

Über die tektonische Selbständigkeit der Inntaldecke

VON OTTO AMPFERER, Innsbruck

Mit 8 Zeichnungen

In einer kleinen Arbeit in den Sitzungsberichten 1943 der Bayerischen Akademie der Wissenschaften in München hat sich Professor Dr. KARL BEURLEN mit dem Problem der „Inntaldecke“ beschäftigt, was für mich der Anlaß zu der folgenden Untersuchung ist.

Zunächst halte ich mit Freude fest, daß BEURLEN meine alten Aufnahmräume wieder besucht hat und in denselben tektonischen Fragestellungen nachgegangen ist, für welche ich auch heute noch Interesse bewahrt habe.

BEURLEN hat seine Aufmerksamkeit vor allem darauf gerichtet, ob die Inntaldecke wirklich eine allseitig freischwebende Decke vorstelle oder doch nur als eine obere Schuppe der Lechtaldecke aufzufassen sei. Er kommt zu dem Schlusse, „daß sich die Inntaldecke als ein großzügiges Verschuppungs- und Überschiebungssystem im Rahmen der Lechtaleinheit als Folge eines horizontalen Zusammenschubes darstelle“

Im folgenden möchte ich nun an Hand einiger gut bekannter Profile und einiger tektonischer Konstruktionen zeigen, daß die Inntaldecke samt der Krabachjochdecke doch von der Lechtaldecke wesentlich unabhängiger ist, als BEURLEN anzunehmen geneigt ist.

Die Erkenntnis der tektonischen Abtrennung der Inntaldecke von der unter ihr liegenden Lechtaldecke ist ein Ergebnis der Neuaufnahme der südlichen Nordalpen zwischen dem Kaisergebirge und dem Rheindurchbruch in den Jahren 1896—1937. Vor dieser Zeit hat kein solches Problem bestanden, da für die älteren Geologen noch die Inntaldecke ein normaler Teil der Nordalpen war.

Mit der feldgeologischen Abtrennung war natürlich die Art und Weise der Abtrennung noch keineswegs genauer bestimmt. Für die Überfaltungslehre war das Problem der Inntaldecke nur ein kleiner Bruchteil in dem riesenhaften Transport der ganzen Nordalpen, welcher von der Südseite der Alpen aus nach N stattgefunden haben sollte.

Zum Problem wird die Ablösung der Inntaldecke von der Lechtaldecke erst, wenn man den Standpunkt einnimmt, daß die nördlichen Kalkalpen sich auch heute noch ungefähr an jenen Stellen befinden, wo einst ihre Sedimente am Boden der Trias-Jura-Kreidemeere gebildet worden sind.

Die Deckengliederung der Nordalpen kann in diesem Falle nicht aus Fernzulieferungen, sondern nur aus lokalen Aufschüppungen bestehen.

Wir haben aber aus der allseitig freien Umgrenzung der Inntal- und Krabachjochdecke erkannt, daß eine Baugleichheit mit den einseitigen Schuppen der Lechtaler- und Allgäuerdecke nicht bestehen kann.

Es ist also die Frage zu beantworten, ob eine selbständige Stellung der Inntal- und Krabachjochdecke überhaupt noch denkbar ist, wenn man eine Fernzulieferung der Nordalpen nicht mehr in Betracht zieht.

Zunächst ist zu bemerken, daß es neben einer so weit gespannten Herlieferung der Decken von der Südseite der Zentralalpen auch, noch eine Ableitung von der Nordseite der Zentralalpen geben kann. In meiner Arbeit in den Sitzungsberichten der Akademie d. Wiss. in Wien 1942 „Über die Bedeutung von Gleitvorgängen für den Bau der Alpen“ habe ich einen Aufbau der Nordalpen aus Gleitdecken in Betracht gezogen, deren Schichten auf der Nordseite der Zentralalpen beheimatet waren.

Für diese Deutung bietet die tektonische Selbständigkeit der Inntaldecke und Krabachjochdecke auch kein besonderes Problem, weil es sich nur um die zwei zuletzt eingeglittenen Decken handelt.

Es ist nun aber zu bedenken, daß bei dieser auf äußerste Einfachheit eingestellten Konstruktion alle einzelnen Gleitdecken denselben Bautypus zeigen und auf einer geschlossenen Muldensohle lagern.

Für die Ablösung der Inntaldecke... kommt aber doch die Verwendung eines anderen Bautypus und auch die Auflösung des Untergrundes in Betracht.

Um hier vorwärts zu dringen, ist es nützlich, das durch die Klarheit und Geschlossenheit seiner Angaben gleich ausgezeichnete Profil (Abb. 1) zu Rate zu ziehen, welches vom Arlberg-Sattel über Valluga-Rogg Sp.—Krabachjoch nordwärts leitet. In diesem Querschnitt stößt die breite Mulde der Lechtaldecke am Arlen-Sattel fast unvermittelt an die weithin überkippten, mächtigen Arlberggneise, welche der Eisenbahnstollen zwischen Tirol und Vorarlberg geradlinig zwischen St. Anton und Langen durchbricht.

Begibt man sich aber auf die Ostseite des Arlen-Sattels, so erkennt man leicht, daß sich im Stanzer Tale zwischen den Arlberggneisen und der Lechtaldecke eine ziemlich reichhaltige Schichtfolge der Grauwackenzone einschaltet.

Man kann daher nicht daran denken, daß die Gesteine der Lechtaldecke unmittelbar mit den Arlberggneisen verknüpft sind, vielmehr liegt hier eine tiefgreifende Verschiebungsfuge vor, der entlang große Schichtmassen bald ausgedünnt, bald angeschoppt wurden. Dabei handelt es sich um angenähert schichtparallele Verlagerungen und keineswegs etwa um Einschaltung von neuen Decken.

Ich habe die eigenartigen Strukturen am Südrande der Lechtaldecke zwischen Arlberg und Öztalmündung schon 1930 im Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt — Wien — ausführlich und bildreich beschrieben.

Die große Mulde der Lechtaldecke von Abb. 1 enthält alle Schichten vom Verrukano bis zu den Kreideschiefern, welche hier ihre flache Transgression zeigen und teils auf Tithon, teils bis auf Hauptdolomit übergreifen.

In der Stufe der Arlbergkalke sind hier im Einschnitt von Lech Laven und große Tuffmassen von Melaphyr eingeschaltet.

Nördlich von Lech erscheinen diese Einschaltungen am Kriegerhorn bereits in den Raibler Schichten.

In den Kreideschiefern der Lechtaldecke steckt nördlich von der Valluga der kühne Felszahn der Roggspitze, der als Spitze einer Tauch-

decke aufzufassen ist. Erst dahinter folgt die Aufladung der Inntal- und Krabachjochdecke.

Die Inntaldecke besteht hier aus Hauptdolomit-Kössener Schichten-Oberrätalkalen-Aptychenkalke. Die Krabachjochdecke führt eisenreichen und hornsteindurchwucherten Muschelkalk-Partnach Schichten-fossilreiche Raibler Schichten-Rauhacken-Hauptdolomit.

Beide Decken weisen an ihrer Unterlage schroffe Abscherungen auf. Es handelt sich aber nicht etwa um Ausquetschungen, sondern deutlich um Abschleifungen entlang den Laufflächen der beiden Decken, wobei die Einschaltungen der weichen, fossilreichen Schichten völlig geschont verblieben sind.

