

Gegen den Nappismus und für die Deckenlehre

Von OTTO AMPFERER, Wien.

(Mit 7 Abbildungen im Text.)

Inhalt: Der Nappismus hat sowohl für die Erklärung als auch die Erforschung der Alpen gewaltige geistige Triebkräfte bereitgestellt. Seine Annahme der Herausquetschung der Decken als liegende Falten aus Pressungszonen führt jedoch nicht vorwärts.

Hier kann die Deckenlehre weiterhelfen. Die liegenden Falten sind durch Schub- oder Gleitmassen, die Wurzelzonen durch Verschluckungszonen zu ersetzen. In der Kernzone der Alpen befinden sich ganz großartige Verschluckungszonen deutlich aufgeschlossen.

Neben der älteren Bewegungsflut von S gegen N ist in den Alpen auch noch eine jüngere von O gegen W wirksam gewesen. Beide Bewegungen erzeugten Überschiebungen, die man jedoch nicht summieren darf, weil sie nach Alter und Richtung verschieden sind. Für die Richtungsbestimmung der O—W-Bewegungen sind die Feinstrukturen vielfach unbrauchbar, weil sie aus der ursprünglichen S—N-Richtung unversehrt verschleppt wurden.

Vor mehr als 45 Jahren wurden von HANS SCHARDT an dem Beispiel von Prealpes und Chablais zum erstenmal die Leitlinien der Überfaltungstheorie oder des Nappismus ausgesprochen. Eine große, mächtige Gebirgsmasse, geteilt durch den Genfer See, sollte von SO her eingewandert sein und nun als fremde Masse auf dem tief eingedrückten Vorland der Schweizer Alpen zwischen Thun und Genf Platz genommen haben. Damit war, abweichend von allen früheren Vorstellungen, die Verlegung ganzer Gebirgsgruppen nicht nur als wahrscheinlich, sondern als beweisbar hingestellt. In der Folge hat sich diese kühne Ansicht trotz vielem Widerstand nicht nur behauptet, sondern in zahlreichen weiteren Fällen bestätigt.

Die Darstellung von SCHARDT ist einfach und ohne Übertreibungen. Er nimmt an, daß an gewissen Stellen des Alpenkörpers durch überwältigenden Seitendruck mächtige Falten herausgepreßt wurden, sich umlegten und gegen außen hin abglitten.

In der Folgezeit hat sich besonders M. LUGEON, ein anfänglicher Gegner dieser Lehre, derselben bemächtigt und sie mit Eleganz und Schwung nicht nur ausgebaut, sondern auch mit größter Gewandtheit populär gemacht.

Die Übertragung auf die Ostalpen und Karpathen fand anlässlich des internationalen Geologen-Kongresses in Wien im Jahre 1903 statt.

V. UHLIG, der sich damals gegen diese Lehre zur Wehr gesetzt hatte, wurde bald bekehrt und nahm nun selbst eifrig an der Umdeutung der Alpen und Karpathen Anteil. Eine sehr wichtige Führerrolle in dieser

Umdeutung der ostalpinen - dinarischen Tektonik hatte dann auch P. TERMIER zu erfüllen.

Von der Wiener Lehrstelle aus ist in langen Jahren sehr viel Arbeit, viel Entdeckung und auch genügend viel Verwirrung ausgegangen.

UHLIG's Nachfolger in der Verbreitung des Nappismus war vor allem L. KOBER, welcher der ganzen Lehre auch seinen persönlichen Stil gegeben hat. ER hält dafür, daß die Faltengebirge aus zwei entgegengesetzt gefalteten Strängen bestehen, zwischen denen sich das sogenannte Zwischengebirge befindet.

Es ist begreiflich, daß der Nappismus auf seinem Wege durch so viele Geologen-Gehirne eine ständige Umformung erleiden mußte, wollte doch jeder seinen Beitrag liefern.

War derselbe anfangs in die Zwangsjacke der Erdkontraktion eingespant, so wurde er aus derselben von E. ARGAND und R. STAUB befreit.

Diese Forscher schlossen die Mechanik des Nappismus unmittelbar an die Hypothese der Kontinentverschiebungen von A. WEGENER an.

Diese Hypothese konnte den Tektonikern jedes erforderliche Ausmaß von Horizontalverschiebungen spielend zur Verfügung stellen.

Die Alpen und anschließend die ganzen mediterranen Faltengebirge sollten durch den Vormarsch des alten Gondwanalandes gegen und über Eurasien gebildet worden sein.

Man wird nicht leugnen können, daß in dieser Vorstellung Großartigkeit und Einheitlichkeit der Vorgänge sich zu einem Bewegungsbilde von weltumspannender Gewalt vereinigen.

Wendet man sich aber nach diesem Ausblick in die größten Verhältnisse dem Einzelbau der Faltengebirge zu, so muß man leider bekennen, daß kein Zusammenklang zwischen dem wirklich Beobachtbaren und diesem kühnen Bilderflug besteht.

Kehren wir wieder in die Alpen zurück, die auch heute noch die genauesten Antworten auf unsere Frage zu geben vermögen!

Was hat nach mehr als 40jähriger, höchst intensiver Forschung der Nappismus in den Alpen an großen Erklärungswerten geschaffen?

ER hat jedenfalls gezeigt, daß ein sehr großer Teil dieses Gebirges mit seinen uns sichtbaren Strukturen nicht in größere Erdtiefen hinabreicht, sondern auf fremden Grundlagen ruht.

Diese Erkenntnis ist ebenso wichtig wie weiterführend. Sie unterscheidet die ältere und die jüngere tektonische Auffassung vom Bau der Alpen und der Faltengebirge überhaupt.

