

Eine Lateralverschiebung in den Salzburger Kalkalpen

VON ALFRED G. FISCHER,

mit 7 Abbildungen

Zusammenfassung

Die Lammer Störung am Nordrande des Hagengebirges und Tennengebirges wird als eine Lateralverschiebung aufgefaßt, deren westliche Verlängerung wohl durch Lofer und Waidring zum Wilden Kaiser führt. An dieser Störung scheint das norische Barrierenriff um etwa 30 oder 40 km versetzt zu sein. Auf Grund von synsedimentären Brucherscheinungen in den Triaskalken, und Sedimentärbreccien im Jura wird die Bewegung an dieser Störung hauptsächlich triadisch-jurassisch angesehen, gehört also einer Zeit an, zu der das Oberostalpin noch bodenständig war. Die juvavischen „Decken“ der Berchtesgadener „Schubmasse“ werden als einzelne untermeerische Gleitschollen gedeutet.

Abstract

The Torenn-Lammer fault zone at the northern margin of the Hagen range and Tennen range is interpreted as a strike-slip fault, the western extension of which passes by Lofer and Waidring to the Wilde Kaiser. Along this zone the Norian barrier reef appears to have been displaced by about 30 to 40 kilometers. Syn-sedimentary fracturing in the Triassic limestones, and sedimentary breccias of Jurassic age suggest that movement along this zone occurred mainly in Triassic and Jurassic times, before the Northern Limestone Alps were sheared off their roots to become allochthonous. The "juvavian thrust sheets" of the area are interpreted as submarine slide blocks.

Einleitung

Das Faziesbild der Alpen ist kompliziert. Zum Teil ist das durch die fazielle Buntheit gegeben, die das Gebiet zur Zeit der Ablagerung auszeichnete, und die auf verschiedene Absinkgeschwindigkeiten und andere tektonische Ereignisse zurückzuführen ist; zum Teil ist das schon von Anfang an bunte Bild dann durch die weiträumigen tektonischen Massentransporte verwirrt worden. Die Möglichkeit, dieses verwirrte Bild auf das ursprüngliche paläogeographische Faziesbild zurückzuführen, ergibt aber auch die beste Möglichkeit, den Modus, die Distanzen und die Richtungen des tektonischen Transportes zu erkennen. (Ich gebrauche dabei das Wort Tektonik im weitesten Sinne, schließe also Gravitationsbewegungen nicht aus.)

Bisher hat man in den Alpen den Massentransport fast nur durch die Überschiebung von Decken zu erklären versucht, obwohl schon AMPFERER von theoretischer Seite auf die Wahrscheinlichkeit größerer Lateralverschiebungen hinwies. Die Faziesverteilung der norisch-rhätischen Riffkomplexe in der Salzburger Gegend liefert ein höchst verworrenes Bild, das nur teilweise durch einfache Überschiebungen zu entzerren ist. Ein krasser Fazieskontrast tritt an der Lammer-Störung auf, der meiner Meinung nach am besten durch die Annahme einer Lateralverschiebung von etwa 30 bis 40 km im sinistralen Sinn (Westbewegung

Adresse des Verfassers: Department of Geology, Princeton University, Princeton, N. J., U. S. A.

des nördlichen Blockes gegen Ostbewegung des südlichen) zu lösen ist. Diese Lateralverschiebung führe ich hypothetisch über Lofer und das Tal von Waidring in die Störungen am Südrand des Wilden Kaisers. Sie wird hier als Ursprung der jurassischen Breccien in der Unkener Mulde (Kammerköhrgebiet) angesehen. Das Alter der Bewegungen scheint also vor-juvavisch und vorgosauisch zu sein. Im Überschiebungstransport der Nördlichen Kalkalpen wurde diese Lateralverschiebung im Sedimentgestein von ihrer aktiven Wurzel im Kristallin abgesichert und spielte seither nur eine untergeordnete, passive Rolle als Schwächenzone.

Diese Lateralverschiebung dürfte nur eine von vielen sein. Solche Verschiebungen sind viel schwerer zu erkennen als Überschiebungen oder große Vertikalbewegungen, da sie dem tektonischen Streichen und gewöhnlich auch den Fazies parallel laufen. Ihr Auftauchen in vielen Gebirgen der Welt läßt darauf schließen, daß sie ein unauffälliges, aber wichtiges Grundelement von Faltegebirgen sind, die vielleicht schon in den ersten Geosynklinallstadien beteiligt sind, und die einen erheblichen seitlichen Massentransport bedingen.

Für die Ermöglichung meiner Arbeiten in den Alpen bin ich vielen zum Dank verpflichtet: Der Socony-Mobil Gesellschaft, die uns die ersten Arbeiten in den Alpen ermöglichte; der United States National Science Foundation, deren Forschungsauftrag G-11.588 für die Jahre 1960—1964 und ein Stipendium (Senior Postdoctoral Fellowship) für das Jahr 1962/63 die finanzielle Unterlage schufen; Herrn Prof. Dr. W. HEISSEL, der mich während dieses Jahres so freundlich in sein Institut aufnahm; Herrn Dr. H. ZANKL, der mich zuerst in die Torrener Joch-Zone führte, und der trotz unserer verschiedenen Meinungen über die Ausdeutung der dortigen geologischen Erscheinungen ein treuer Freund und Kamerad geblieben ist; meinen amerikanischen Freunden und Kollegen Dr. Ch. HELSLEY, D. WISE und J. MAXWELL, die sich mit Lateralverschiebungen in anderen Gebirgen befaßt haben und die mit mir die Alpenprobleme im Gelände und am Schreibtisch besprachen; Herrn Prof. Dr. H. ZAPPE und Herrn Prof. Dr. H. KÜPPER, die immer bereit waren, mir mit Rat und Tat beizustehen; Herrn Dr. E. COTTER und Herrn J. GROSS, die mir bei der Geländearbeit behilflich waren; Herrn P. TEMPLE, der bei dem Entwurf der Skizzen half; und schließlich meiner Tante, Frau M. Freise, die mir und meinen Schülern und Freunden im Berchtesgadner Land einen Stützpunkt gewährte, und die unsere Arbeiten in jeder Hinsicht gefördert hat.

Die norisch-rhätischen Riffkomplexe

Die Erkenntnis und Deutung der triadischen Fazies geht großenteils auf MOJSISOVICS zurück — insbesondere die Erkennung der Hallstätter Fazies als eine Ablagerung des tiefen Wassers vor bzw. zwischen den Riffen. Das Gedankengebäude MOJSISOVICS' stammt hauptsächlich aus der Zeit ehe man den Deckenbau erkannt hatte; um das verstreute Vorkommen der Hallstätter Fazies zu erklären, war er genötigt, ein kompliziertes System von Tiefseekanälen anzunehmen.

HAUG (1906—1912) nahm für jede Fazies eine besondere Decke an. Dann gelang es aber NOWAK (1911) und HAHN (1913), die Übergänge von Fazies zu Fazies innerhalb tektonischer Einheiten zu finden.

