etwa eine Schichtenfläche, sondern vielmehr ein Relief gewesen, was hier auch noch die Bestimmung der Einschubszeit erschwert.

Nachdem also mit der stratigraphischen Zeitmessung für unsere Schubmassen nur unverläßliche und weite Grenzen zu erhalten sind, eine direkte Verfolgung der einzelnen Schubmassen vielfach aussichtslos bleibt, weil sie eben nicht durchziehen oder von der Erosion zerstückelt sind, so kann man eine Parallelisierung derselben noch auf Grund ihres tektonischen Ranges versuchen.

Ich verstehe unter tektonischem Rang die Stellung einer Schubmasse zu den unter und ober ihr befindlichen benachbarten Schubmassen.

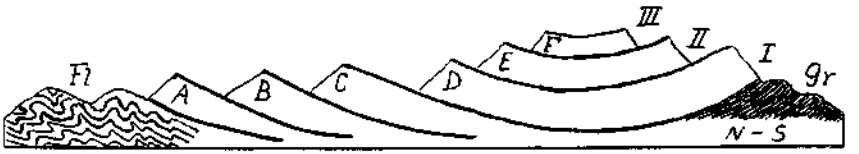

Fig. 10. Querschnittschema der Schubmassen der nördlichen Kalkalpen. *Gr* = Grauwackenzone. *Fl* = Flyschzone. *A—B—C—D—E—F* = Rangstufen der Schubmassen, gerechnet von der Flyschbasis. I—II—III = Rangstufen der Schubmassen, gerechnet von der Grauwackenbasis. A—B—C sind nur Abspaltungen von D.

Um nun auf Grund des tektonischen Ranges zwei entfernte Schubmassen miteinander vergleichen zu können, muß man eine gemeinsame Basis derselben besitzen.

Eine solche Basis findet sich für den Bereich der Nordalpen einerseits an ihrer Süd-, anderseits an ihrer Nordseite.

Im einen Fall bildet die Grauwackenzone, im anderen die Flyschzone eine solche Basis gegenüber den darauf lagernden Schubmassen.

Je nachdem man nun in einem Querschnitt die Zählung der übereinanderliegenden Schubmassen von S oder von N her beginnt, kommt man zu einem verschiedenen Ergebnis.

Das heißt in anderen Worten, die Schubmassen der nördlichen Kalkalpen sind nicht symmetrisch gebaut und ziehen teilweise nicht von S nach N durch.

Bei der Auszählung von S her erhält man stets weniger als bei der Zählung von N her. (Fig. 10.)

Es hat dies seinen Grund darin, daß offenbar die größeren Schubmassen infolge der Reibung sich am Nordrande zerspalteten und schuppenförmig übereinander lagerten.

Bei dieser Mechanik ist es sofort klar, daß die Zählung der Schubmassen vom Nordrand aus nicht nur wesentlich mehr Schubkörper, sondern auch an verschiedenen Stellen eine unregelmäßige Zahl ergeben muß.

Es kommt dabei ja eigentlich erst die ganze Lokaltektonik der Kalkalpen zum Ausdruck.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Die Zählung vom Südrande her hat daher den Vorteil der viel rascheren Übersicht und der wesentlich leichteren Prüfung.

Beide Basiszonen, die Flyschzone im N und die Grauwackenzone im S besitzen nach unserer heutigen Einsicht für sich selbst wieder einen komplizierten Schuppenbau.

Dieser Schuppenbau bleibt aber von demjenigen der Kalkalpen insofern getrennt, als weder Gesteine der Flyschzone, noch auch solche der Grauwackenzone als Bauelemente im Innern der Kalkalpen erscheinen.

Es findet also im allgemeinen ein vollkommener Abschluß der Kalkalpentektonik gegen die nördliche und südliche Basis statt.

In diesem Sinne kann man daher auch beide Zonen für einen relativen Rangvergleich der kalkalpinen Schubmassen in Betracht ziehen.

Ihre Funktion ist dabei aber eine recht verschiedene.