Dabei darf man nicht vergessen, daß große Teile der Alpen, deren Natur als schwebende Decken ja heute sichergestellt erscheint, gar nicht einmal fertig gefaltet sind.

Das heißt mit anderen Worten, es hätte in diesen Gebieten eine Raumverkleinerung noch leicht mit einer engeren Faltung erreicht werden können.

Trotzdem ist dieser einfachste Weg der stärkeren Zusammenfaltung nicht ergriffen worden, sondern es wurden an seiner Stelle tiefgreifende Abscherungen der oberen Teile der Gebirge von ihrem Untergrunde eingeleitet.

Wir müssen also festhalten, daß die Ablösung und Bildung von Decken

nicht etwa einen Übergang von der Fertigfaltung zu einer noch wirksameren Zusammenschiebung bedeuten kann. Zum mindesten sind hier die Zwischenglieder von leichter Faltung bis zur gigantischen Überfaltung übersprungen worden.

Man könnte nun meinen, daß vielleicht die unter den oberen Decken liegenden Schichtfolgen außerordentlich viel stärker zusammengedrückt wurden und nur die oberen Decken sich dieser Gewalt zu entziehen vermochten. Es gibt aber genug Stellen, wo durch mächtige Aufbiegungen der tiefere Untergrund der oberen Decken unserer Betrachtung zugänglich ist.

Aber auch hier ist nur so ziemlich dasselbe Ausmaß an Faltung oder nur ein wenig gesteigertes zu erkennen. Freilich reichen die Aufschlüsse unter das Deckengebäude zu wenig tief hinab, um hier vollen Einblick zu gewähren. Soweit wir aber sehen können, fehlt auch in den tiefsten Decken jede stärkere Zunahme an Faltungsintensität.

Im übrigen würde z. B. schon unterhalb der nördlichen Kalkalpen unmöglich eine Faltung unterzubringen sein, welche die hier vorhandene 4—5fache Übereinanderladung der oberen Decken kompensieren könnte.

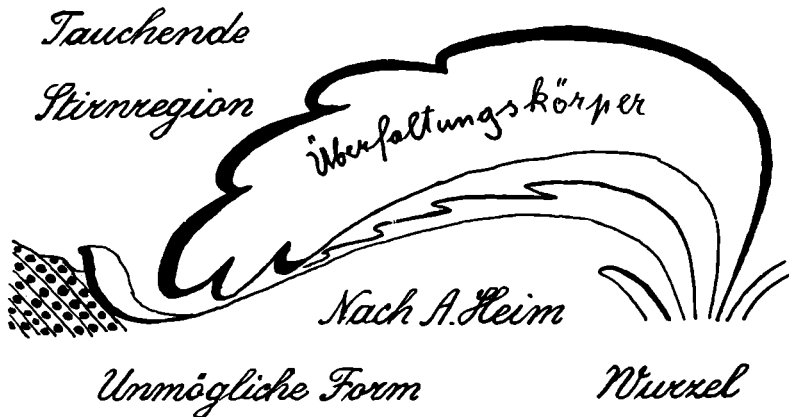


Abb. 1.

Zwischen dem gewaltigen Überfaltungskörper und der schmalen Wurzelzone besteht kein natürliches Wachstumsverhältnis. So etwas ist zwischen Baum und Samen möglich.

Daraus geht also mit Sicherheit hervor, daß die Decken durch seitliche Bewegung auf ihre derzeitigen Lagerplätze verfrachtet wurden.

Fassen wir wieder die nördlichen Kalkalpen ins Auge, so kann bei ihrem langmächtigen O—W-Streichen nur ein Transport von S oder von N in Betracht kommen. Die Detailstrukturen weisen aber unbedingt auf eine Förderung von S hin.

Auch dieser Schluß hat zwingende Gewalt.

Suchen wir nun im S der nördlichen Kalkalpen nach den Räumen, wo dieselben vor der Deckenbildung beheimatet waren, so finden wir keine.

Diese Räume müssen ursprünglich notwendigerweise die Breite der noch nicht aufeinander geschobenen Decken innegehabt haben, was in unserem Falle etwa 60—80 km Breite erfordern würde.

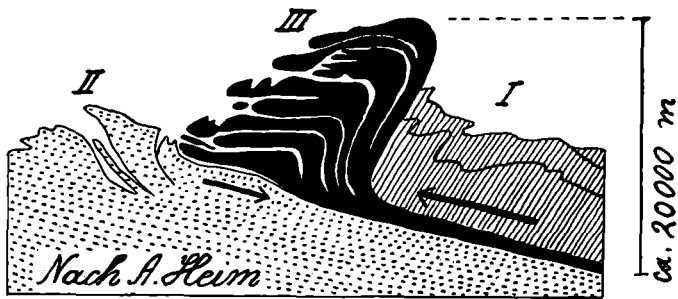
Der Nappismus hat sich nun von Anfang an auf den Standpunkt gestellt, daß die Decken weder Schub- noch Gleitmassen, sondern gewaltig übertriebene, liegende Falten gewesen seien. Diese Riesenfalten konnten naturgemäß nur aus Sattelzonen durch eine enorme Pressung herausgedrückt worden sein. (Abb. 1 u. 2)

Die Stellen, wo diese ausgetriebenen Riesenfalten ihren Untergrund verließen, wurden und werden als die Wurzeln der Decken bezeichnet.

Es ist seit 1906 meine Überzeugung, daß hier der Nappismus auf einen Irrweg, in eine Sackgasse geraten ist, aus der es keinen Ausweg mehr gibt.

Der Irrtum besteht in der Annahme, daß die Decken aus liegenden Falten hervorgegangen sind und daß die Heimatstellen der breiten Decken ganz schmale, steilgepreßte Schichtzonen sein könnten.