Es handelt sich hier hauptsächlich um 4 Fazies: 1. im Norden, den Hauptdolomit; 2. den gebankten Dachsteinkalk in seiner oft frappant zyklischen Aus-

bildung (Loferer Fazies von SANDER, 1936); 3. die massige, überaus fossilreiche Rifffazies mit den dazugehörigen Übergußschichten; und 4. die pelitische, weiße bis rote bis schwarze, teils auch schieferige und hornsteinreiche Hallstätter Fazies mit ihren charakteristischen Faunen (Monotiden, Ammoniten und Mikrofauna).

Wo man nun innerhalb einer tektonischen Einheit Übergänge findet, liegt die gebankte Dachsteinfazies im Norden, die Rifffazies in der Mitte und die Hallstätter Fazies im Süden. Das sieht man wohl am besten im Göll-Brett Massiv, wo alle drei vorkommen (ZANKL, 1961, auch Abb. 5 und 6). Es steht auch so im Tennengebirge, wo allerdings die Hallstätter Fazies fehlt. Auch am Gosaukamm des Dachsteins liegen die Riffe im Nordosten, die Zwieselalm-Beckenfazies, die hier die Hallstätter Fazies vertritt, im Südwesten (ZAPFE, 1960). Im Gebiet von Hagengebirge—Steinernes Meer—Hochkönig liegt wieder die gebankte Dachsteinfazies im Norden, die Rifffazies im Süden; hier schalten sich allerdings Hallstätter Gesteine im Blühnbachtal von Osten her ein, in Vorkommen, die noch nicht recht geklärt sind, aber vielleicht eine Bucht darstellen. Auch in der Berchtesgadener Schubmasse (Reiteralmdedecke) stehen Riffgesteine am Südrand an (Mühlsturzhorn der Reiteralpe, Hochtrone im Untersberg); nördlich davon liegt Dachstein „backreef“.

Die kleineren Barrierenriffe und Riffstotzen wie das Steinplattenriff, Rötelandriff usw., die sich im Oberrhät im eigentlichen Hinterriffsbereich um die sich dort ausdehnenden Kössener Becken entwickelten, sind hierbei nicht berücksichtigt.

Diese Sachlage bewegte SPENGLER (in SCHAFFER, 1951), das paläogeographische Bild als ein Barriereriff zu zeichnen, das eine nördliche, gebankte Dachsteinkalkfazies von einer südlichen, viel geringermächtigen Hallstätter Fazies trennte.

Was stellen nun diese Fazies vor? Die Rifffazies selber braucht wohl keiner weiteren allgemeinen Erklärung. Die Dachsteinfazies ist, wie ZAPFE (1959) betont hat, eine ausgesprochene Seichtwasser „backreef“ Fazies, die weiter nach Norden hin in die biotisch ganz verarmte „ultra-backreef“ Fazies des Hauptdolomites übergeht. Nach meinen Beobachtungen (FISCHER, 1964) handelt es sich bei der zyklischen Loferer Fazies um ein Lagunenmilieu, das wieder und wieder trockengelegt wurde, um dann erneut überflutet zu werden, das also die Folge Diskordanz—Wattenmeersedimente—neritische Sedimente zyklisch wiederholt.

Die Hallstätter Fazies ist mehr umstritten worden, doch auch hier scheint mir das Bild ein eindeutiges zu sein: Die Riffe boten ihre Stirn nicht der seichten, teils nicht normal marinen Dachsteinfazies, sondern der Südseite. So sehen wir auch im Göll-Brett-Massiv die großen Übergußschichten nach Süden zu entwickelt; diese Übergußschichten und ihre teils recht groben Sedimentärbreccien sind mit Hallstätter Linsen und Keilen verzahnt. Es ist also klar, daß die Hallstätter Fazies eine „Hungerbeckenfazies“ des tieferen Wassers vor den Riffen darstellt, was auch ganz aus dem starken pelagischen Einschlag der Fauna, aus Mangananreicherungen und aus der allgemeinen Abwesenheit von Algen hervortritt. Daß Algen stellenweise vorkommen (ZAPFE, 1959), ist kein Gegenbeweis — sie können massenhaft in der Nähe von Riffen in die Tiefe befördert werden, wie das z. B. am permischen Kapitanriff in Texas und Neu-Mexiko der Fall ist (NEWELL et al., 1953), wo *Mizzia* an der Rifffront in Gesteinen von 500 m Ablagerungstiefe massenweise auftreten kann.

Die roten Gesteine, die vielfach in der gebankten Dachsteinfazies auftreten, sind von LEUCHS (1928) und anderen als Hallstätter Gesteine angesprochen worden, haben aber nach meinen Untersuchungen wohl nur die chemische Zusam-

mensetzung mit der roten Hallstätter Fazies gemeinsam, die beiderseits auf einer Anreicherung von Hämatit und anderen wenig löslichen Bestandteilen beruht. Weder das Biota noch die benachbarten Gesteine sprechen für ein gleiches Entstehungsmilieu (FISCHER, 1964).

In einer ausgezeichneten Arbeit über die Hallstätter Fazies kam SCHWARZACHER (1946) zu dem Schluß, daß sie wohl nicht in mehr als 200 m Tiefe abgelagert wurde. Die Gründe zu diesem Schluß — Kreuzschichtung und andere Anzeichen von Strömung und Umlagerung des Sedimentes — sind aber beim heutigen Stand der Kenntnisse über den Meeresboden nicht mehr stichhaltig (dagegen sind SCHWARZACHERS Beobachtungen am Gestein bis jetzt unübertroffen geblieben). Unter der Annahme, daß der verhungerte Teil des Beckens wenigstens so weit abgesunken ist als die angefüllten Teile, würde ich die Wassertiefe der norisch-rhätischen Hallstätter Kalke auf 400 bis 1000 m anschlagen, obwohl Keile und isolierten Linsen der Fazies wohl auch höher in den Riffbereich hineinreichten.

Obwohl die Faziesverhältnisse innerhalb der einzelnen tektonischen Einheiten auf ein verhältnismäßig einfaches paläogeographisches Bild hinweisen, ist die jetzige geographische Verbreitung der Fazies eine außerordentlich komplizierte (Abb. 5 und 6; siehe auch ZAPPE*, 1962). Hier herrscht auf den ersten Blick die größte Unordnung.