Die Flyschzone ist von den kalkalpinen Schubmassen abgeschürft und teilweise überfahren worden, die Grauwackenzone ist wenigstens z. T. selbst ein Begleiter der untersten kalkalpinen Schubmasse.

Man kann daher die Nordbasis der Kalkalpen nicht etwa mit ihrer Südbasis verbinden.

Auch aus diesem Grunde kann die Zählung vom Nordrande oder vom Südrande aus nie dasselbe Ergebnis bringen.

Die Rangstellung der Inntaldecke ist klar gegeben.

Unter ihr liegt die Lechtaldecke, welche durch Buntsandstein und Verrukano mit Grauwacken und Kristallin verbunden ist.

Die zuerst von den Schweizern im Rätikon als Karbon beschriebenen Phyllite und Tonschiefer setzen sich nach meinen Erfahrungen am ganzen Südrande der Lechtaler Alpen bis über Landeck hinaus fort und stellen hier zwischen dem Kristallin von Silvretta- und Ferwallgruppe und der Alttrias eine Vertretung der Grauwackenzone vor.

Die Inntaldecke ist also, vom Südrande der Kalkalpen aus gezählt, die zweite Schubmasse, und zwar die erste, allseitig freischwebende.

Zwischen der Lechtaldecke und der Inntaldecke schaltet sich im W die Zone der Tauchdeckenkerne ein, welche man aber kaum als eigene Decke, sondern wohl nur als Abschürfung und Einrollung von Hangendteilen der Lechtaldecke bezeichnen kann.

Weiter im O ist mir keine ähnlich gebaute Zone mehr begegnet.

Auf der Inntaldecke liegt dann die ebenfalls nur im W in größeren Schollen bekannte Krabachjochdecke.

Am Ostrande der Nordalpen entspricht, wie ich schon erwähnte, dem tektonischen Rang der Inntaldecke bei der Zählung von der Südseite aus die hochalpine Decke von Kober.

Sie ist im N der voralpinen Decke aufgeschoben und trägt selbst noch Reste einer höheren Decke.

Für eine tektonische Gleichstellung der Inntaldecke mit der hochalpinen Decke spricht auch noch folgender Umstand.

Die Gipfelkalke von Schneeberg und Rax habe ich noch im Jahre 1918 in der Arbeit über die exotischen Gerölle und die Tektonik der niederösterreichischen Gosauablagerungen in den Denkschriften der Akademie der Wissenschaften im Anschluß an A. Bittner den Dachsteinkalken gleichgestellt.

Diese Gleichung möchte ich heute nicht mehr aufrecht halten.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Es scheint mir vielmehr die Ansicht von G. Geyer, daß die Kalke etwa ins Niveau des Wettersteinkalks gehören, die zutreffendere zu sein.

Schon vor Jahren hat sich übrigens Prof. Dr. J. Pia mir gegenüber auf Grund seiner Diploporenfunde entschieden für ein höheres Alter der Schneebergkalke ausgesprochen.

Mit dieser Altersverschiebung der Schneeberg-Rax-Kalke ist der Vergleichswert von Inntaldecke und hochalpiner Decke gestiegen.

Richtigstellungen.

Die Arbeit von M. Richter enthält eine Reihe von Unrichtigkeiten, welche ich hier kurz aufklären will, damit sie nicht in der geologischen Literatur zum Schaden von Autor und Leser weiterwandern.

Seite 2. „Die Lechtaldecke ist nichts weiter als der abgespaltene südliche, auf den nördlichen Teil weggeglittene Hauptteil der Allgäudecke", muß natürlich umgekehrt lauten, weil die Lechtaldecke die an sich viel größere Masse vorstellt und die schöpferische Bewegung von S gegen N zu erfolgt ist.

Also ist die Allgäudecke eine Stirnabspaltung der Lechtaldecke und nicht umgekehrt.

Seite 10. Das Ergebnis, daß die Allgäudecke nicht bis in den Rätikon reicht, wurde bereits von J. Gubler auf seiner Strukturkarte des zentralen Vorarlbergs 1928 festgestellt.