Weder die erste, noch die zweite Annahme besteht zu Recht. Die überwiegende Anzahl der heute bekannten und genauer untersuchten Decken sind durchaus keine liegenden Falten, sondern Schub- oder Gleitmassen, die an ihren Stirnen häufig kurze Einrollungen besitzen. (Abb. 3)



*I = Südalpen = Schubmasse von Afrika.
 II = Zentralmassive = Europamasse.
 III = Überfaltungsknäuel d. Alpen.*

Abb. 2.

Diese Form der Deckenhäufung ist nicht bewegungsfähig und nur zur Zählung der Decken verwendbar.

Von diesen Stirneinrollungen können auch da und dort Fetzen von verkehrten Schichtfolgen unter die normal liegenden Deckenmassen hineingeraten sein. Keinesfalls aber kann man die Struktur von liegenden Falten als den Typus der Deckenbildung hinstellen, wie es auch heute noch vielfach geschieht.

Ebenso schwerwiegend ist auch der andere Irrtum.

Man kann niemals ganze Gebirgszonen wie die Zahnpasta aus der engen Spalte einer Tube herauspressen lassen. Die Grundkonstruktion für die Heraushebung einer breiten, sattelmäßigen Gesteinszone ist ja verhältnismäßig einfach.

Wir brauchen uns nur einen steilgepreßten Sattel abgeschnitten zu denken, um die Vorlage für eine Wurzelzone zu haben. War die Schichtfolge vor der Zusammenpressung regelmäßig, so haben wir im Kern die ältesten Schichten, welche sich von dort nach beiden Seiten hin verjüngen. Der Kern ist zugleich jener Teil, in welchem sich die heftigsten Verschiebungen abspielen müssen.

Diese Verschiebungsbahn müßte also die Wurzelzone innerlich völlig zerschneiden.

Eine weitere Eigenschaft besteht dann in dem Besitz von steilen Verschiebungsflächen, an denen sich, der Aufwärtsbewegung entsprechend, steile, vertikal gefurchte Schubstriemen einstellen müssen.

Ich glaube nicht, daß eine der sog. Wurzelzonen diesen primitiven Anforderungen genügt.

Man kann nun fragen, wenn also die Mechanik der Herauspressung von liegenden Falten aus relativ schmalen Wunden des Gebirgskörpers nicht

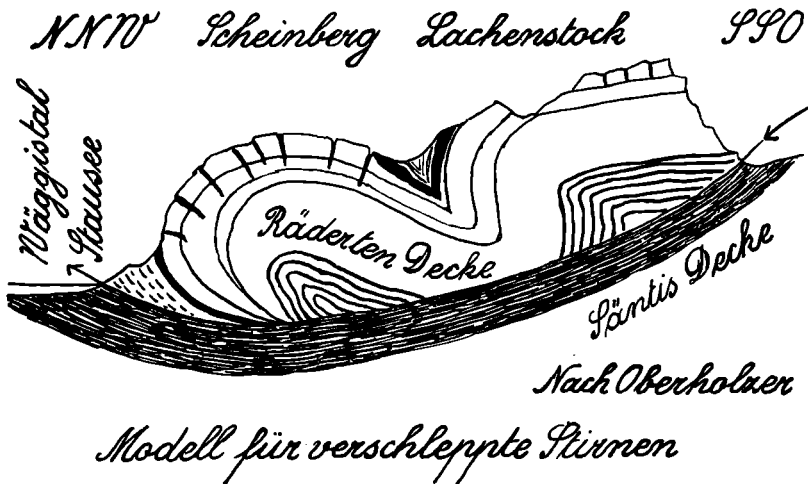


Abb. 3.

Die Stirne der Räderten-Decke besteht aus einer Kreidefolge vom Valanginien bis zum Senon und liegt abgeschliffen auf einer Bahn von Wildflysch. Der Inhalt der Falte ist mit Verdickungen, Verdünnungen und Klüftung genau der vorliegenden Form angepaßt. Es kann sich daher nicht um eine Durchrollung handeln. Vielmehr liegt eine einmalig gefaltete Form vor, die dann durch Verschleppung an ihrer Sohle abgeschliffen wurde.

der tektonischen Wirklichkeit entspricht, was dann für die Herkunft der Decken an besseren Erklärungen vorhanden ist?

Die Erkenntnis des Nappismus von der Übereinanderladung von jeweils mehreren dünnen Decken bleibt allen unseren Erfahrungen gegenüber standfest.

Nur handelt es sich eben nicht um liegende Falten, sondern um Schub- oder Gleitmassen.

Mit diesem Befunde ist eigentlich der Nappismus erledigt und wir setzen an seine Stelle die Deckenlehre.

Die weitere Frage ist nun, wie diesen Deckenladungen der Weg von ihrer Schichtheimat zu ihren entfernten Lagerplätzen ermöglicht wurde.

Es gibt dafür nur wenig brauchbare Möglichkeiten. Die erste, die Herausquetschung riesiger Liegfalten, hat sich als unbrauchbar erwiesen. So bleiben wohl nur mehr Schub- oder Gleitmassen übrig.

Für Schubmassen besteht ebenfalls wie für Falten die Möglichkeit einer Herausschiebung. Sie können sich z. B. aus einer kleineren, einseitigen Aufsattelung ganz leicht entwickeln. Dafür liegen genügend Beispiele vor, daß einseitige Sättel in Überschiebungen übergehen.

Auch in diesen Fällen kann man von Wurzelzonen sprechen, wenn damit jene Stellen bezeichnet werden, wo sich die Schubmassen von ihrem Untergrunde abgespalten haben. Diese Mechanik ist weit verständlicher als die Herauspressung großer Liegfalten.