Hallstätter und Reiteralms-Decken

Versuchen wir es erst, das Faziesbild von heute (Abb. 5 und 6) durch das Abwickeln der unverkennbaren Decken zu vereinfachen. Es handelt sich hier um die Berchtesgadener Schubmasse. Der untere Teil dieser besteht aus einzelnen Schollen der Hallstätter Fazies, die weithin über das Gebiet der gleichaltrigen Dachsteinfazies verstreut sind, und meist auf Tithon-Neokom liegen. Man sieht sie gewöhnlich als Denudationsreste einer geschlossenen Hallstätter Decke (obere H. D. des Salzkammergutes) an. (MEDWENITSCH, 1961, glaubt auch bei Hallein Reste der Unteren Hallstätter Decke auf dunklerem, schlammigerem, kieseligem Faziesbereich zu erkennen.) Mir scheint es aber viel wahrscheinlicher, diese Schollen als einzeln abgeglittene Brocken zu beurteilen, welche zur Neokomzeit von einem aufgetauchten tektonischen Wulst (hier als Pongauer Schwelle bezeichnet) im Hallstätter Faziesbereich nach Norden, in die Meerestiefe rutschten (Abb. 3). Alle solche Schollen lagen erst auf Neokom, kamen aber durch spätere tektonische Bewegungen teilweise gegen ältere Schichten zu liegen.

Das obere Stockwerk der Berchtesgadener Schubmasse, die Reiteralmscholle, erstand wohl auf ähnliche Weise, aber etwas später, als sich die Pongauer Schwelle weiter nach Westen ausdehnte und dabei den norischen Riffgürtel und benachbarte Teile der norischen Lagunenfazies erfaßte. Diese Scholle hatte allerdings größere Ausmaße; ihre Heimat ist wohl westlich des Hochkönigs zu suchen (Abb. 4).

Wie ich anderswo ausführen werde, ist eine Wassertiefe von 2000 bis 3000 m für das Tithon-Neokommer nicht unwahrscheinlich. Die Berchtesgadener Schubmasse oder besser Gleitscholle verschwand demnach fast oder ganz unter dem Wasserspiegel. Doch bald dehnte sich der tektonische Wulst noch weiter nach Norden aus, hob die ganze Gegend aus dem Wasser, und setzte die ganze Masse des Oberostalpins ins Gleiten. (Dabei möchte ich aber betonen, daß die tieferen tektonischen Einheiten wie Penninikum und Unterostalpin wohl nicht auf solch Oberflächengleiten zurückgeführt werden können.)

Lammer-Zone

Nach solchem Abwickeln der Berchtesgadener Gleitschollen bleibt noch eine große Anomalie im Faziesbild bestehen: Entlang einer Zone, die sich vom Torrener Joch (zwischen dem Göll-Brett-Massiv und dem Hagengebirge) nach Osten dem Nordrand des Tennengebirges entlang zieht (Lammertal), wiederholt sich die Faziesfolge in Nord—Süd-Richtung. D. h. südlich der Linie finden wir Riffe (Hochkönig, Tennengebirge), die nach Norden zu in den lagunären Dachsteinkalk übergehen; dann treffen wir auf eine große tektonische Störung, welche den Südrand der Lammerzone darstellt. Nördlich von dieser Störung liegt erst ein Streifen Hallstätter Gesteine, dann die Riffazies (nur im Göll-Brett-Komplex und im Gosaukamm erhalten), und nördlich davon wieder der Übergang in die lagunäre Dachsteinfazies.

Der Gedankengang über diese Zone ist in den ausgezeichneten Arbeiten von PLÖCHINGER (1955) und von ZANKL (1962) besprochen worden, und braucht hier nur kurz erwähnt zu werden. Vor ZANKL sah man hauptsächlich in einem Teil oder in der Gesamtmasse der Hallstätter Gesteine und Riffe nördlich der Störung eine juvavische Decke. Das trifft aber jedenfalls für den Göll-Brett-Komplex nicht zu: Hier sind die Fazies von den Hallstätter Gesteinen im Süden bis zu den geschichteten Dachsteinkalken des Kehlsteins im Norden so schön durch Verzahnungen und Übergänge verbunden, daß man das Ganze als einen einzigen Fazieskomplex ansehen muß; und da die Gesteine auf der Nordseite von tithonischen Oberalmschichten und von Hallstätter Schollen der Berchtesgadener Schubmasse überlagert sind, gehört der Göll-Brett-Komplex ganz klar zum Tirolikum, wenn er auch an Schuppenflächen nach Westen hin über Jura geschoben ist. Mit dem Dachsteingebiet bin ich weniger vertraut, doch scheinen mir im westlichen Teil (Gosaukamm) keine Beweise für eine weit und flach überschobene juvavische Dachsteindecke vorzuliegen.

Es gibt meiner Meinung nach nur zwei Möglichkeiten zur Erklärung dieser faziellen Anomalie an der Torrener—Lammer-Zone: Entweder ist sie eine ursprüngliche Faziesangelegenheit, wie ZANKL annimmt, oder sie ist durch eine Lateralverschiebung mit Bewegung von etwa 30 bis 40 km hervorgerufen, die das Tirolikum schief durchschneidet und hier um rund 15 km verbreitert hat.

Nach ZANKL (1962) ist die Torrener—Lammer-Zone eine tektonische Schwelle, d. h. ein Streifen, der weniger schnell abgesunken ist als das normale Tirolikum im Norden und Süden. Er begründet diese Annahme darin, daß die triadische Schichtfolge in der Zone viel weniger mächtig ist als im normalen Tirolikum, und daß es sich um Seichtwasserfazies handelt. Ich kann ihm in der letzten Annahme keineswegs beistimmen: Die einzigen Sedimente dieser Schichtfolge, die man ohne weiteres als Seichtwassersedimente ansprechen kann, sind das Haselgebirge und die Diploporen-reichen Steinalmkalke, welche nahe der auf jeden Fall seichten Basis der marinen Schichtfolge liegen. Wie oben ausgeführt wurde (siehe auch Abb. 1), sind die Hallstätter Kalke des Nor durchaus als Bildungen tieferen Wassers aufzufassen, da sie sich mit den Übergangsschichten der Riffe verzahnen; solche großen Barriereriffe können sich überhaupt nur gegen tiefere Wassergebiete zu entwickeln, da ihnen stetige Zufuhr von frischem Meerwasser unerlässlich ist; eine Ernährung der Riffe von der lagunären Seite der faunistisch verarmten Dachsteinfazies her ist ausgeschlossen. Im Gegensatz zu ZANKL müssen wir also die Torrener—Lammer-Zone als eine Zone gleich schnellen oder schnelleren Absinkens anschauen, wo Seichtwasser wohl nur bis zum Anis

herrschte, und sich dann durch die geringe Sedimentation aber fortdauerndes Absinken ein Hungerbecken entwickelte, mit Wassertiefen von wenigstens einigen hundert Metern. Für die Zeit des Nor und Rhät kommen wir dann also auf Mojsisovics' Auffassung von „Tiefseekanälen“ zurück.