Die Zerteilung von Allgäu- und Lechtaldecke reicht nicht bis zu dem Nordrand des Rätikons, weil sie nicht sehr weit gegen S greift, sondern weil hier alle Teildecken von SO gegen NW zu bewegt wurden und jeweils die südlichere die benachbarte nördlichere überholte.

Seite 11—12. „Scesaplanamulde und Lechtaler Deckenmulde haben tektonisch nichts miteinander zu tun." Das kann man nicht behaupten. Ich habe mich schon vor vielen Jahren überzeugt, daß hier im Rätikon und im obersten Lechtal dieselbe Schichtserie bis zur Oberkreide entwickelt ist.

Charakterisiert wird die Kreidemulde der Lechtaler Alpen von Landeck bis zum Spullersee als das südlichste große Muldenelement der Lechtaldecke.

Dasselbe gilt auch für die Kreidemulde des Rätikons von Braz bis zur Scesaplana. Diese Frage ist übrigens ebenfalls durch die Aufnahmen von J. Gubler erledigt worden.

Seite 14. Die älteren Schichten tauchen östlich von Lech nicht sehr rasch unter, sondern sie werden an der Schubbahn der Lechtaldecke nacheinander abgeschert, wie ich auch in der Arbeit über das oberste Lechtal in unserem Jahrbuch 1930 genauer angegeben habe.

Seite 14. Es ist M. Richter zuzustimmen, daß auf der tektonischen Karte von J. Gubler auch schon die Schuppen X—XII (Wandfluhschuppe, Hängender Stein, Trümpyschuppe) zur Lechtaldecke gehören.

Seite 15. M. Richter hält es für sicher, daß die Wandfluhschuppe die direkte Fortsetzung des Allgäuer Hauptkammes ist.

Das ist nicht ganz richtig.

Der Allgäuer Hauptkamm besteht an seinem Westende aus drei Teilschuppen.

Von diesen enden die zwei nördlichen bereits südlich und südwestlich von Lechleiten. Nur die oberste greift weiter westlich vor.

Seite 17. Die Hasenfluh ist nicht in die Kreide der großen Lechtalmulde eingewickelt. Eine genauere Darstellung ihres Baues ist im Jahrbuch 1930 in der Arbeit über das oberste Lechtal enthalten.

Seite 25. Die Burkopfschuppe ist durchaus nicht der Scholle der „Wösterspitze" analog.

Die Fortsetzung der Wösterspitzenscholle zieht über die Lärchspitze zum Gipfel der Pimigspitze, während die Burkopfschuppe tief darunter am Nordfuß der Pimigspitze liegt.

Außerdem zeigt die Burkopfscholle an ihrem Westende eine geschlossene, gegen W gerichtete Faltenstirne.

Sie ist also in dieser Richtung tektonisch eingesäumt und kann hier keine Fortsetzung haben.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Seite 34. Den Vorschlag von M. Richter, die Grenze der Inntaldecke im Madauer Tal an die Nordseite der Saxerspitze zu verlegen, halte ich für durchaus überlegenswert.

Seite 37. „Der Deckensattel des Puitentals ist also gleichmäßig gebaut."

Ich habe in dieser Arbeit neuerlich Beweise vorgelegt, daß dies nicht der Fall ist. Es liegt hier im Grundbau gar kein Sattel vor, sondern es handelt sich nur um eine oberste, zusammengestaute Zone vor der Stirne der Inntaldecke.

Seite 40. „So läßt sich der Puitental-Deckensattel von Ehrwald bis Schwaz verfolgen. Er ist vielleicht der wichtigste Deckensattel der Kalkalpen zwischen Rhein und Inn."

Ich kann nur wiederholen, daß man die Jungschichtenzone zwischen Ehrwald und Schwaz unmöglich summarisch als Deckensattel beschreiben kann. Größtenteils ist sie überhaupt kein Sattel und sonst nur Südflügel eines Sattels.