Das Allereinfachste ist aber die Bildung und Wanderung von Gleitdecken. Wenn das nötige Gefälle und eine günstige Gleitbahn vorhanden ist, so lassen sich alle anderen Eigenschaften unserer Decken unschwer ableiten.

Heute, wo die Kenntnis des Skifahrens in die weitesten Kreise gedrungen ist, kann man viel eher aus der persönlichen Körpererfahrung heraus auf ein Verständnis dieser Art von Mechanik rechnen.

Die Erklärung der Deckenbildung mit Hilfe von Gleitungen wäre sicher vollkommen anerkannt, wenn sich hier nicht wieder eine große Schwierigkeit in den Weg stellen würde.

Es gibt zwar zahlreiche Decken, aber nirgends ist dazu heute das entsprechend große Hinterland und die entsprechende Gleitbahn vorhanden.

Die meisten Geologen haben aus dem Fehlen der Gleitbahnen von einer Erklärung der Deckenbewegung mit Hilfe der Abgleitung Abstand genommen.

Es gibt aber neben diesem gewiß begreiflichen Verzicht auch eine andere Einstellung, die einen Ausweg vermittelt. Man kann ja auch sagen, die Gleitnatur vieler Decken ist so wahrscheinlich, daß auch das Fehlen der zugehörigen Gleitbahnen noch mit in Kauf genommen werden kann. Es sind eben offenbar von diesem Vorgang nur die am Ende der Gleitbahnen angehäuften Decken erhalten geblieben, während Gleitbahn und Heimatland seither versunken und verschwunden sind.

Damit kommen wir zu einem tektonischen Erklärungskreis, den ich im Jahre 1911 unter dem Namen „Verschluckungszonen“ in das geologische Brauchtum eingeführt habe.

Es handelt sich bei den Verschluckungszonen um Landstreifen, die sich nicht nur gesenkt haben, sondern auch von den Seiten her zugeschoben oder zugefaltet wurden. Wahrscheinlich sind die tieferen Verschluckungszonen sogar mit Einschmelzungen in der Tiefe verbunden.

Es ist noch die Frage, ob es auch außerhalb der Gebirge solche Verschluckungszonen gibt. Am ehesten kämen hier die großen Grabenbrüche in Betracht. Innerhalb der Gebirge spielen die Verschluckungen bestimmt eine große und wichtige Rolle, welche die Verknüpfungen mit der magmatischen Tiefe leiten. Es wäre nun zu fragen, wie man im Bereiche des geschlossenen Gebirgskörpers solche Fehlzonen zu erkennen vermag.

Es ist leicht möglich, daß sich die Verschluckungszonen mit Hilfe

Ausquetschung und Wurzelzonen fallen, so bleibt immer noch eine Deckenlehre übrig, deren Ausbau nötig und auch aussichtsreich erscheint.

Die eigenartigen Fugen, welche den Alpenkörper, ungenau seinem Streichen folgend, durchziehen, können nicht als die Ausstoßlinien von gewaltigen Liegfalten verstanden werden.

Viel eher ist es möglich, sie im Gegenteil als Verschluckungsfugen zu bewerten.

Freilich fehlt auch dafür noch sehr viel Beweismaterial. Wir haben bisher die großen Deckenladungen an der Nord- und Westseite der Alpen in Betracht gezogen. Es finden sich aber auch in der Kernzone des Gebirges Strukturen, welche riesige Umwälzungen vermuten lassen. Der Bau des Simplon-Tunnels und seine geologische Auswertung durch H. SCHARDT (1906) und C. SCHMIDT im Jahre 1908 haben zuerst die Aufmerksamkeit auf sehr eigenartige Tauchdecken gelenkt. (Abb. 4)

Sie enthalten meist Kerne von Gneis, die von Bündnerschiefern umwickelt erscheinen. Diese Gesteinsverknüpfung ist insofern merkwürdig, als hier sehr feste Massen ganz aus ihrem Ähnlichkeitsverbande herausgenommen und in weiche Schichtmäntel eingehüllt wurden.

Zu einer Erklärung bieten sich zwei recht verschiedene Wegbarkeiten.

Entweder haben wir eine sedimentäre Wechsellagerung von Gneisen mit den Bündnerschiefern (Kalkphylliten) vor uns oder die Gneise sind hier als ursprüngliche Granitmagmen bei der Faltung der Schiefer in diese eingepreßt worden. Die zweite Möglichkeit scheint hier weiterführender als die erste zu sein.

Die Überfaltungen in der Kernzone zeigen im allgemeinen keine Steilstellungen, sondern ziemlich flache Lagerungen. Dieser Befund ist sehr wichtig, weil er zu unserer Kenntnis bringt, daß hier weder scharfer Zusammenschub, noch auch Ausstoßung von Decken stattgefunden hat.

Diese Tauchfalten zeigen im Gegenteil sogar senkende Bewegungen im Kernteil der Alpen an. Auch besitzen dieselben gegen N zu geschlossene Stirnfalten, was ihre Selbständigkeit beweist.

Sie stellen also einen eigenen Formenkreis vor, den man nicht etwa mit jenem der Außendecken verbinden kann. Dieser Formenkreis ist am leichtesten im Sinne einer großartigen Verschluckungszone zu verstehen. Wenn man bedenkt, daß die Bündnerschiefer hier in breiten Streifen im Kern der Alpen die Taleinschnitte unterteufen, so geht daraus eine sehr starke Senkung hervor. Wir haben also langgestreckte Senkungsfelder vor uns gerade an Stellen, wo man steilgepreßtes Altkristallin erwarten sollte.