Man könnte also in etwas abgeändertem Sinne ZANKLS die Anomalie als eine norische Tiefseerinne auffassen, die vom weiter ausgedehnten Tiefwasserbereich des Südens hier nordwestlich durch das Barrierenriff Hochkönig—Tennengebirge—Gosaukamm in das ausgedehnte Lagunengebiet hineinreichte, und an

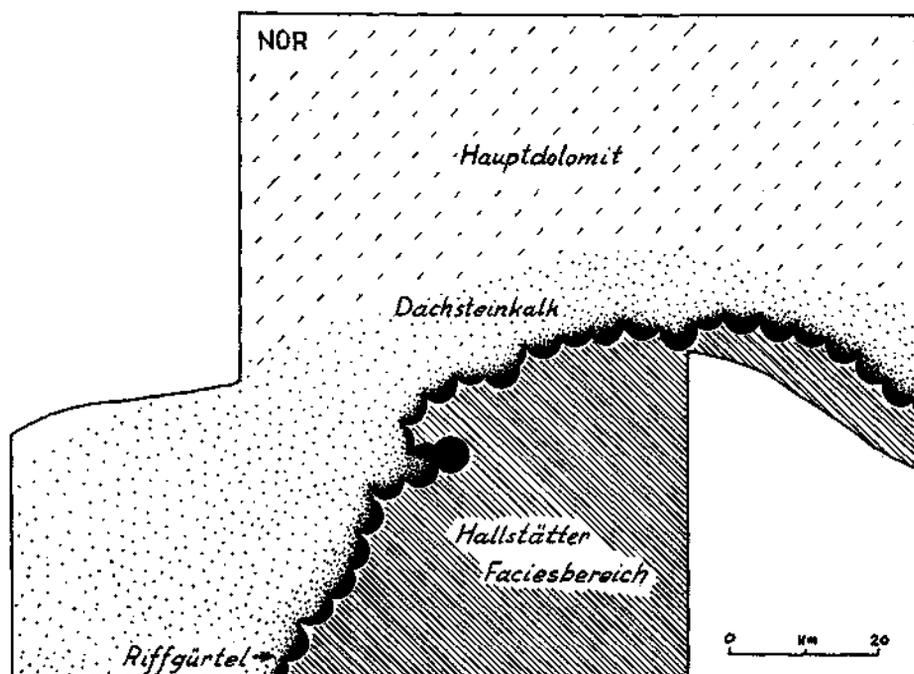


Abb. 1. Nor. Rekonstruktion der Faziesverteilung zur Zeit der Ablagerung. Tieferer Hallstätter Faziesbereich (Hungerbecken) durch bogenförmigen Riffgürtel (Barriereriff) vom seichten lagunären Dachsteinkalk-Bereich und ultralagunären Hauptdolomit getrennt.

deren Nordseite sich auch Riffe entwickelten (Göll-Brett). Dagegen spricht aber, daß man auf der Südseite keinerlei Anzeichen von Faziesübergängen sieht: Die Lammer-Störung trennt die Hallstätter Fazies im Norden scharf von der lagunären Dachsteinfazies im Süden. Man müßte also annehmen, daß am Südrand der Lammer-Zone der Übergang von den Hallstätter Rinnensedimenten zu den Flachwasser-Dachsteinkalken des Hagengebirges und Tennengebirges abrupt war. Man müßte ferner annehmen, daß an den Stellen, wo norische Sedimente noch am Südrand der Störung erhalten sind, die Übergangsfazies durch irgendwelche tektonische Vorgänge ausgequetscht ist, daß sie also verschwunden ist.

Die mir wahrscheinlichere Möglichkeit ist in Abb. 2 dargestellt. Nach dieser Hypothese ist die Störung am Südrand der Torrener—Lammer-Zone eine Ost-West bis Südost streichende Lateralverschiebung, welche ein bogenförmiges Barriereriff in spitzem Winkel durchschnitt und um etwa 30 bis 40 km verschob, in

sinistralen Sinn — die Nordseite nach Westen oder Südseite nach Osten. Nach Osten zu läuft diese Verschiebung in die Grenze zwischen Kalkalpen und Mittelostalpin (Salzachstörung) hinein — welche ich auch als eine Lateralverschiebung großen Ausmaßes ansehe.

Nach Westen ist der weitere Verlauf nicht leicht zu verfolgen; ZANKL (1962, Abb. 1) zog die Störung südlich des Jenner bei Kessel und St. Bartholomä über den Königsee, in den Watzmannstock hinein und ließ sie dort zu Ende gehen. Es besteht kein Zweifel, daß eine Störung mit eingedrungenem Diapir in dieser

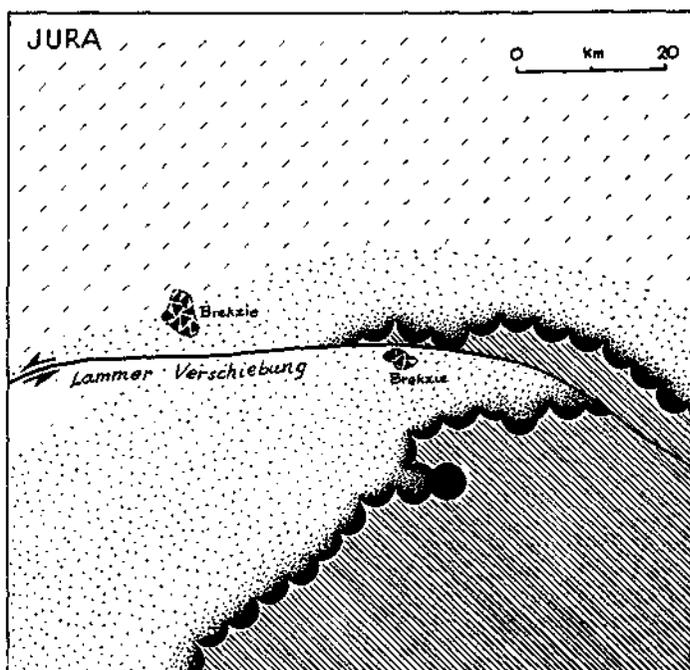


Abb. 2. Verschiebung der norischen Fazies im Jura. Nur unter Rhät und Jurasedimenten begraben, darüber tiefes Wasser Lammer Verschiebung im Gang, schneidet spitzwinklig durch den Riffgürtel, und verschiebt ihn um 30—40 km. An der Störung entlang entstehen steile Wände und Halden, wohl unter dem Meer, teils nach Süden, teils nach Norden gerichtet. Von diesen werden Breccien mit triadischen und jurassischen Komponenten in die Juraablagerungen geschüttet.

Richtung läuft — nur sehe ich sie als einen kleinen, hauptsächlich vertikal bewegten (und vielleicht viel späteren) Seitenzweig der Hauptstörung (Lateralverschiebung) an. Diese muß nördlich des Jenner verlaufen, denn der Jenner hat einen Unterstock, der aus lagunären Dachsteinkalken besteht, und zum Hagengebirge paßt. Lediglich der Gipfel des Jenner besteht aus Gesteinen der Lammer-Zone (Riffschutt, wie ZANKL feststellte), und stellt also eine Einheit dar, die (tektonisch oder gravitatisch) von der Zone nach Süden überschoben wurde. Weiter nach Westen führe ich die Lateralverschiebung theoretisch durch den Südrand des Berchtesgadener Talkessels, unter das Südende der Reiteralm, in die Gegend von Lofer, bis wohin auch LEBLING (1915) diese Störung verfolgte, und von dort aus durch das Waidringer Tal in die Störungen

am Südrand des Wilden Kaisers, welche schließlich von der Inntallinie (auch eine große Lateralverschiebung?) abgeschnitten wird.