Seite 41. „*Der Puitental-Deckensattel entspricht einem Spezialsattel innerhalb der Holzgau-Lermooser Mulde.*" Die Jungschichtenzone von Ehrwald setzt sich ungestört in die Mulde von Lermoos-Holzgau fort. Ein Spezialsattel ist mir in der Mulde westlich von Lermoos nicht bekannt. Weiter westlich ist der Muldenkern an der Bleispitze klein zerknittert, aber nicht aufgesattelt.

Seite 50—51. „Der Unnutzsattel läuft über den Pendling in den Zahmen Kaiser, von dem ab der Sattel auf die nördlich vorliegende Mulde (Fortsetzung der Karwendelmulde) aufgeschoben ist. Aus dieser Überschiebung geht nach O die Stauffenteildecke hervor."

Der Unnutzsattel läuft zwar zum Pendling, aber durchaus nicht zum Zahmen Kaiser. Seit 1921 bekämpfe ich diese irrige Meinung, die immer wiederkehrt.

Der Pendlingsattel setzt sich an der Nordseite der Unterinntaler Tertiärbucht gegen O zu fort. Die Schubmasse des Zahmen Kaisers aber liegt auf der Südseite der Unterinntaler Tertiärbucht und ist sogar noch auf diese überschoben. Die nördlich vorliegende Mulde ist nicht die Fortsetzung der Karwendelkreidemulde, sondern die Unterinntaler Tertiärmulde.

Zwischen der Schubmasse des Kaisergebirges und der Stauffenteildecke besteht gar kein engerer Zusammenhang.

Seite 54. „Fest steht jedenfalls die Gleichsetzung Inntaldecke—Lunzerdecke."

Diese Gleichsetzung ist im Gegenteil sehr unwahrscheinlich.

Wir halten die tektonische Gleichsetzung der Inntaldecke (in der alten Fassung) mit der hochalpinen Decke von Kober für wahrscheinlicher.

Der Krabachjochdecke entsprechen im O die Reste der Schubmassen, die noch auf der hochalpinen Decke lagern.

Seite 57. „Ich glaube nicht, daß viel Zeit liegt zwischen der Deckenüberschiebung und der Deckenfaltung. Wir haben noch keinen sicheren Anhaltspunkt dafür, daß sich zwischen den beiden Vorgängen eine Erosionsperiode einschiebt.

Ich möchte annehmen, daß sich der Vorgang der Deckenfaltung unmittelbar an den der Deckenüberschiebung anschließt."

Diese zeitlich enge Verbindung von flachen, weit ausgreifenden Überschiebungen und enggespannten Auffaltungen ist sehr unwahrscheinlich.

Beide Vorgänge stellen eine so verschiedenartige Methode der Raumverkürzung dar, daß sie gewiß nicht unmittelbar zusammenhängen. Durch einen bescheidenen, weiteren Vorstoß der großen Schubmasse hätte ja dasselbe viel leichter erreicht werden können.

Seite 57. „Daß eine Gliederung in Deckensattel und Deckenmulden sich in ausgezeichneter Weise anwenden läßt, glaube ich genügend gezeigt zu haben.

Es ist sogar die einzig mögliche Gliederung, denn sie ist der Schlüssel zur Tektonik."

Die nachträgliche Faltung von Untergrund und auflagernden Schubmassen spielt gewiß in den nördlichen Kalkalpen wie auch sonst eine wichtige Rolle.

In sehr vielen Fällen hat aber die Erosion bereits vor den ersten Überschiebungen, aber auch noch vor den späteren Überschiebungen tief zerschneidend eingegriffen und damit der Kerbwirkung und der Reliefüberschiebung einen entscheidenden Einfluß ermöglicht. Das scheint mir ein besserer Schlüssel für die Auflösung der Tektonik der nördlichen Kalkalpen zu sein.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt

Jahr/Year: 1931

Band/Volume: 81

Autor(en)/Author(s): Ampferer Otto

Artikel/Article: Zur neuen Umgrenzung der Inntaldecke 25-48