Die Zufaltung dieser Senkungstreifen ist aber nicht von beiden Seiten, sondern nur von S oder SO her erfolgt. Wir halten also fest, daß sich hier Senkungen jüngerer Schichten mit Zufaltung von der inneren Bogen-
seite her zu einem Bilde einer klaren Verschluckungszone vereinigen.

Nirgends in den Alpen finden wir sonst flachliegende, mächtige Kuchen von Gneisen mit jüngeren Schiefen Hand in Hand gefaltet.

Die altkristallinen Gneismassen zeigen sonst überall ein Übermaß von Steilpressung und eine Durchdringung mit Intrusionen.

Es ist unmöglich, aus solchen alten störrigen Massen glattgebogene, junge Falten zu erzeugen. Nur ein Weg steht zu einer solchen Umformung

offen, nämlich jener einer starken Erwärmung und Umkristallisation. Das legt die Nähe und Mitwirkung der Magmagewalten nahe.

Alle die bisher beschriebenen Bauzonen der Alpen liegen im Kraftfelde einer mächtigen, von S gegen N oder von SO gegen NW gerichteten Bewegung.

Es gibt aber trotz aller Leugnungsversuche in den Alpen noch eine jüngere und vollständig selbständige Baubewegung mit einem von O gegen W zielenden Antrieb.

Bevor wir näher auf diese zweite Bauperiode der Alpen eingehen, ist es nützlich, sich klarzumachen, daß dieselbe nur unter wesentlich anderen Baubedingungen vor sich gehen konnte.

Der Alpenkörper hatte bereits eine kräftige Faltung und Deckenbildung erfahren. Die Bauwerke der ersten Periode waren längst errichtet und zu größerem Teile auch schon wieder abgetragen. Die zweite Bauperiode hatte es also größtenteils nicht mehr mit unzerschnittenen Schichten, sondern mit Ruinen zu tun.

Damit war dem Eingreifen der Reliefüberschiebungen Tür und Tor geöffnet.

Wenn man die Bedeutung der O—W-Bewegungen richtig erfassen will, ist es am besten, mit der Betrachtung von der Mitte der Alpen, das heißt von dem Grenzgebiete der O- und W-Alpen auszugehen. Hier hat auch der Quereinschnitt des Rheins Aufschlüsse von besonderer Güte und Tragweite geöffnet.

Wenn man die Grenze der Ostalpen gegen die Westalpen genauer abgeht, so erscheint dieselbe, an Kleinformen gemessen, eine Erosionsgrenze, an Großformen gemessen, aber eine reine tektonische Vormarschgrenze mit zackig starrenden Lanzen. Für die Bestimmung der relativ unbedeutenden Rückwitterung der Ostalpengrenze ist der Südrand des Rätikons besonders lehrreich.

Hätte hier eine tiefgreifende Erosion länger gearbeitet, so wäre die blanke Steilmauer aus Tithon und Trias längst erniedrigt und tief zertalt worden.

Nur eine junge Tektonik kann die Ursache für die gute Erhaltung dieser Steilmauer gewesen sein.

Diese Jungtektonik bestand hier in scharfen Vorstößen der Hangendecken von O gegen W.

Die gebräuchliche Deckenlehre hat die Erscheinungen an der Westgrenze der Ostalpen in anderer Weise beschrieben. Für sie ist hier zunächst eine von S gegen N vorgetriebene Überdeckung der Westalpen durch die Ostalpen die gegebene Einleitung der Großbewegungen.

Danach trat noch im Streichen die Ausbildung von Kulminationen und Depressionen ein. Alles übrige soll dann die Erosion besorgt haben.

Nach meiner Ansicht lagen Ost- und Westalpen voneinander getrennt und wurden erst durch die jungen O—W-Verschiebungen zusammengestoßen.

Der Westrand der Ostalpen beginnt im Meridian von Tannheim seine scharfe Abschwenkung gegen SW. Bei Tannheim beträgt die Breite der nördlichen Kalkalpen noch ca. 46 km, bei Bludenz nur mehr ca. 10 km. Diese gewaltige Verschmälerung kommt aber weder durch eine Verarmung der Schichtfolge, noch durch starke Zusammenpressung zustande. Sie wird

dadurch bewirkt, daß eine ganze Reihe von Falten und Decken ungleich weit gegen W vorstoßen.

Dabei dringen im allgemeinen die südlicheren Bauelemente jeweils etwas weiter westwärts vor als ihre nördlicheren Nachbarn.

Den weitesten Vorstoß machte aber das Kristallin der Silvrettadecke, das bis ins Rellstal vordrang und dabei vor seiner Stirne noch ein Stück der Grauwackenzone mitgeschleppt hat.

Die Ursache für diese machtvolle Abbremsung der O—W-Bewegung unserer Kalkalpen ist ohne Zweifel die offenbar schon ältere Aufwölbung der Kreidedecken des Bregenzer Waldes.

Auch der Flyschrاند ist dabei von den Kalkalpen teilweise überfahren worden.

Die nördlichen Kalkalpen bilden im ganzen Alpengebäude bei weitem das größte geradlinige Bauelement mit einer durchschnittlichen Breite von etwa 40 km und einer Länge von über 500 km.

Wir wissen heute, daß dieser lange Balken hin und hin aus 4 bis 5 selbständigen Decken besteht, die vielfach auskeilen und sich gegenseitig übergreifen. Deshalb konnten auch die Deckenbezeichnungen, die einerseits von O, anderseits von W her ausgegangen sind, bis heute noch keine volle Übereinstimmung erreichen.