Im Waidringer Tal ist allerdings keine Störungszone aufgeschlossen, doch ist der Bau des Tales zwischen Lofer und Waidring dem des Lammertales und des Torrener Joches frappant ähnlich: Am Südrande aller dieser Täler taucht der geschichtete Dachsteinkalk, mit Fetzen von überlagerndem Jura, nördlich in das Tal hinein (siehe Abb. 6, Torrener Joch). In allen besteht die Nordseite aus nordwärts einfallenden Schichten von Mittel- und Obertrias (obwohl die steilen

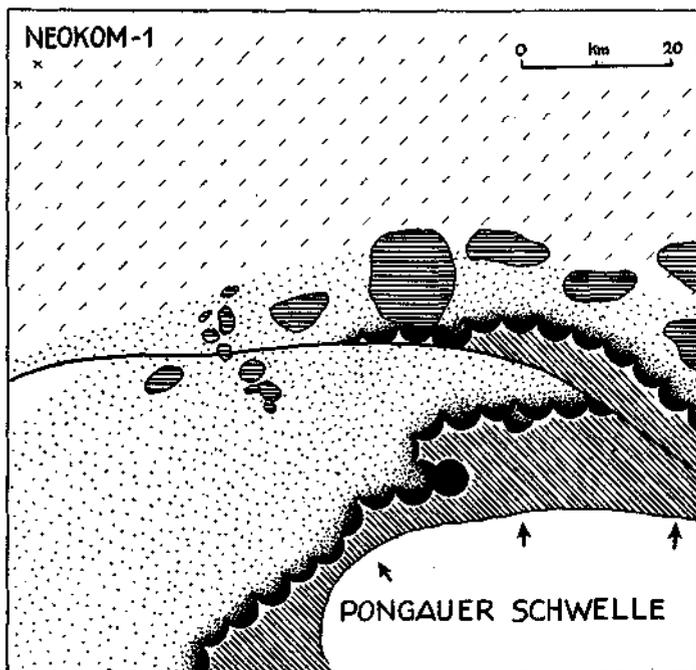


Abb. 3. Verteilung der norischen Fazies, Neokom-1. Nor-Sedimente in mittleren und nördlichen Teilen des Gebietes jetzt noch tiefer unter Ablagerungen begraben, und unter tiefem Wasser. Im Süden taucht die Pongauer Schwelle auf, von der die unteren juvavischen Schollen, mit Hallstätter Fazies, nach Norden abgleiten. Sie liegen natürlich nicht direkt auf der triadischen Lagunenfazies, sondern schwimmen darüber, auf Neokom.

Übergußschichten der Riffhaldenfazies am Torrener Joch stellenweise südliches Fallen vortäuschen). Es ist also unumgänglich, auch im Waidringer Tal eine Störung anzunehmen; und anziehend, im Waidringer Tal die Fortsetzung der Torrener-Lammer Störungszone zu erkennen — ganz gleich, ob man diese nun in meinem Sinne als eine Lateralverschiebung deutet oder nicht.

Ich habe keine kleintektonischen Untersuchungen an dieser Zone ausgeführt, doch möchte ich auf zwei Beobachtungen hinweisen: 1. sieht man im Bereich dieser Zone recht viele horizontale Rutschharnische an Klüften. Nun sind solche horizontalen Rutschharnische anscheinend in den Alpen weit verbreitet und deuten auf ein verbreitetes Vorkommen von Lateralverschiebungen (siehe auch MOODY & HILL, 1964); ihre genauere Bedeutung an dieser Zone wäre wohl nur durch statistische Untersuchungen von Häufigkeit und Richtung zu er-

fassen. 2. Liegt im Lammertal, am Strubberg, eine ausgesprochene S-förmig geschweifte Antiklinale (Abb. 7), welche von Nordwesten nach Südosten in spitzem Winkel auf die Störung zuläuft und nach SW überkippt ist, ganz wie sie nach MCKINSTRY (1953) und MOODY & HILL (1956) an einer sinistralen Lateralverschiebung zu erwarten ist.

Ich kenne an dieser hypothetischen Verlängerung keine weiteren direkten Anzeichen von Lateralverschiebungen, wohl aber indirekte — nämlich Breccien

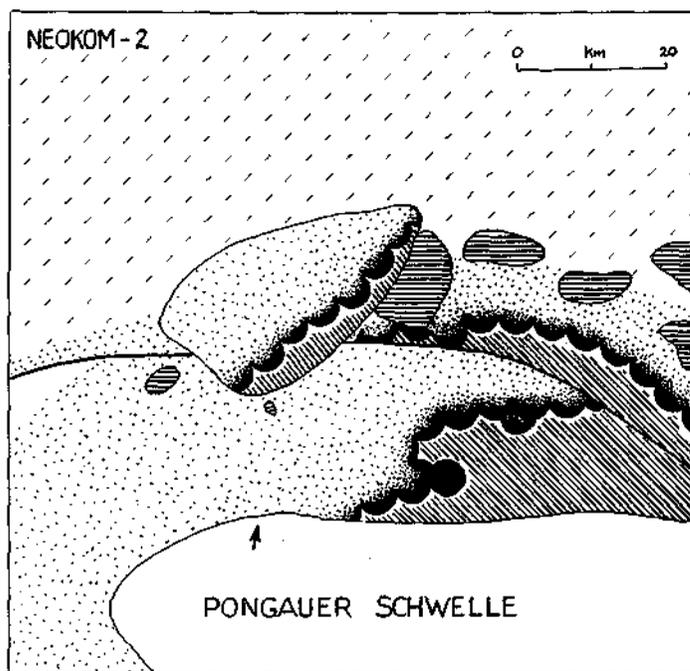


Abb. 4. Verteilung der norischen Fazies, Neokom-2. Die Pongauer Schwelle steigt und dehnt sich nach Westen aus, und bringt die große Reiteralmsholle, mit Riff und Lagunenfazies, zum Abrutsch. (Hierauf steigt das ganze Gebiet aus dem Meer, und das Oberostalpin als Ganzes wandert nach Norden.)

in den Juragesteinen der Unkenner Mulde, die auf eine größere Störung in der Gegend hinweisen. Wie auf Abb. 4 dargestellt ist, wird die Lateralverschiebung zwischen Hagengebirge und Tennengebirge durch eine spätere Verschiebung geschnitten und versetzt. Solche Versetzungen sind auch in der hier hypothetisch erdachten westlichen Fortsetzung durch Lofer, Waidring usw. zu erwarten, denn, wie unten erläutert wird, scheint die Lateralverschiebung sehr alt, d. h. vorjuvavisch, zu sein, hat also viele spätere Bewegungen mitgemacht.