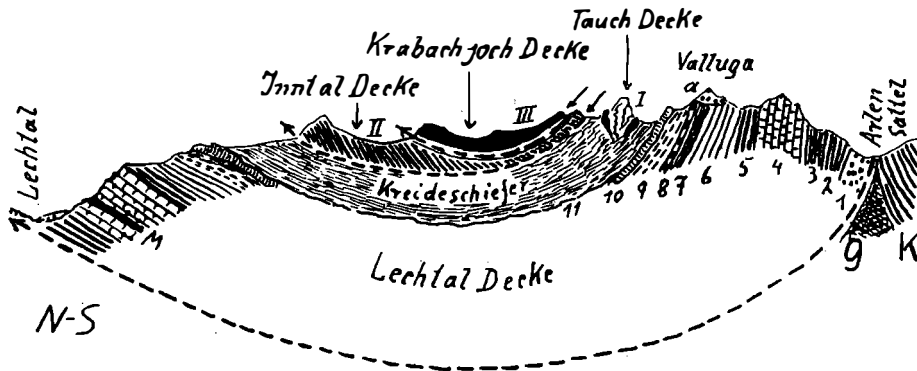


Abb. 1. Querschnitt durch die westlichen Lechtaler Alpen.

- | | |
|--|---------------------------------|
| K = Kristallines Gebirge. | 8 = Oberrät- und Liaskalk. |
| G = Grauwackenzone. | 9 = Liasfleckenmergel. |
| 1 = Verrukano + Buntsandstein. | 10 = Tithonkalk. |
| 2 = Muschelkalk. | 11 = Kreideschiefer. |
| 3 = Partnach-Schichten. | a = Eisenspitze-Breccie. |
| 4 = Arlberg-Schichten. — M = Melaphyr-Laven + Tuffe. | Tektonische Aufladungen: |
| 5 = Raibler Schichten + Gips. | I = Tauchdecke |
| 6 = Hauptdolomit. | II = Inntaldecke |
| 7 = Kössener Schichten. | III = Krabachjochdecke. |

Man kann also diese Decken nicht einfach den Teilschuppen der Lechtaldecke tektonisch gleichstellen, weil sie an ihrer Unterseite viel schärfer abgenützt sind.

Wenn man daher nicht die Annahme einer Fernzulieferung oder einer Gesamtabelleitung der ganzen Nordalpen zur Erklärung verwenden will, so bleibt als einziger Ausweg, die Mithilfe der Fuge zwischen Lechtaldecke und Kristallin zur Trennung heranzuziehen.

Dies kann etwa in folgender Weise geschehen.

Das Ablagerungsgebiet der Nordalpen befand sich immer an der Nordseite der Alpen und seine normale Unterlage war eine mächtige paläozoische Schichtfolge der Grauwackenzone, welche durch einen Reichtum an phyllitischen, weichen und sehr gleitfähigen Schiefnern ausgezeichnet ist.

Im Untergrund dieser alten Schiefermassen bildete sich nun entlang der Alpen eine Verschluckungszone aus, in deren Gefolge mächtige Senkungen und seitliche Zusammenpressungen auftraten. Innerhalb der relativ starren Kalk- und Dolomit-Platten der Trias-Jura-Kreide Schichten kam es nun darüber zu einer dachziegelartigen übereinanderschließung der einzelnen Schollen, was wir heute als die Schuppenzone der Allgäuer und Lechtaler Decken überliefert sehen.

Der südliche Teil der Grauwackenzone blieb aber noch lange Zeit von der Einsaugung in diese Verschluckungszone verschont. Wesentlich später wurde dann erst dieser Teil stark gehoben und schräg gestellt. Dabei kamen die hier auf der Grauwackenzone lagernden Teile der Trias-Jura-Kreide-Schichten nun großenteils ins Gleiten und fuhren nordwärts auf die tiefer liegenden Schollen der Lechtaldecke hinauf.

Nach dieser Vorstellung wäre also die Trennung von Inntaldecke und Lechtaldecke eine zweifache, erstens eine zeitliche und zweitens eine mechanische.

Während Lechtal- und Allgäu-Decken Aufschuppungen über einer Verschluckungszone vorstellen, sind Inntal- und Krabachjoch-Decken reine Gleitmassen, welche ihre Einfahrt wesentlich später vollzogen haben.

In dieser Zwischenzeit wurde die Lechtaldecke und auch das Gebiet der späteren Inntaldecke scharf abgetragen.

Die hier zur Erklärung der Trennung von Lechtal- und Inntal-Decke vorgeschlagene Mechanik nimmt an Stelle einer Fernzulieferung der ganzen Nordalpen in erster Linie die Mithilfe einer weithin streichenden Verschluckungszone an.

Die mächtige Trias-Jura-Kreide-Schichttafel stellt schon für sich allein eine Sedimentation auf sinkendem Untergrunde vor. Lange Zeit ging diese Senkung aber so langsam vor sich, daß die Schuttauffüllung die Senkungsbeträge wieder so ziemlich auszugleichen vermochte. Jedenfalls wurden konkordante Schichten zu einer Mächtigkeit von 3000—4000 m übereinander gelegt, in denen nur geringfügige Lücken durch Hebungen überliefert sind.

Diese ruhige Senkung wurde dann in der mittleren Kreide durch eine ausgedehnte Hebung unterbrochen, welche sich noch heute aus der Hinterlassenschaft der cenomanen Transgression klar ablesen läßt. Durch die Wirkung dieser Transgression ist diese Gebirgsbildung großenteils wieder eingeebnet worden. Wesentlich schroffere Formen lieferte dann jene Gebirgsbildung, in deren Täler die bunten Ablagerungen des Gosaumeeres eingedrungen sind. Aus dem reichen exotischen Geröllmaterial der Gosau-Schichten wissen wir, daß hier noch die Grauwackenzone weithin offen lag, da das Material von vielen Porphyarten... wohl nur aus dem Besitzstand des Paläozoikums eingeleitet werden konnte.

Die Zerlegung des Aufbaues der nördlichen Kalkalpen in eine breite Aufschuppungszone, die über einer Verschluckungszone ruht, und eine südliche, wesentlich schmalere Gleitzone, welche auf die Schuppungszone erheblich später aufgeladen wurde, enthält viele Möglichkeiten für Abänderungen in den Einzelausführungen, von denen einige hier kurz besprochen werden sollen. Abb. 2 führt im Schema diese Bauformel der Kalkalpen vor. Wenn wir zuerst das Gebiet über der Verschluckung betrachten, so ist gleich festzustellen, daß die Hauptmasse des ältesten

Schichtglied — des Buntsandsteins — offenkundig entlang des Südrandes angehäuft liegt.

Hier kann man mehrfach deutlich verfolgen, daß die Schichten des Buntsandsteins in steiler Verfallung zusammengeschoben sind. Im Streichen wechseln solche Verdickungen dann mit auffallenden Verdünnungen, welche nicht als sedimentäre, sondern als tektonische Gebilde zu erkennen sind.

In dem Buche von ANDREAS THURNER „Reliefüberschiebungen in den Ostalpen — Heft 48 der Fortschritte der Geologie und der Paläontologie — 1943“ ist eine lehrreiche Übersicht über den merkwürdigen Wechsel von Verdickungen und Verdünnungen des Buntsandsteins gegeben, welcher den ganzen Südrand der Kalkalpen beherrscht. In der zum Südrande senkrechten Richtung fehlen die zusammenhängenden Aufschlüsse. Es treten Schollen von Buntsandstein vereinzelt da und dort noch am Ausstrich von Schubflächen auf, aber zusammenhängende Verbände fehlen.