Es ist nun an diesem langen Bauwerk besonders seltsam, daß sowohl an seiner Süd- als auch an seiner Nordseite trotz der vielen Decken doch relativ recht glatte, scharfe Ränder vorhanden sind. Dabei ist der Nordrand eher noch gerader als der Südrand.

Wenn man bedenkt, daß alle Teildecken von S her übereinander gewandert sind, so wäre als Endergebnis dieser Wanderschaft doch ein sehr unregelmäßiger und stark ausgebuchteter Nordrand der ganzen Anhäufung zu erwarten.

Für eine Erklärung der Glattrandigkeit kommen meiner Ansicht nach zwei Möglichkeiten in Betracht.

Es ist einerseits möglich, daß die vielen Decken in einer schon vorher bestandenen, tiefen und geraden Muldenzone gleichsam wie in einer Dachrinne gesammelt und geordnet wurden.

Es ist anderseits auch möglich, daß die Deckenanhäufung zuerst unregelmäßige Außenränder hatte, die dann später durch die O—W-Bewegungen mehr gerade gehobelt wurden. Eine Entscheidung ist hier nicht leicht.

Mehr weiterführende Kraft wohnt in der zweiten Erklärung, weil ja auch die Geradheit einer älteren Mulde dieselbe Unwahrscheinlichkeit in sich birgt.

Die nähere Prüfung der Großformen der nördlichen Kalkalpen belehrt uns über das Vorhandensein von vielen und oft recht auffallenden Querstrukturen.

Dieselben beginnen bereits im Schneeberg-Rax-Gebiete und enden in Liechtenstein am Rheindurchbruche.

Besonders großartig sind die Weyrerbögen, der Westrand der Berchtsgadener Decke mit den Hallstätter Schollen, die Abknickung der Karwendel-Kreidemuße, der Westrand des Wettersteingebirges, die Querstruktur im NW des Kaiserjoches in den Lechtaler Alpen, die Überfaltungen der Höllen-Spitze südlich von Lechleiten, die Stirne der Roggal-Spitze, der

schöne Bogen der Höfats in den Allgäuer Alpen, der Vorstoß der Reliefüberschiebung im Rellstale und die Rollfalte am Heupiel hoch über dem Rheintal.

Das sind einige Beispiele aus der Flut der O—W-Bewegung, die ihre Spuren in den ganzen Nordalpen zurückgelassen hat. Es sind aber nicht allein die Nordalpen, sondern auch das kristalline Gebirge und die Südalpen davon ergriffen worden, wie die Arbeiten von SANDER, v. SCHMIDEGG, OGILVIE GORDON und v. PIA gelehrt haben.

Überschaut man die langgestreckte Gestalt der Nordalpen mit ihrer zackigen Angriffsfront und den geglätteten Seitenrändern und der Fülle von O—W-Bewegungszeichen im Innern, so liegt der Gedanke nahe, daß dieselben mächtig als Gesamtheit gegen W hin vorgetrieben worden sind.

Die für einen solchen Schub bezeichnenden Formen nehmen an der W-Grenze der Ostalpen einen breiten Raum ein. Sie reichen sogar noch weit über diese Grenze hinaus, denn es gehören wohl auch die mächtigen quergestellten Überfaltungen der Suretta-Tambo-Adula-Decken noch in diese Strömungsrichtung hinein. Die geläufige Deckenlehre hat alle diese Zusammenhänge gering geachtet und höchst gewaltsam Vorgänge in die S—N-Bewegung hineingedrängt, welche damit nichts zu tun haben.

Im Grenzgebiet der Ost- und Westalpen zeigt der heutige Alpenbogen eine starke Verbreiterung und Abbiegung. Sie entsteht vor allem durch das Abbeugen der Südalpen an der Pustertaler-Tonale-Linie.

Ich habe diese Erscheinung 1911 als „Alpenknick“ beschrieben. Heute möchte ich sagen, daß in dem Raum zwischen Rhein- und Etschdurchbruch zwei verschiedenaltige Gebirge zum heutigen Alpenbogen zusammengefügt wurden. Von diesen Gebirgen zeigen die Ostalpen eine ältere und reicher gegliederte Baugeschichte, eine tiefergreifende Abtragung und mehrstufige Verebnungen.

Die Westalpen tragen dafür eine weit lebhaftere Faltung und jüngere, schroffere Erosionsformen zur Schau.

Die Idee, daß die Ostalpen auf die Westalpen hinaufgeschoben wurden, hat zuerst A. ROTHPLETZ schon im Jahre 1900 ausgesprochen. Er war der Meinung, daß der Vorschub der Ostalpen auf seinen flachen, großen rhätischen Schubflächen erfolgte. Im N und S sollten aber steilstehende Randspalten den Vormarsch der Ostalpen ermöglicht haben.

Wir wissen heute, daß dieses Bewegungsbild zu einfach ist und der wichtige Beitrag der älteren S—N-Bewegung ganz fehlt.

Später haben A. SPITZ und G. DYHRENFURTH in den Engadiner Dolomiten ihre gegen W gerichteten rhätischen Bogenfalten beschrieben. Freilich haben inzwischen Schweizer Geologen gezeigt, daß diese Umbiegungen nicht einheitlich sind.

In beiden Fällen wurde aber über teilweisen Fehlgriffen das große Verdienst einer in vielen Zügen richtigen Erkenntnis des Ostalpenvormarsches gegen W völlig ungerecht verdunkelt.

Die Bedeutung der jüngeren O—W-Bewegungen ist für das Zustandekommen der heutigen Alpen wahrscheinlich wichtiger, als wir bisher vermutet haben.