Alter der Lateralverschiebung

Synsedimentäre Brüche in den triadischen Gesteinen. SCHWARZACHER (1946) hat in seiner scharfsinnigen Arbeit über die Hallstätter Fazies den Nachweis erbracht, daß der Meeresboden, auf dem sich diese Kalke abgelagerten, während der Sedimentation von Spalten aufgerissen wurde. Das-

selbe ist im lagunären Dachsteinkalk zu sehen, der an vielen Stellen von Spalten durchsetzt ist, die ihrerseits wieder teilweise mit triadischen, im oberen Teil auch von jurassischen Sedimenten angefüllt sind (FISCHER, 1964). Besonders schön sind solche „neptunische Gänge“ (mit triadischen Gesteinen und auch Fossilien) triadischen Alters im Tennengebirge, z. B. am Weg vom Oedl-Haus zum Eingang zur Eisriesenwelt-Höhle zu sehen. Hier sind die Spalten ausgesprochene Verwerfungen, die sich in tektonische Breccien auflösen können. Es

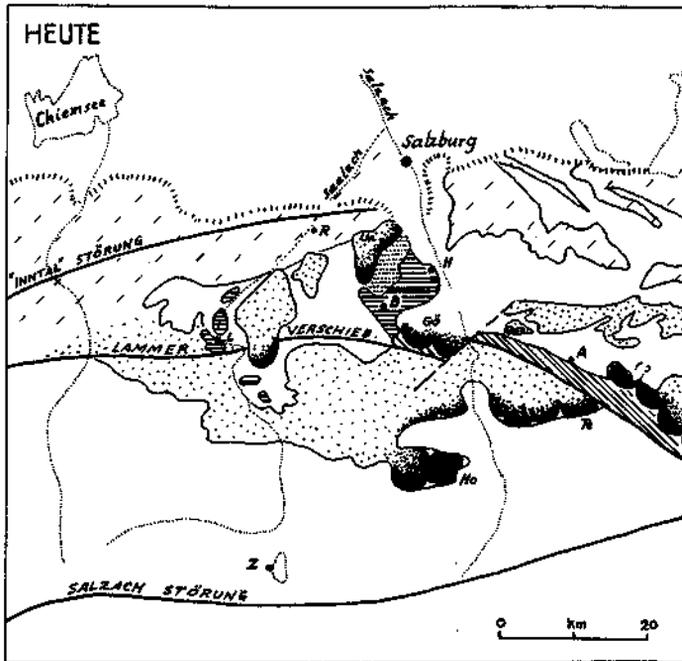


Abb. 5. Die heutige Verteilung der norischen Fazies. L: Lofer; R: Reichenhall; B: Berchtesgaden; H: Hallein; A: Abtenau; Z: Zell am See; Un: Untersberg; Gö: H. Göll; Go: Gosaukamm; Te: Tennengebirge; Ho: Hochkönig.

scheint also, daß das Gebiet schon in der Triaszeit von einer Bruchtektonik beansprucht wurde.

Breccien im Jura. Zur Jurazeit kam es stellenweise zur Ausbildung von Sedimentärbreccien, die aus triadischen Komponenten bestehen und wohl größtenteils den Schutt von Bruchwänden darstellen. ZANKL zeigte mir eine solche Breccie am Südrand der Königstal Alm, etwa 2 km südlich der Torrener-Lammer-Störung.

Eine viel größere Breccie dieser Art liegt in der Unkenner Mulde, nordwestlich von Lofer, also nördlich der hypothetischen westlichen Fortsetzung der Lateralverschiebung im Waidringer Tal. Diese sedimentäre Breccie wurde als solche von HAHN (1910) erkannt und kartiert und dann von VORTISCH (1937, auch in SCHAFFER et al., 1951) als eine tektonische Breccie gedeutet, was aber nicht aufrecht zu erhalten ist. Sie wird zur Zeit von Herrn R. GARRISON bearbeitet, dem ich für verschiedene neue Angaben zu Dank verpflichtet bin.

Die Breccie in der Unkenner Mulde erreicht an der Schwarzbergklamm eine Mächtigkeit von bis zu 60 m. Sie besteht hauptsächlich aus triadischen Kalkblöcken, die größtenteils aus dem rhätischen Riffkalk (Steinplattenriff) stammen, aber nach GARRISONS Untersuchungen sind im untersten Teil auch Kössener Brocken, im obersten auch Blöcke von Dachsteinkalk eingeschlossen. Dazu kommen auch Blöcke von liassischen Adneter Kalken und Stücke von Radiolarit. Die Größe der Blöcke reicht vom dm-Bereich in den m-Bereich.

Die ersten Blöcke dieser Breccie liegen in den letzten Schichten der Adneter Kalke; der Hauptteil der Breccie ist aber jünger und überlagert an vielen Stellen die ersten Bänke des Radiolarites; die Breccie wird dann von Radiolarit oder, stellenweise, von den untersten Schichten des Oberalmkalkes überlagert.

Wie ich anderwärts ausführen werde, stellt der Radiolarit eine Hungerbeckenfazies dar. Diese Breccie erfordert eine synsedimentäre Tektonik, welche in der Nähe die oberen Partien der triadischen Kalke aufgeschlossen hat und

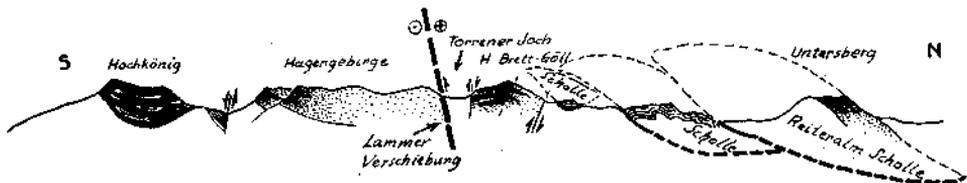


Abb. 6. Verteilung der norischen Fazies im Querschnitt vom Hochkönig zum Untersberg (Profil teils nach HEISSEL). Von Süd nach Nord:

Hochkönig: Rifffazies (schwarz) mit Hallstätter Keilen. Zwischen Hochkönig und Hagengebirge: Hallstätter Fazies (gestrichelt) — Bucht im Riff?

Hagengebirge: Lagunärer Dachsteinkalk (punktiert) mit Riffübergang im Süden. Lammer Verschiebung.

Torrener Joch: Hallstätter Fazies keilt in die Übergangsschichten des Hohen Bretts.

H. Göll—H. Brett: Riff, nach Norden Übergang in lagunären Dachsteinkalk.

Schollen mit Hallstätter Fazies.