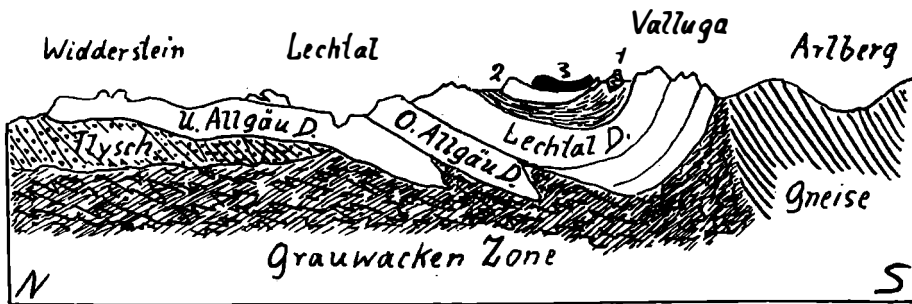


Abb. 2. Grobbau-Schema der westlichen Kalkalpen.

Auch für Muschelkalk-Wettersteinkalk-Raibler Schichten gilt eine ähnliche Verteilung. Erst im Bereiche von Hauptdolomit und den jüngeren Schichtgliedern stellt sich eine gleichmäßigere Massenverteilung im Großen ein.

Es ist also wahrscheinlich, daß an der Grenze des Buntsandsteins gegen die Grauwackenzone große Verschiebungen stattfanden, welche diese ungleiche Verteilung der ältesten Trias herbeigeführt haben. Trotz der einzelnen Anhäufungsstellen ist über die ganze Breite der Kalkalpen hin doch mit einem starken Verlust an unterer Trias zu rechnen.

Noch weit stärker ist aber der Verlust an Paläozoikum, von dem im Innern der Kalkalpen nur ganz seltene Spuren erhalten sind, während im Schottergut von Cenoman und Gosau reichlich Material aus der Grauwackenzone aufbewahrt liegt. Es fehlt also, wenn man die Querschnitte der Kalkalpen überschaut, heute an der Gebirgsoberfläche viel weniger Baugut als im Untergrund.

Dieser wichtige Befund kann seine Erklärung unschwer in der Annahme einer Verschluckungszone finden, das heißt, in der Annahme, daß an der Bildung der Alpen in erster Linie tiefer wirksame Massenwanderungen beteiligt waren.

E. KRAUS spricht daher nicht mit Unrecht von einem Abbau der Gebirge. Im Raum der Kalkalpen haben wir schon aus ihrem Schichtbestande eine langandauernde Senkung von mindestens 3000—4000m ablesen können.

Aus ihrem Aufbau läßt sich aber aus dem Fehlen der Anteilnahme des Paläozoikums noch eine weit größere Senkung des Untergrundes erkennen. Während die zeitlich sehr lange und langsame erste Senkung mit Hilfe der Verschüttung der Trias-Jura-Kreide-Meere wieder ausgeglichen werden konnte, sind die späteren Senkungen durch den Zusammenschub der Schichttafeln nicht nur ausgeglichen, sondern mit Gebirgsbauwerk sogar überhöht worden.

Diese Senkungen waren aber relativ kurzfristig.

Ob die langen ersten Senkungen mit den kürzeren späteren in einem inneren Zusammenhange standen, ist noch unbekannt. Wenden wir nun unsere Aufmerksamkeit dem Zusammenschub der Kalkalpen zu, so lassen sich auch da einige Einblicke gewinnen.

Es ist hier keinerlei Fertigfaltung vorhanden, weder in Form von zusammengeklappten Mulden noch von geschlossenen Sätteln. Der Hauptteil der hier erzielten Raumverengerung ist mit Hilfe von Überschiebungen erreicht. Ihre Bewegungsflächen fallen mit mittleren Winkeln gegen S zu ein.

Dieses Bewegungsbild ist unschwer mit Abwanderungen der tieferen Unterlage zu erklären, welche ein Hereindrängen seitlicher Massen veranlassen. Ein solches Hereinschieben von seitlichen Massen gegen die Verschluckungszone könnte nun einseitig oder zweiseitig erfolgen. Bei dem über 500km langen, geradlinigen Bande der Nordalpen wäre also Zugschiebung von N und S wahrscheinlich. Wenn man aber bedenkt, daß im S die hochaktive Zentralzone der Alpen liegt, so ist ein Vorherrschen des Schubes von S wahrscheinlich. Es gibt dafür auch einen unmittelbaren Beweis, der von den Schubsplittern geliefert wird, welche an vielen Stellen am Nordausstrich der Bewegungsbahnen auch heute noch zu finden sind.

Die einfachste Annahme für die Bildung solcher Schubsplitter ist die Annahme, daß die Abgrenzung der einzelnen Schollen der Kalkalpen durch senkrechte Brüche eingeleitet wurde. Wurden nun die Schollen seitlich übereinander geschoben, so konnten die hinteren Kanten, wie Abb. 3 andeutet, am leichtesten abgeschoben und verschleppt werden.

Waren die Bruchränder glatt, so kamen für die Abschiebung die Hangendschichten zunächst in Betracht. War aber z. B. eine kleine Aufstülpung der Liegendscholle vorhanden, so konnten auch tiefere Anteile abgeschert und verliedert werden.

Der Alpenquerschnitt von AMPFERER und HAMMER vom Jahre 1911 bietet mehrere gute Beispiele für diesen Vorgang.

Solche verschleppte Schubsplitter sind nicht nur klare Wegzeichen der Bewegung von S gegen N, sondern auch Verkünder tief verborgener, unterirdischer Schollenabgrenzungen.

Außerdem können solche Splitter, wenn sie nicht nachträglich verrutscht sind, Randzeichen des Schollenverschubes bedeuten. Es ist bezeichnend, daß unter den vielen so verschleppten Schubsplittern nach

meinen Erfahrungen keine aus dem Paläozoikum stammen. Solche sind nur an dem Südrande der Kalkalpen vorhanden.

Es ist also die ehemalige Grundlage der Kalkalpen nicht in das Baugesüge derselben aufgenommen worden. Ihr Zusammenschub muß daher alle Überschüsse in die Tiefe abgeliefert haben. So verkündet sich unter der oberflächlichen Aufschuppungszone ein gewaltiger Tiefbau mit absteigender Baurichtung.

Wenn wir unsere Blicke noch einmal auf Abb. 2 lenken, so fällt uns auf, daß der Schuppenbau eine größere innere Elastizität besitzen muß.

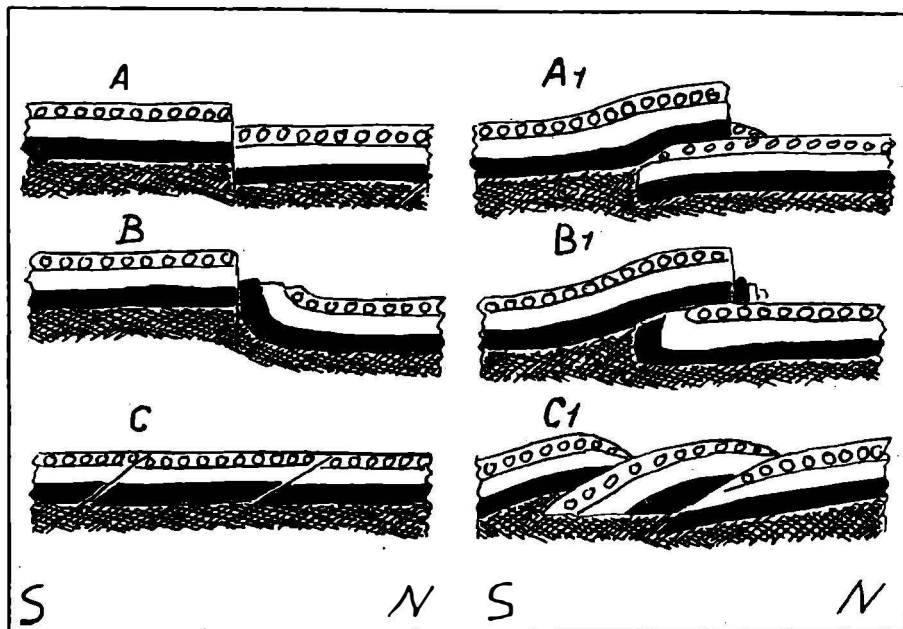


Abb. 3. Drei Verkopplungsmuster von Deckenschollen.