Eine weitere Einsicht ist endlich folgende:

Wo immer die O—W-Bewegungen in einem zuerst von S gegen N gefalteten Gebirge wirksam werden, können sie sich wegen der Wellblech-

versteifung am leichtesten auf flachen Querschubflächen ausleben. Wenn nun diese Schubflächen z. B. im N an ältere Überschiebungen aus der S—N-Periode anschließen, so täuschen sie automatisch ein viel tieferes Zurückgreifen dieser älteren Schubbahnen vor.

So kann durch das Einschneiden der O—W-Bewegungsflächen eine viel größere Ausdehnung der S—N-Bahnen vorgespiegelt werden. (Abb. 5)

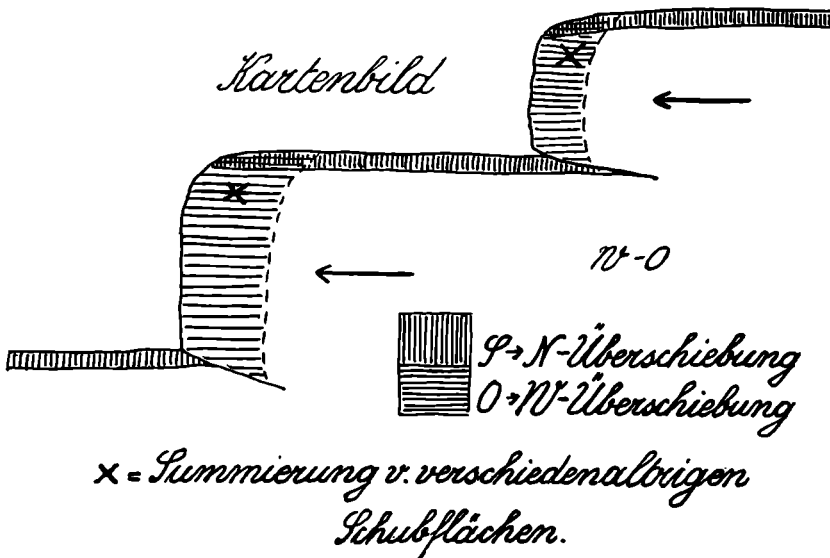


Abb. 5.

Eine ursprünglich von S gegen N bewegte Decke wird nach langer Rast neuerdings, aber von O gegen W verschoben. Dabei kann an den Knickstellen eine Summierung ungleichwertiger Schubflächen stattfinden.

Diese Erscheinung einer Vergrößerung der Schubflächen durch Summation altersverschiedener Flächen ist am großartigsten am Westrande der Ostalpen zu sehen. Sie tritt aber auch an den anderen, kleineren Querstörungen auf. In großem Ausmaße kommt sie auch an der Abbiegung zwischen Ostalpen und Karpaten zur Geltung. Bisher sind diese so durch O—W-Schub hervorgerufenen jüngeren Überschiebungen vielfach ins Maß der älteren S—N-Bewegungen hineingezogen worden.

Hält man aber beide Bewegungen sorgfältig auseinander, so sinkt natürlich das Ausmaß der S—N-Bewegungen ganz bedeutend.

Zum Schlusse will ich noch einmal die Glieder der Überlegungskette kurz durch den Geist rollen lassen.

Den Ausgang bildete der Nappismus, wie er zuerst von SCHARDT, dann von LUGEON und TERMIER in großen Umrissen modelliert wurde.

Die Herauspressung von langen Ungeheuern von Liegfalten aus schmalen Wurzelzonen ist eine unwirkliche Vorstellung. An Stelle der Liegfalten sind bestimmt Abscherungsdecken mit Stirneinrollungen zu

setzen. Nur unter schwerer Belastung und starker Erwärmung lassen sich Liegfalten erzeugen, wie sie im Kern der Alpen liegen.

Es gibt auch keine Wurzelzonen im Sinne des Nappismus.

An ihrer Stelle sind vielfach Verschluckungszonen wirksam gewesen. Im Innern der Alpen sind breite Verschluckungszonen weithin zu erkennen. Am schönsten sind sie gerade in der Schweiz entwickelt, wo dieselben auf den Alpenquerschnitten, die R. STAUB im Jahre 1923 herausgab, prächtig zu verfolgen sind. (Abb. 6)

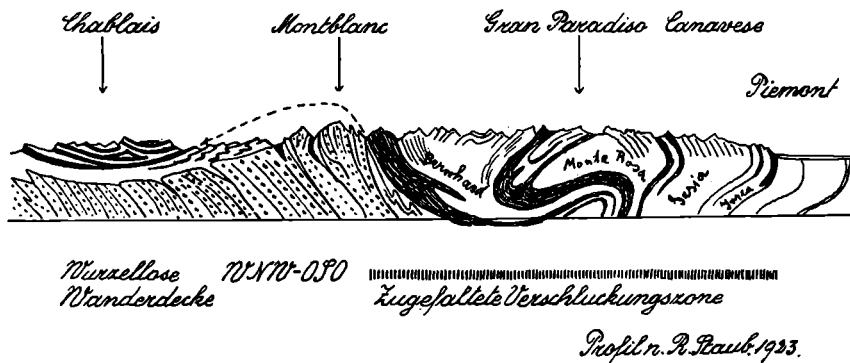


Abb. 6.

Das Profil zeigt zwei verschiedene Vorgänge, im N die Abfuhr von Bauüberschüssen, im S die Zufaltung einer breiten und tiefen Verschluckungszone. Die Baubelebung geht von der an Wärme reichen Verschluckungszone aus.

Für sie ist eine tiefe Versenkung charakteristisch, die von beiden Seiten oder auch nur von einer Seite her überfaltet oder überschoben wurde.