Untersberg: Reiteralm Scholle mit Rifffazies und nördlichem Übergang in lagunären Dachsteinkalk.

von da aus Schutt auf den Radiolarienschlamboden ausbreitete. Dafür kommt wohl nur eine steile Bruchwand in Frage, welche aber nicht aus dem Meer geragt haben muß — solcher Schutt kann sich wohl auch untermeerisch bilden. Dieser Bruch schnitt also das Rhätiriff, die Kössener Schichten und den Dachsteinkalk. Er lag wahrscheinlich südlich des Kammerköhrgebirges, im Waidringer Tal — und fällt also mit der hypothetischen westlichen Verlängerung der Torrener-Lammer-Störung zusammen.

Andere jurassische Breccien, z. B. die bekannte Hornsteinbreccie im Sonnwendgebirge, sind wohl auch auf solche Bruchhänge zurückzuführen.

Demnach wären also diese Lateralverschiebungen, wohl von kleineren Vertikalbewegungen begleitet, vielleicht schon in der Trias, und anscheinend hauptsächlich im Jura in Bewegung gewesen; also zu einer Zeit, zu der die Kalkalpen wohl noch im entfernten Süden wurzelten. Die Lateralverschiebung wurde dann wohl von den juvavischen Deckschollen teilweise überdeckt. Dann, wohl auch schon in der vorgosauischen Kreidezeit, wurde das Sedimentpaket der Kalkalpen mit Teilen des herzynischen Untergrundes (Grauwackenzone) vom Sockel gelöst und begann die Wanderung nach Norden. Dabei wurde also

der obere Teil der Lateralverschiebung von ihrem aktiven Hauptteil (der wohl die ganze Kruste durchschneidet) abgesichert und reagierte seither wohl nur passiv, als eine Schwächenzone innerhalb des Oberostalpins. Später angelegte Lateralverschiebungen (?) schnitten die hier behandelte Verschiebung im Osten und Westen ab.

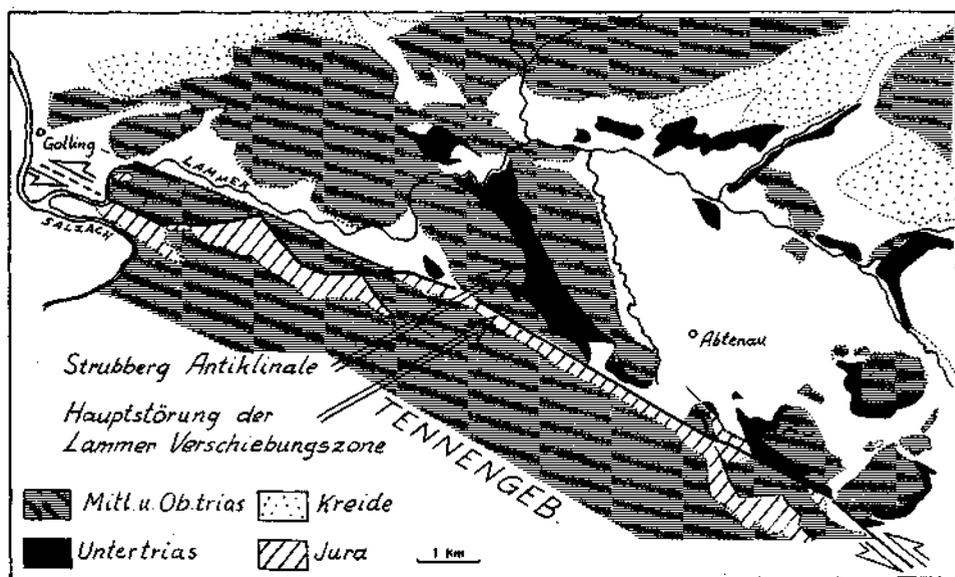


Abb. 7. Das Lammertal. Lammer Verschiebung am Nordrand des Tennengebirges. Spitzwinklig dazu die nach SW überkippte Strubberg Antiklinale. Untertrias teils diapirisch. Abgeändert und vereinfacht nach PLÖCHINGER.

Schlußbemerkungen zur Hypothese der Torrener-Lammer-Lateralverschiebung

Das Konzept, zu dem ich hier gelangt bin, enthält vielleicht mehr Phantasie und entbehrt mehr Grundlagen als wünschenswert. Ich glaube aber hier eine zusammenhängende Hypothese aufgestellt zu haben, die sowohl den spät-triadischen Fazies, soweit bekannt, als auch den jurassischen Breccien gerecht wird. Mehr als irgend etwas anderes ist sie eine Fragestellung zu weiteren Arbeiten: Wenn sie richtig ist, dann sollte sie sich auch aus den Fazies der mittleren Trias und, vielleicht in geringerem Ausmaß, aus den Fazies des Lias erkennen lassen; auch sollten die tektonischen Gefüge innerhalb der Torrener-Lammer-Zone und in den angrenzenden Teilen des Hagengebirges und Tennengebirges entweder für oder gegen solchen Lateraltransport sprechen. Es gibt also noch viele Möglichkeiten, diese Hypothese weiterhin zu prüfen.

Anknüpfende Gedanken

Lateralverschiebungen von großen Ausmaßen sind jetzt aus verschiedenen Gebirgen bekanntgeworden (MOODY & HILL, 1956). So kennen wir den Great Glen fault aus den Kaledoniden Schottlands, den San-Andreas-Bruch und an-

schließende Störungen aus Kalifornien, die Bocono-Störung und andere aus dem Südflügel des Antillenbogens, usw. Beweise der Verschiebungsentfernungen sind gewöhnlich schwer zu fassen, da diese Bewegungen großenteils synsedimentär und über lange Zeiträume hindurch aktive waren, sich also immer wieder verwischten und neu ausbildeten; weiterhin, weil sie vielfach dem Streichen der Geosynklinalen, der Gebirge und der Fazies mehr oder weniger parallel laufen (CROWELL, 1956). Gewöhnlich bilden sie Streifen zerscherten und mylonitisierendes Gesteines, die oft geradlinige Täler bilden.

In Gebirgen mit Deckenbau sind solche Lateralverschiebungen noch besonderen Komplikationen ausgesetzt, wie schon erwähnt wurde: Man kann erwarten, daß manche vor dem Deckenbau ausgebildet wurden und dann durch den Deckenbau sozusagen geköpft wurden; die Wurzeln blieben vielleicht auch während des Deckenbaues aktiv und zerrissen möglicherweise eine gegebene, darüber hinweggleitende Decke an verschiedenen Stellen; schließlich darf man auch Lateralverschiebungen nach der Vollendung des Deckenbaues erwarten.

Da Lateralverschiebungen trotz solcher Komplikationen und Schwierigkeit der Erkennung doch in einem Gebirge nach dem anderen erkannt werden, dürfen wir wohl annehmen, daß sie eine normale Komponente der orogenen Gürtel sind. Es besteht die Möglichkeit, daß die Orogene sowohl durch große Lateralverschiebungen der Erdkruste als auch durch Kompression und Verschluckung charakterisiert sind, und daß solche Erscheinungen, wie das Aufdringen von Laven aus der Tiefe und das Eindringen von Serpentinmassen in gangartiger Form, sowohl als auch die Entwicklung von Diapiren an Lateralverschiebungen stattgefunden haben.