- A—A₁ = Aufschiebung mit Abscherung der Oberkante.
 - B—B₁ = Aufschiebung mit Abscherung der Unterkante.
 - C—C₁ = Schräge Aufschiebung ohne Kantenabschrägung.
 - A—A₁ = Liefert Schubsplitter der jüngsten Schichten.
 - B—B₁ = Liefert Schubsplitter der ältesten Schichten.
- Schubrichtung von S gegen N.

Wir wissen nicht, wie weit sich die Teilschuppen übergreifen. Das vorliegende Bauschema würde aber durch ein stärkeres Übergreifen seiner Bauziegel ebenso wenig aufgehoben als durch ein geringeres. Es ist hier ein ziemlicher Spielraum in der Verschiebbarkeit offen. Weiter ist auch fraglich, ob durch eine schärfere Bauanspannung eine Erhöhung des Gebirges erreicht werden könnte oder ob das zur Hauptsache von der Tragfähigkeit des Untergrundes abhängt.

Ebenso elastisch wie die Aufschuppung über der Verschluckung ist auch die Mechanik der südlichen Eingleitung. Wir kennen weder die

Länge, noch die Höhe der Gleitbahn. Nach ihrer Leistung dürfte diese Fahrbahn hoch und genügend steil gewesen sein.

Das Gebirge südlich von Lechtaler Alpen — Karwendel — Kaisergebirge würde heute für eine solche Bahn weder den nötigen Raum noch auch das nötige Gefälle bieten. Außerdem liegen hier Schollen auf dem Kristallin, von denen die Dolomiten der Sillbucht auf ca. 6 km, die Tarntaler Kögel auf ca. 15 km und die Triasscholle des Gaisberges auf ca. 9 km dem Kalkalpenrande nahe kommen. Eine unmittelbare Anknüpfung wäre hier nach den Schichten wohl nur zwischen Kaisergebirge und Gaisbergtrias möglich.

So bleibt hier als Ausweg anscheinend nur die Annahme offen, daß entlang der Grauwackengrenze ein großer Teil der Fahrbahnen in die Verschluckungszone einbezogen wurde. Dies würde zugleich bedeuten, daß wir hier nicht mit einer starren, sondern einer beweglichen Fahrbahn zu rechnen haben.

In diesem Falle würde die Forderung einer langen und hohen Fahrbahn durch eine Abrollungsbahn ersetzt werden können. Abb. 4 versucht in schematischen Umrissen eine Vorstellung einer solchen beweglichen Fahrbahn zu entwerfen. Durch eine derartige Abrollung könnte ein großer Teil der Fahrbahn in der Tiefe verschwinden, wobei gleichzeitig auch die Gefällsforderung wesentlich vermindert werden könnte. Sehr wichtig für die Einfahrt der Inntaldecke ist dann auch das Erosionsrelief der Lechtaldecke gewesen.

Man darf sich den damaligen Zustand der Südgrenze der Kalkalpen freilich nicht so mauerartig wie heute vorstellen. Diese hohe, steile Mauer ist ein weit jüngeres Werk der Erosion. Zur Zeit der Deckeneinfahrt war hier wohl ein flacheres Relief vorhanden.

Das Relief der Lechtaldecke dürfte wahrscheinlich im Untergrunde des östlichen Karwendels die tiefsten Reliefeinschnitte gehabt haben. Jedenfalls hat sich das Maß der oberflächlichen Zerschneidung gegen W und gegen O hin stark vermindert. Im W liegt die Inntal- und Krabachjochdecke zwischen Kaisers und Zürs noch in einer geschlossenen Mulde von Kreideschiefern und unter dem Kaisergebirge dürften die noch jüngeren Gosaumergel wahrscheinlich auch in großer Ausdehnung sich ausbreiten.

Heute liegen die einzelnen Teile der Inntaldecke in sehr verschiedener Höhe auf der Lechtaldecke. Dabei ist leicht zu erkennen, daß die kleineren Schollen der westlichen Lechtaler Alpen viel höher liegen als die großen Schollen des Mieminger-Karwendel-Kaisergebirges.

In einer Arbeit, welche der Wiener Akademie d. Wiss. übergeben wurde, habe ich mich näher mit den Belastungswirkungen der Inntaldecke beschäftigt und Beweismaterial für diese Auffassung vorgelegt. Es ist also der Zusammenhang zwischen hoher Lage der leichteren Deckschollen und tieferer der schweren Schollen als ein Ergebnis der Druckwirkung wohl verständlich.

Die allgemeine Form der Aufladung der Inntaldecke ist jene einer Mulde mit starker Abschleifung ihrer Sohle. Dabei weisen die breiten Deckschollen, wie z. B. im Karwendel, eine stark einseitige Faltung auf. Das Material der Lechtaldecke erscheint nirgends in die Sattelkerne der Inntaldecke aufgesogen.

Im Halltal hat der Bergbau in der Mulde zwischen dem Bettelwurfgewölbe und dem Wildangerkamm eine für das schmale Tal ziemlich ausgedehnte und tiefgreifende Salzlagerstätte erschlossen. Offenbar handelt es sich um eine an Haselgebirge reiche Salzmasse, welche an der Sohle der Inntaldecke mitgeschleppt wurde.

Schmale Bänder von Haselgebirge sind dabei über eine weit größere Fläche hin an derselben Bewegungsbahn verteilt worden. Der Verteilungsstreifen der lichtgrünen Letten und Sandsteine des Haselgebirges hat in der SW—NO-Richtung eine Länge von ca. 25 km und in der S—N-Richtung

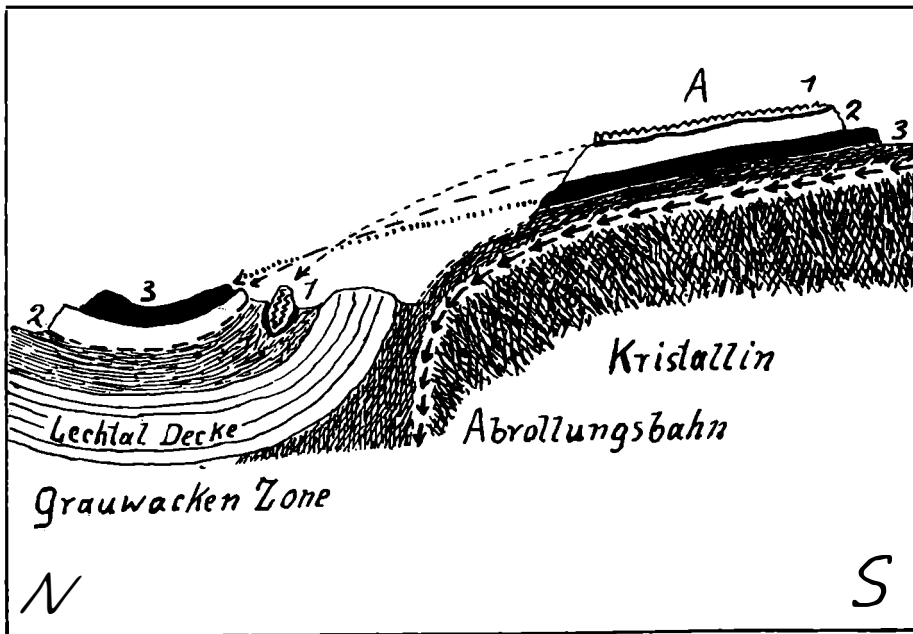


Abb. 4. Schema der Abrollung des Heimatsgebietes A von Tauchdecke 1 — Inntaldecke 2 — Krabachjochdecke 3.