So finden wir also gerade in der Kernzone der Alpen statt riesiger Pressung und Steilfaltung von Altkristallin breite Versenkungszonen mit ihrer seitlichen Überwältigung. Die Überwältigung und Auffüllung der Senkgruben ist zum Teil mit richtigen Tauchdecken ausgeführt worden. Zu ihrer Ausbildung war hohe Erwärmung und Umkristallisierung nötig. Es ist daher recht wahrscheinlich, daß unter diesen Verschluckungszonen bald schon Einschmelzungsräume liegen.

Neben dieser Art von Verschluckungszonen kommen auch andere Formen derselben vor. Wenn die Zufaltungen oder Zuschiebungen ganz vollendet wurden, so können wir als letzte Spur an der Oberfläche nur mehr tektonische Bewegungsfugen erkennen.

Es ist nun mit diesen Bewegungen aus S oder SO noch lange nicht das Bauinventar der Alpen erschöpft. Vielmehr sind hier nach längerer Zeit der Abtragung neuerdings Bewegungsfluten durchgezogen. Sie waren diesmal in den Streichplan der älteren Gebirgsbildung eingeordnet.

Sie haben z. B. den Zuschnitt des langen Balkens der nördlichen Kalkalpen sowie ihre zackige Angriffsfront gegen W zurechtgeschnitten.

Sie haben aber auch die kristallinen Alpen und die Südalpen in ihre Macht bekommen und kräftig umgeformt.

An den Liegstellen sind jeweils ausgedehnte, scharfe Aufschiebungen entstanden, die man aber nicht auf die Rechnung der älteren S—N-Verfrachtungen setzen darf.

Die Unterscheidung zwischen der älteren S—N- und der jüngeren O—W-Bewegung ist nicht immer leicht auszuführen. Während bei der S—N-Bewegung die davon ergriffenen Gesteinsmassen zum erstenmal tektonisch durchgeregelt wurden, handelt es sich bei der O—W-Bewegung zur Hauptsache nur mehr um Blockbewegungen.

Dabei sind die älteren Feinstrukturen nicht mehr umgeformt, sondern lediglich nur verschleppt worden. (Abb. 7)

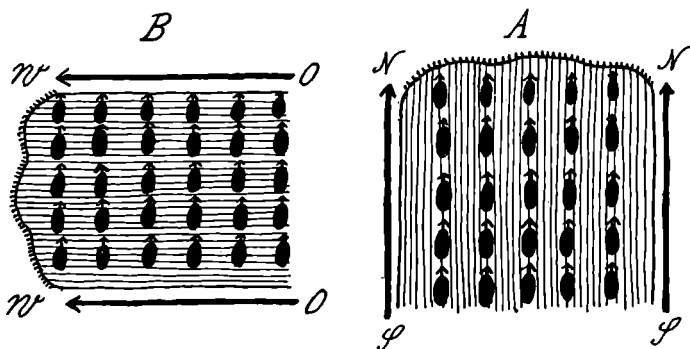


Abb. 7.

- A = eine von S gegen N verfrachtete Decke, deren innere Feinstrukturen von dieser ersten Bewegung beherrscht wurden.
 B = dieselbe Decke wird nach langer Zeit als Block von O gegen W verschoben, wobei die alten Feinstrukturen nicht mehr in die neue Richtung umgebaut, sondern nur mitgeschleppt werden.

Während also die Feinstrukturen für die S—N-Bewegungen wirklich richtig laufende Bewegungssiegel lieferten, gilt dies für die jüngere O—W-Bewegung nur mehr in beschränkten Fällen.

Die Verschiebungen vollzogen sich diesmal häufig in der Form von glatten Abscherungen, wobei kein Eingreifen in die Feinstrukturen stattfinden konnte. Es ist daher damit zu rechnen, daß man im Inneren derartiger von O gegen W verschobener Massen die alten S—N-Siegel noch unverseht finden kann. Man kann sich daher auf diese Angaben der Feinstrukturen hier nicht mehr verlassen.

Für die O—W-Bewegungen sind nur die Großformungen für eine Beurteilung der Fahrriechung maßgebend.

Wir haben erkannt, daß der Nappismus eine zwar elegante, aber doch unmögliche Konstruktion für die Auflösung des Alpenbaues bedeutet. Etwas anderes ist es aber mit der Deckentheorie, welche keineswegs mit dem Nappismus gleichlaufend zu sein braucht.

Durch Ersatz der Liegfalten durch Schub- oder Gleitdecken, der Wurzelzonen durch Verschluckungszonen, durch die Verwendung der Erklärungsmittel der Reliefüberschiebung, der Strukturverschleppungen und der O—W-Bewegungen vermag sie die Wege zum Fortschritt wieder freizulegen. Ich habe hier den Unterschied zwischen Nappismus und Deckenlehre schärfer ausgezogen, als dies gebräuchlich ist. Die Deckenlehre vermag ohne weiteres die brauchbare, große Erbschaft des Nappismus zu übernehmen, ohne in dessen Irrungen zu verharren.

Sie hat auch viele Möglichkeiten zum Weiterbau, von denen ich einige hier vorführen konnte.

So wird es auch gelingen, an die Stelle jener riesigen Geschwulstformen, welche der Alpenbau in den phantastischen Beleuchtungen des Nappismus angenommen hatte, zwar einfachere, aber wirklichkeitsnähere Bilder seiner Entstehung zu setzen.

Zum Schlusse möchte ich noch bemerken, daß die große und wichtige Arbeit von E. KRAUS über den „Abbau der Gebirge“ hier deshalb nicht herangezogen wurde, weil nur ihr I. Band erschienen ist und vom weiteren Ausbau noch wesentliche Fortschritte zu erwarten sind, welche ich nicht vermissen wollte.

(Urschrift eingegangen am 6. 3. 1940.)