In den Alpen ist der Deckenbau so überwältigend ausgedrückt, daß man bis jetzt fazielle Anomalien hauptsächlich auf seine Rechnung geschrieben hat, und ihn dadurch, wie oben ausgeführt, für zu viel verantwortlich gemacht hat. Mit fortschreitenden Kenntnissen wird man in zunehmendem Maße andere Möglichkeiten, besonders die Lateralverschiebungen, in Erwägung ziehen müssen. Die Alpen sind von vielen geradlinigen Tälern durchquert, welche auch tektonische Grenzen darstellen (Judikarielinie, Inntallinie, Salzachlinie usw.). Im jetzigen Stande der tektonischen Forschung werden sie alle als mögliche Lateralverschiebungen verdächtig. Um diesen Fragen weiter nachzugehen, braucht man vor allem 1. viel genauere Fazieskenntnisse als bisher, und 2. eingehende Untersuchungen der tektonischen Gefüge an den Rändern dieser Zonen.

Literatur

- AMPFERER, O.: Über den Westrand der Berchtesgadener Decke. — Jb. d. geol. Bundesanst. 77, 1927, S. 205—232.
- CROWELL, J. C.: Displacement along the San Andreas Fault. — Geol. Soc. Amer., Spec. Paper 71, 1962, S. 1—71.
- DEL NEGRO, W.: Geologie von Salzburg. — Univ.-Verl. Wagner, Innsbruck 1950.
- Deutsche Geol. Gesellschaft, Exkursionsführer und Vortragsreferate der 112. Hauptversammlung in Bad Tölz, 1960.
- FISCHER, A. G.: The Lofer cyclothem of the Alpine Triassic. — Kansas Geol. Survey Bull. 169, 1964 (im Druck).
- HAHN, F. F.: Grundzüge des Baues der nördlichen Kalkalpen zwischen Inn und Enns. — Mitt. geol. Ges. Wien, 6, 1913.
- HAUG, E.: Les nappes de charriage des Alpes septentrionales. — Bull. Soc. geol. France, Ser. IV, 6 & 12, Paris 1906 & 1912.
- HEISSEL, W.: Geologischer Schnitt durch die Salzburger Kalkalpen von S nach N. — Verh. geol. Bundesanst., Sonderheft A, 1950—51, Taf. X, Fig. 2.

- LEBLING, C.: Über die Herkunft der Berchtesgadener Schubmasse. — Geol. Rundschau 5, 1914, S. 1—23.
- LEUCHS, K., 1928: Beiträge zur Lithogenese kalkalpiner Sedimente. I. Teil: Beobachtungen an Riffgesteinen der nordalpinen Trias. — N. Jahrb. Min. usw., 59 (B), 1928, 357—408.
- MEDWENITSCH, W.: Die Bedeutung der Grubenaufschlüsse des Halleiner Salzberges für die Geologie des Ostendes der Berchtesgadener Schubmasse. — Z. deutsch. geol. Ges., Jhg. 1961, 113, S. 463—494.
- MOODY, J. D., & HILL, M. J.: Wrench-fault tectonics. — Geol. Soc. Amer. Bull., 67, 1956, 1207—1246.
- MOODY, J. D., & HILL, M. J.: Erwiderung zu Prucha, J. J., Moody and Hill system of wrench fault tectonics. — Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull., 48, 1964, 112—122.
- NEWELL, N. D., RIGBY, FISCHER, WHITEMAN, HICKOX & BRADLEY: The Permian Reef Complex of the Guadalupe Mountain Region, Texas and New Mexico. — Freeman and Co., 1953, 236 S.
- PLÖCHINGER, B.: Gosau—Golling, Geologischer Führer zu den Exkursionen. — Verh. geol. Bundesanst., Sonderheft A, 1950-51, S. 64—70.
- PLÖCHINGER, B.: Zur Geologie des Kalkalpenabschnittes vom Torrener Joch zum Ostfuß des Untersberges: die Gölmasse und die Halleiner Hallstätter Zone. — Jhb. geol. Bundesanst. 95/1, 1955, S. 93—144.
- PRUCHA, J. J.: Moody and Hill system of wrench fault tectonics. — Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull., 48, 1964, S. 106—111.
- SANDER, B.: Beiträge zur Kenntnis der Anlagerungsgefüge. — Mineral.-Petrogr. Mitt., 48, S. 27—139, 1936.
- SCHWARZACHER, W.: Sedimentpetrographische Untersuchungen kalkalpiner Gesteine. — Jahrb. geol. Bundesanst. 1946, 1—48.
- SPENGLER, E.: Die nördlichen Kalkalpen, die Flyschzone und die helvetische Zone, in Schaffer, F. X., Geologie von Österreich. Deuticke-Verl., Wien 1951, S. 302—413.
- VETTERS, H.: Geologische Karte von Österreich. — Geol. Bundesanst., 1933.
- ZANKL, H.: Die Geologie der Torrener-Joch-Zone in den Berchtesgadener Alpen. — Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 113, 446—462, 1961.
- ZAPFE, H.: Faziesfragen des alpinen Mesozoikums. — Verh. geol. Bundesanst. 1959, 122—128.
- ZAPFE, H.: Untersuchungen im obertriadischen Riff des Gosaukamms (Dachsteingebiet, Oberösterreich). I. Beobachtungen über das Verhältnis der Zlambachschichten zu den Riffkalken im Bereich des Großen Donnerkogels. — Verh. geol. Bundesanst., 1960, 236—240.

Stratigraphische Kondensation in Adnether Kalken am Rötelstein bei Filzmoos (Salzburger Kalkalpen)

Von K. HIRSCHBERG und V. JACOBSHAGEN (Marburg/Lahn) *)

Mit 1 Abbildung im Text

Zusammenfassung: Aus geringmächtigen Adnether Kalken des Rötelsteins bei Filzmoos wurden genau horizontaliert 163 bestimmbare Fossilien des Mittellias und eines des unteren Oberlias — fast nur Ammoniten — gewonnen. Formen des Carixiums und des Domeriums sind im Profil miteinander vermischt, mehrfach sogar in ein und derselben Lage. Als Ursache der Faunenmischung kommt auch bei sedimentologischer Prüfung nur stratigraphische Kondensation in Frage.

Der Rötelstein oder Rettenstein bei Filzmoos auf der Südseite der Dachsteingruppe ist seit der ersten Bearbeitung durch TRAUTH (1925) wiederholt Gegenstand geologischer Untersuchungen gewesen (vgl. A. TOLLMANN, 1960), welche

*) Anschrift der Verfasser: Dipl.-Geologe K. HIRSCHBERG und Dozent Dr. V. JACOBSHAGEN, Geologisch-paläontologisches Institut der Universität, Marburg/Lahn, Deutschhausstraße 10.