Durch die Abrollung wird der Schichtstoß A in drei Gleitkörper zerlegt, von denen der oberste in die Tauchdecke 1, der mittlere in die Inntaldecke, der unterste in die Krabachjochdecke umgeformt wird. Der Untergrund von A wird nach einer starken Hebung in die Verschluckung eingerollt.

eine solche von ca. 11 km. Das Haller Salzlager liegt in der SW-Ecke dieses dreieckigen Feldes.

Abb. 5 entwirft ein Schema dieser eigentümlichen Verteilung des Haselgebirges an der Sohle der Inntaldecke. Das Haselgebirge, vielfach mit Gips vermischt, dürfte wohl die am leichtesten schmierbare Masse der Inntaldecke vorstellen, was auch die weite Verteilung erklärt. Im W ist keine Salzeinschaltung mehr bekannt, im O ist die nächste Salzstelle in der Tiefe des alten Bergbaues Röhrebichl ca. 63 km vom Haller Salzberg entfernt.

Auch innerhalb der Sillbucht-Dolomiten und der Tarntaler Kögel ist keine Salzablagerung bekannt. Bemerkenswert ist beim Haller Salz auch die Nähe von Hallstätterfazies im Muschelkalk und Wettersteinkalk des Inntalkammes, die an die Einschaltungen der Hallstätter Decke erinnert.

Was nun die Verschleppung des Haselgebirges von Abb. 5 betrifft, so ist naheliegend, daß man mit einer Verschiebung von S gegen N nicht auskommt. Stellt man sich das Salzlager als einen mit Farbe getränkten Schwamm vor, so wäre ein Anstreichen des dreieckigen Feldes mit dem Farbbrei wesentlich leichter bei einer Verschiebung von O gegen W zu erreichen als bei einer Verschiebung von S gegen N.

Wir wollen nun die Bauverhältnisse der Inntal- und Krabachjochdecke noch einer Prüfung unterziehen.

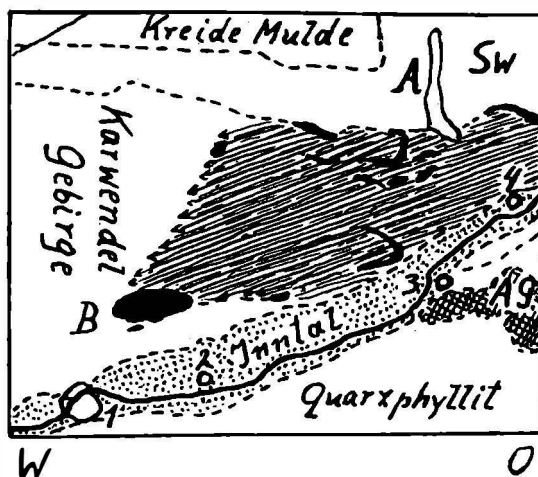


Abb. 5.

1 = Innsbruck, 2 = Hall, 3 = Schwaz, 4 = Jenbach.

A = Achensee, Sw = Sonnwendgebirge, AG = Schwazer Augengneis.

B = Haller Salzlagerstätte.

Die Verschmierung an der Sohle der Inntaldecke mit Salton und Haselgebirge ist am leichtesten in der Richtung der Schraffen ausführbar.

Der Schichtbestand dieser Decken ist ein beschränkterer als jener der Lechtaldecke. Als älteste Schichtgruppe ist wohl das Haselgebirge mit dem Haller Salzlager anzuführen. Muschelkalk-Wettersteinkalk-Raibler Schichten sind fossilreich und charakteristisch entwickelt. Im Muschelkalk des Karwendels sind nördlich von Innsbruck die Schreyeralmkalke mit zahlreichen Ammoniten entwickelt, als weslicher Ausklang der Hallstätter Fazies.

Der Muschelkalk der Krabachjochdecke ist auffallend reich an Eisen und Hornsteinwucherungen. Die Blei-Zink-Galmei-Silber-Vererzung folgt dem Wettersteinkalk der Inntaldecke.

Die Raibler Schichten sind im südlichen Karwendel und auch in der Krabachjochdecke ungemein fossilreich. Der Hauptdolomit enthält die bitumenreichen Fischechiefer von Seefeld.

Die Ablagerungen des Cenomans sind in der Inntal- und Krabachjochdecke nicht bekannt. Dagegen ist von dem Gosaumeer eine der schönsten Buchten mit bunter Schichtfüllung im Gebiet des Muttekopfs erhalten. Das Ostende des Karwendels ist auf die Gosau des Sonnwendgebirges aufgefahren, das Kaisergebirge ebenfalls auf Gosau mit einem wohl späteren Vorstoß auf das Tertiär des Unterinntales.

Die Mächtigkeit der Inntaldecke dürfte im Karwendel am größten sein und nimmt von dort gegen W beträchtlich ab. Dies geschieht zur Hauptsache durch tektonische Abscherverluste und keineswegs durch sedimentäre Verarmung. Gegen O zu finden wir in der Kaisergebirgsdecke noch eine vollwertige Fortsetzung des Karwendels.

Von der Krabachjochdecke ist wenig mehr erhalten, weil sie einerseits ebenfalls an der Unterseite gewaltig abgeschert ist und andererseits auch an der Oberfläche als Dachdecke scharf abgetragen wurde.

Abb. 1 zeigt die Bestände und die Zuschneidung der Inntal- und Krabachjochdecke in der Arlberggegend.

Abb. 6 und Abb. 7 bringen noch Querschnitte durchs mittlere Karwendel und durchs Kaisergebirge.

In beiden Fällen liegt die Inntaldecke tief in die Lechtaldecke eingefaltet und zeigt von S gegen N überkippte, aber offene Faltung. Im Karwendel besitzt die Inntaldecke ihre größte Breite und einen klar überschiebenden Nordrand. Unter ihr ist die Lechtaldecke tief erodiert. In diese Erosionsfurchen ist die Inntaldecke als Reliefüberschiebung von S her eingedrungen. Dies geschah in zwei Stößen, von denen der ältere Altrias mit Buntsandstein-Reichenhaller Schichten, mächtigen Rauhwacken und Haselgebirge lieferte, der jüngere dagegen nur Raibler Schichten.

Die Lechtaldecke des Kaisergebirges lagert im S auf der Grauwackenzone, wobei der rote Buntsandstein zu einem breiten Faltensockel zusammengestaut erscheint. Darüber folgt verarmte Trias und über dem Hauptdolomit ein Band von Senonmergeln mit Inoceramen. Die Aufladung der Inntaldecke setzte darüber mit glatter Schubbahn ein, welche sich nordwärts scharf senkt, die Mulde des Kaisergebirges unterfährt und jenseits sich wieder steil aufrichtet.

Wie Abb. 7 berichtet, zeigt hier die Inntaldecke eine kleine Faltenstirne aus Muschelkalk, aufgeschoben auf Gosau-Schichten, und einen senkrechten Splitter aus Hauptdolomit. Nun folgt eine weitere Überschiebung auf die Mergel und Konglomerate der Angerberg-Schichten (Oberligocän), während das ältere Tertiär der Häringer-Schichten ganz unter der Inntaldecke verborgen liegt. Die zweite tiefere Überschiebung ist offenbar der jüngere Vorgang.

Die Muldenform der Inntaldecke ist hier an allen Rändern sehr scharf tektonisch zugeschnitten. Großenteils stoßen so Muschelkalk und Wettersteinkalk unmittelbar an Gosau oder Tertiär.

Die Betrachtung der Kaisergebirgsdecke lehrt uns, daß ihre Mulde für eine Eingleitung wohl zu steil ist. Entweder ist diese Decke als weitere Mulde eingeglitten und später erst zusammengeschoben worden, oder sie ist als fertige enge Mulde geliefert worden. Die erste Deutung ist wahrscheinlicher, nachdem sich deutlich ein älterer Schub von einem jüngeren trennen läßt.

Es ist nun klar, daß die Formung der Gleitdecken bei der Auffahrt

auf die Schuppungszone sehr stark von den Unregelmäßigkeiten dieses älteren Reliefs gelenkt wurde.

Diese kraftvolle Leitung der Schub- und Gleitmassen durch das vorliegende Relief des Untergrundes hat auch ANDREAS THURNER in vielen Einzelheiten verfolgt und überzeugend geschildert. Dieses Relief ist es auch gewesen, welches den scharfen Zuschnitt der Gleitdecken besorgt hat.

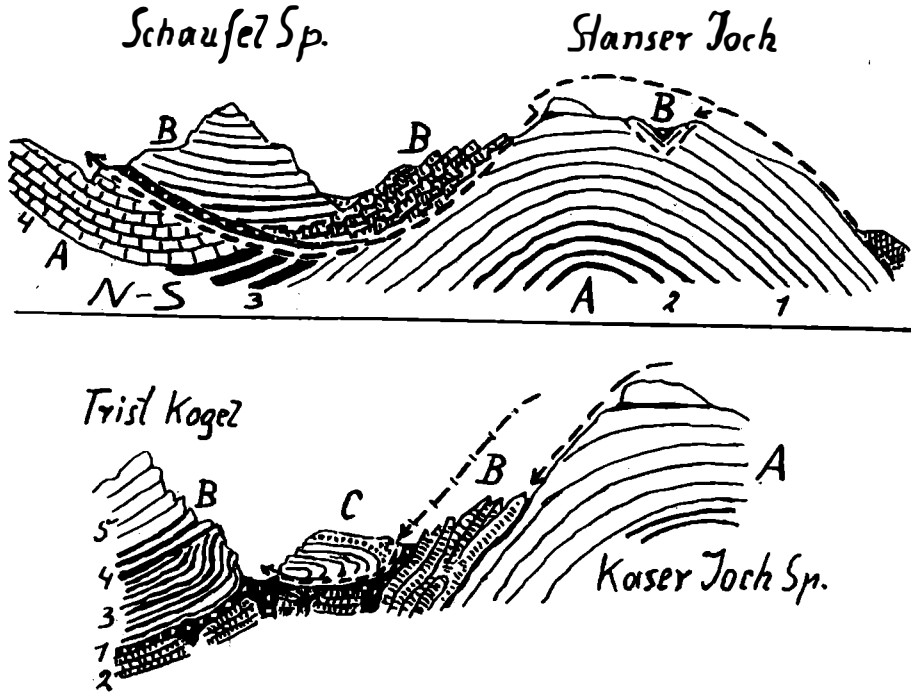


Abb. 6. Querschnitte durchs östliche Karwendel.

A = Lechtaldecke:

- 1 = Wettersteinkalk-Dolomit.
- 2 = Muschelkalk.
- 3 = Raibler Schichten.
- 4 = Hauptdolomit.

B = Inntaldecke:

- 1 = Haselgebirge und Buntsandstein.
- 2 = Reichenhaller Schichten und Rauh-
wacken.
- 3 = Muschelkalk.
- 4 = Partnach-Schichten.
- 5 = Wettersteinkalk.

C = Rollfalte aus Raibler Schichten.

Für diese Tatsache liefert bekanntlich das Karwendel ganz ausgezeichnete Belegstellen. Hier liegt in alten Talfurchen und Rinnen der Lechtaldecke eine bunte Masse von Schichtgut, welches bei der Eingleitung der Inntaldecke hier eingestopft und aufbewahrt wurde. Man kann sich handgreiflich von der gewaltigen Wirkung dieser groben Feile des Untergrundes auf die darüber bewegte Decke überzeugen. Wenn man einmal diese Wirkung gesehen und erkannt hat, kann man nicht mehr zweifeln,

wie die Zuschneidung der Inntal- und Krabachjochdecke zustande kam. Das hier fehlende Schichtgut ist eben in Furchen des Untergrundes zurückgeblieben. Das Karwendel ist dadurch ausgezeichnet, daß in seinen alten Feilen viel Feilgut zurückgeblieben ist. Es hängt außer von der Tiefe der Furchen auch von ihrer Schärfe ab. Die festen Triaskalke vermögen wirksame Feilen zu liefern, wogegen die Furchen in weichen verschmierbaren Schichten zur Herstellung scharfer Feilen nicht geeignet sind.

Eine Überschau jener Bewegungsflächen, denen entlang besonders große Abscherungen stattgefunden haben, führt zu der Einsicht, daß es in erster Linie O—W streichende, steilstehende Flächen sind. Außerdem tragen dieselben vor allem die tektonische Verzierung von oft sehr großen Schubspiegeln mit mehr minder horizontalen Schubstriemen zur Schau. Dagegen treten Harnische mit senkrechten Striemen fast ganz zurück.

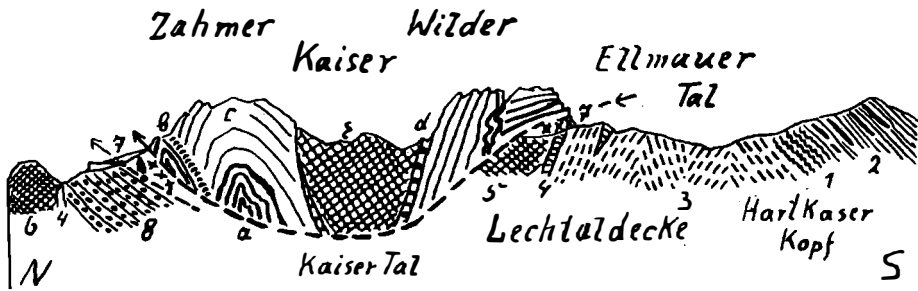


Abb. 7. Querschnitt durchs Kaisergebirge.

Inntaldecke:

- a = Muschelkalk.
- b = Partnach-Schichten.
- c = Wettersteinkalk.
- d = Raibler Schichten.
- e = Hauptdolomit.

Lechtaldecke:

- 1 = Grünschiefer.
- 2 = Grauwacken mit Diabaslagern.
- 3 = Buntsandstein.
- 4 = Rauhwacken.
- 5 = Ramsaudolomit.
- 6 = Hauptdolomit.
- 7 = Gosau-Schichten mit Schubsplitter aus 6.
- 8 = Tertiäre Mergel und Konglomerate.

Zwei Überschiebungen übereinander an der N-Seite.

Die Ausbildung dieser Harnische mit ungefähr horizontaler Striemung in ost—westlicher Richtung kann nicht mit der Verschiebung von S gegen N in Zusammenhang gebracht werden. Sie ist ein unverkennbares Wegzeichen für ost—westliche Verschiebungen

Damit stehen wir vor folgender Überlegung.

Die Hauptverschiebungen sind in der Richtung von S gegen N erfolgt. Damit ist notwendig eine Ausbildung von Harnischen mit nord—südlich streichenden Schubstriemen verbunden. Nun tragen aber die heutigen Hauptschubflächen der Kalkalpen überwiegend horizontale Schubstriemen in O—W-Richtung zur Schau, was für Massenverschiebungen in dieser Richtung spricht.

Die großen Abscherungen können aber nur in der S—N-Richtung entstanden sein, weil nur hier die Grundreibung quer zur alten Faltung und damit auch quer zur alten Talbildung genügend groß gewesen sein

kann. Die Verschiebungen parallel zum Streichen vermögen niemals so mächtige Abscherungen zu liefern. Aus diesen Gegensätzen kann uns nur die Annahme retten, daß die ursprünglichen Schubmassen und Gleitdecken der S—N-Bewegung später noch einmal in O—W-Richtung verschoben wurden. Bei dieser jüngeren Verschiebung sind offenbar die alten Schubstriemen größtenteils abgehobelt worden.

Vielleicht kann man bei einer genaueren Untersuchung der Schubflächen noch da und dort an geschonten Stellen Reste der alten Schubstriemung entdecken.

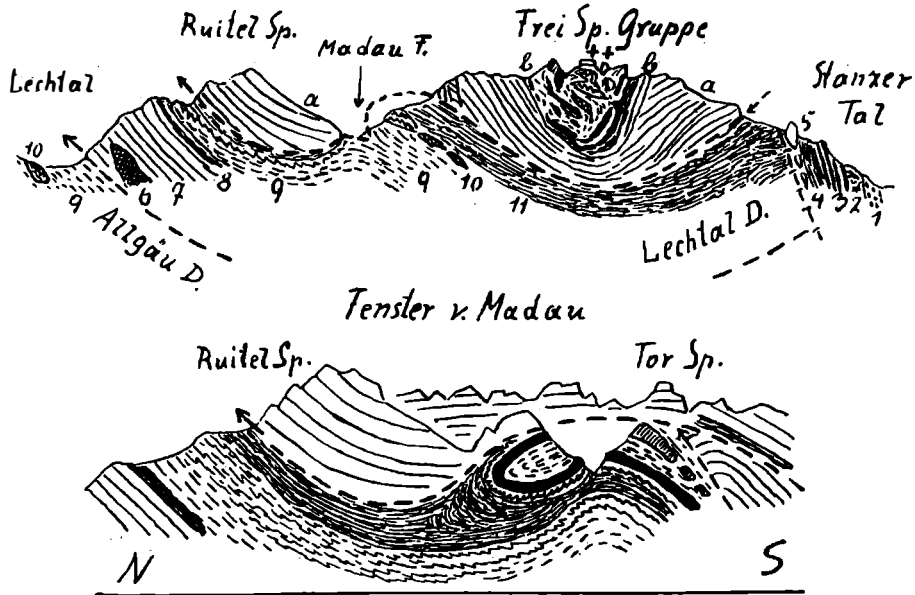


Abb. 8. Querschnitte durch die mittleren Lechtaler Alpen.

Inntaldecke:		3 = Muschelkalk.
a = Hauptdolomit.		4 = Partnach-Schichten.
b—b = Muldenknäuel aus Jura-Schichten.		5 = Wettersteinkalk.
++ = Reste von Tauchdecke und Krabachjochdecke.		6 = Raibler Schichten.
		7 = Hauptdolomit.
		8 = Kössener Schichten.
		9 = Liasfleckenmergel.
		10 = Aptychenkalk.
		11 = Kreideschiefer.
Lechtaldecke:		
1 = Verrukano-Buntsandstein.		
2 = Rauhacken.		

Das Fenster von Madau zeigt eine Rollfalte unterhalb der Inntaldecke.

Wenden wir uns nun der Verteilung der großen Abscherungsflächen zu, so begegnen wir solche an der Nord- und Südseite des Kaisergebirges, an der Südseite des Karwendels, an der Nordseite des Miemingergebirges und der Südseite des Wettersteingebirges. Eine besonders großartige Abscherungsfläche leitet dann vom Miemingergebirge an der Nordseite vom Wanneck und Heiterwand bis zur Ruitel-Spitze am Eingang ins Madauer Tal bei Bach im Lechtal.

Hier biegt dann der Ausstrich der Bewegungsbahn der Inntaldecke aus der O—W-Richtung in die N—S-Richtung um, wobei die Steilstellung gleich in flachere Neigungen übergeht.

Dieser rasche Übergang aus der nördlichen Steilstellung der Fahrbahn in eine südliche Flachstellung beweist nicht nur die im Großen flache Aufladung der Inntaldecke auf die Kreideschiefer der Lechtaldecke, sondern belehrt uns auch, wie Abb. 8 andeutet, daß die Lechtaldecke selbst zu Überrollungsfalten umgeformt wurde. Diese Umformung dürfte wohl bei der Einfahrt der Inntaldecke entstanden sein.

Dagegen dürfte die mächtige Querfaltung der Lechtaldecke zwischen Madauer- und Sulzetal eine Wirkung des jüngeren O—W-Schubes bedeuten. Durch diese Querwelle wurde auch die Inntaldecke so hoch gehoben, daß ihr Zusammenhang zwischen Ruitel-Spitze und Griestaler-Spitze von der Erosion zerstört werden konnte. Der südliche Zug der Inntaldecke zieht über diese Lücke durch und trägt auf der stolzen Freispitzgruppe noch eine kleine Tauchfalte und nördlich davon noch einen Rest der Krabachjochdecke.

Möglicherweise ist auch der seltsame Bogen von Muschelkalk und reichen Raibler Sch., welcher zwischen Vordersee Sp. und Kruckerjoch eingefaltet liegt, als ein Rest der Krabachjochdecke zu deuten.

Er beginnt am Hintersee-Jöchl als kleiner Keil von Muschelkalk, zieht dann als breiterer Streifen von Raibler-Schichten nördlich vom Kridlon-See ins Kaisertal, welches er an dessen Westseite begleitet. Hier wird er von einer Anschoppung von Fleckenmergeln, roten Hornsteinkalken, Aptychenkalken sowie von der Gleitdecke der Fallesin-Spitze überlagert.

Seine Fortsetzung dürfte an der Nordseite des Almejur-Tales in der Deckscholle des Schwarzen Kranzes zu suchen sein. Eine Fortsetzung gegen O zu dürften die Raibler-Schichten an der Nordseite der Parseier-Spitze im Patro und weiter jene an der Nordseite der Silber-Spitze bilden, wo auch noch Muschelkalk-Partnach Schichten-Wettersteinkalk dazu treten. Dieser Zug überschreitet bei Starkenbach den Inn und endet südlich der Imster Au.

Wenn diese Zurechnung zur Krabachjochdecke stimmt, so ist ihr Besitzstand doch um einen schmalen, aber langen Gesteinsstreifen zu vergrößern

Auch die Südgrenze der Inntaldecke ist reich an scharfen Abscherungen. Dagegen zeigt die Grenze der Lechtaldecke gegen Grauwackenzon-Quarzphyllit und Altkristallin einen wesentlich anderen Bau. Hier lösen sich fort und fort Anschoppungen mit Verdünnungen ab, was bei der Inntal-Krabachjochdecke offenbar fehlt. Es handelt sich also bei der Südgrenze der Lechtaldecke nicht um eine einheitliche Abscherung, sondern einen Wechsel von tektonischer Verdickung und Verdünnung. Während bei den Abscherungen ein Verlust von Massen an einzelnen besonderen Stellen vorliegt, braucht beim Wechsel von Verdickungen und Verdünnungen an sich kein Massenverlust an derselben Bewegungsbahn stattzufinden.

Es kann sich nur um einen Massenaustausch handeln.

Entlang der Südgrenze der Lechtaldecke haben aber doch auch kräftige Verschiebungen in der Richtung von O gegen W ihren Vollzug gefunden, wie man gerade am Westende der unteren Silvrettadecke im

Rellstal deutlich erkennt. Hier dringt diese Silvrettadecke mit drei Zacken über die gegen SW zu abbiegende Lechtaldecke vor.

Durch unsere Untersuchung sind wir zu dem Urteil geführt worden, daß Inntal-Krabachjochdecke von der darunter liegenden Lechtaldecke tektonisch weitreichend unabhängig sind.

Ich stimme BEURLEN zu, daß diese drei Decken ihr Schichtgut aus demselben Ablagerungsraum an der Nordseite der Alpen bezogen haben. Während aber Lechtaler und Allgäuer Decken als Aufschuppung über dem abwandernden Untergrund einer Verschluckung zusammengedrängt wurden, blieb der Untergrund der Inntal-Krabachjochdecke noch längere Zeit von der Verschluckung verschont. Erst später wurde auch diese Unterlage erst gehoben und dann in die Tiefe gezogen. Die daraufliegenden Trias-Jura-Kreide-Schichten gerieten dabei ins Gleiten und wanderten auf die inzwischen vielfach scharf erodierte Oberfläche der Lechtaldecke. Bei diesem Vorgang wurden die Gleitdecken an den Laufflächen scharf abgeschert und viel Material in alte Furchen eingestopft.

Wir haben also nach dieser Vorstellung zwischen Lechtaldecke und ihren Aufladungen sowohl einen zeitlichen als auch einen mechanischen Bewegungsunterschied.

Die erstere ist eine Schubdecke über dem sinkenden Untergrund, die zweiten sind reine Gleitdecken. Im Großen gesehen, haben wir also die Bildung und Zuschiebung einer Verschluckungszone, der später eine südliche Verbreiterung folgte, welche die Eingleitung der Tauchdecke der Rogg-Spitze sowie der Inntal-Krabachjochdecke herbeiführte.

Diese Reihenfolge von tektonischen Vorgängen dürfte durchaus nicht auf den westlichen Abschnitt der nördlichen Kalkalpen beschränkt sein. Vielmehr ist recht wahrscheinlich, daß dieselben wohl für den ganzen geradlinigen, 500 km langen Balken der Nordalpen in ähnlicher Weise gelten dürfte.

Mit Hilfe dieser Bauformel wäre nun die Batauflösung der Kalkalpen unschwierig durchzuführen.

Nun ist aber noch eine mächtige jüngere Massenverschiebung da, durch deren Hereinspielen die Auflösung der tektonischen Zusammenhänge wesentlich erschwert wird. Zahlreiche von O gegen W aufsteigende Schubflächen sowie kräftige Abknickungen im Streichen wurden dadurch neu geschaffen. Nach meinen Erfahrungen am Westende der Nordalpen dürfte durch diese Wanderung eine Annäherung der Ostalpen an die Westalpen im Betrage von vielleicht 60—80 km bewirkt worden sein.

Wahrscheinlich ist diese Annäherung mit der gewaltigen Alpenknickung im Zusammenhang, welche im Gebiete zwischen Rhein und Etsch so kraftvoll zum Ausdruck kommt.

Wir sind bei unserer Untersuchung von der Annahme ausgegangen, daß der Untergrund des alten ostalpinen Triasmeeres an der Nordseite der Zentralalpen von paläozoischen Schichten gebildet wurde. Von diesem mächtigen Schichtsystem ist im Inneren der heutigen Nordalpen fast nichts und an ihrer Südseite ein im O breiter Streifen von Grauwackenzone zu finden, der sich westwärts verschmälert, aber immerhin noch als deutliches Band bis ans Westende der unteren Silvretta-Decke erkennbar bleibt.

Nachdem die Schichtplatte der Trias-Jura-Kreide-Ablagerungen stark zusammengeschoben wurde, ist ein gleicher oder noch stärkerer Vorgang auch für die paläozoischen Schichten anzunehmen. Das Ergebnis dieses Zusammenschubes ist jedoch nicht nach oben aufgestiegen, sondern nach unten abgewandert.

Wir hätten also oben eine Aufschuppung zu beträchtlichen Gebirgs-
werten und darunter einen Zusammenstau von Paläozoikum (Grauwacken-
zone) zur Nachfüllung einer tieferen Abströmung. Dieser Zusammenstau
der Grauwackenzone enthält in den Alpen die größten Massen von Ver-
erzungen, und es ist wohl begreiflich, daß innerhalb dieser Zone die
aus der Verschluckung aufsteigenden Dämpfe und heißen Lösungen einen
Hauptteil ihrer Erzlasten ausgeschieden haben. Eine spärliche Vererzung
vermochte aber doch noch in die Dachziegel der Trias aufzusteigen.

E. KRAUS hat in seinem Buche „Der Abbau der Gebirge“, das im
Jahre 1936 im Verlag von Borntraeger in Berlin erschienen ist, eine erste
Anwendung der Verschluckungslehre für den Bau der Alpen im Sinne
eines „Doppelorogens“ versucht und denkt sich dabei den Untergrund der
Kalkalpen mit einheimischem Schichtmaterial erfüllt.

Seine Darstellung weicht von der hier gewählten insofern ab, als
er weder eine Zerlegung in Aufschuppungszone und Gleitdecken, noch
auch eine spätere Verbreiterung der Verschluckungszone in Betracht zieht.

Freilich leiden alle Konstruktionen des Untergrundes der Alpentteile
noch immer durch das Fehlen vieler wichtiger Angaben. So ist der
einzige gangbare Weg doch der Ausbau von Versuchsmodellen, welche
im besten Falle kleine Stufen des Fortschrittes herzustellen vermögen.

Abriß der Tektonik des Wienerwaldflysches

Von GUSTAV GÖTZINGER, Wien

Mit einer Textabbildung

Die Flyschdecke des Wienerwaldes, die im Norden auf die voralpine,
aufgerichtete Molassezone aufgeschoben ist, zerfällt unter Berücksichtigung
der stratigraphischen Verhältnisse der Kreide- und der Eozänabildung
(vgl. besonders 7) und der Lagerungsverhältnisse in drei Teildecken,
welche ich nach der für die jeweilige Teildecke besonders bezeichnenden
Gesteinsentwicklung als

1. Greifensteiner Teildecke,
2. Kahlenberger Teildecke,
3. Laaber Teildecke

bezeichne. Diese Teildecken sind identisch mit den früheren Bezeich-
nungen Nord-, Mittel- und Süddecke (4). Die beiden erstgenannten Teil-
decken entsprechen z. T. den 1920 von FRIEDL (1) aufgestellten „Decken“,
der „Greifensteiner“ und der „Wienerwaldecke“.