

Es gilt also auch für subaquatische Massenbewegungen ebenso wie für Bergstürze das Gesetz, daß größere Massen bei gleicher oder selbst geringerer Neigung weiter gleiten als kleinere.

Die Gelegenheiten zu solchen subaquatischen Rutschungen von kleinen bis zu gewaltigen Dimensionen sind und waren stets an den Rändern von Seen und Meeren sowie an untermeerischen Steilhängen gegeben und es kann nicht bezweifelt werden, daß wir es mit einer weit verbreiteten, geologisch sehr wichtigen Erscheinung zu tun haben. Heim glaubt, daß zum Beispiel am Steilabfall der Kontinentalsockel bei entsprechender Sedimentation Gleitungen bis über 100 km Länge zustande kommen können. Die erforderliche geringe Neigung ist jedenfalls in ausgedehnten Bereichen vorhanden und ebenso die Einschaltung von weichen schlüpfrigen Schichtlagen.

Zur Illustrierung der Anwendungsfähigkeit dieses Gedankens werden Faltungen im miocänen Mergel von Öhningen, Verrutschungen und Zerreißen des eocänen Nummulitenkalkes von Loch-Amdeu und die Zerknitterungszonen des Wildfysches durch subaquatische Bewegungen erklärt. Von den gefalteten Öhninger Mergeln ist eine schöne Abbildung beigelegt.

Die lithologische Bedeutung subaquatischer Massenverschiebungen ist sehr ausgedehnt und vielgestaltig.

Weiche Schichtlagen fließen ohne zu fälteln auseinander, zähere Bänke werden verfältelt, gedehnt, gestaut, härtere Einschaltungen werden zerrissen, zu Breccien umgeformt.

Insbesondere können zum Beispiel festere, zoogene Strandablagerungen, welche über schlammigen Schichten lagern, zu Breccien zerrüttelt und weit ins Meer hinaus getragen werden. Auf solche Art werden typische Strandgebilde in tiefere Meereszonen hineingeleitet, wobei die Größe der bewegten Schollen nur förderlich zur Wirkung kommt.

Aber nicht nur beträchtliche Verschiebungen der ursprünglichen Fazieszonen, sondern auch Verminderungen und Vermehrungen der Schichtfolgen sowie Einschaltungen älterer Lagen über jüngere können dadurch erzeugt werden.

Heim gibt ein klares Schema der hier hauptsächlich auftretenden Veränderungen.

Durch entsprechende Rutschungen werden im Abrißgebiete unterzählige, im Ausschüttungsbereiche aber überzählige Schichtreihen entstehen können. Knapp daneben befinden sich die ungestörten regelmäßigen Schichtbestände.

Außerdem wird durch solche Rutschungen und die oft damit verbundenen Trübungen der Gewässer die davon betroffene Lebewelt in der wirksamsten Weise beeinflußt.

Es spielen hier zwei Bewegungssysteme, das der fortlaufenden Sedimentation und das der periodischen Rutschungen, durcheinander. So können viele mannigfaltige Erscheinungen zustande kommen, die ohne Beachtung dieses einfachen Mechanismus zu den schwerfälligsten Erklärungsumwegen Anlaß geben können.

Zum Schlusse möchte ich noch bemerken, daß ich unabhängig von Heim einen ähnlichen Gedanken zur Erklärung der von Tornquist beschriebenen Vorarlberger Fytschklippe verwendet habe. (Otto Ampferer.)

### A. Penck. Die Entstehung der Alpen. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde in Berlin 1908.

Der Vortrag bringt in wenigen Strichen ein Bekenntnis der tektonischen Grundanschauungen des berühmten Autors, welche durch die moderne Überfaltungslehre zwar beeinflußt wurden, aber trotzdem ihre originelle Atmosphäre behalten haben.

Er beginnt mit einer kurzen historischen Übersicht der wichtigsten Anschauungen über die Entstehung der Alpen und wendet sich dann der neuen Deckenlehre zu, deren Eingreifen vorzüglich im Glarner Gebirge geschildert wird.

Für Penck ist der Nachweis der Schubdecken in den Westalpen vollkommen sichergestellt und er versucht nun, diese neue Erscheinung in das Bild des Alpenbaues einzufügen.

Deckfalten von solchen Ausdehnungen sind nach seiner Meinung nicht als unmittelbare Wirkungen eines in der Erdkruste herrschenden Seitendruckes verständlich. Diese Schubdecken können nur als Gleitmassen aufgefaßt werden.

Dann müssen sie aber mit großen Gleitflächen in Verbindung stehen, auf welchen im Wurzelland der abgeglittenen Decken ausgedehnte Bloßlegungen älterer Schichten stattgefunden haben.

Das heißt mit anderen Worten, die Sedimentdecke der Zentralalpen ist nicht wegerodiert, sondern nach Norden weggerutscht.

Wenn man nun die ursprüngliche Oberfläche der Zentralalpen als Gleitfläche ansieht, so entbehrt sie in ihrer heutigen Gestalt eines entsprechenden Gefälles. Aber auch die Gleitdecken liegen nicht wie sie sollten in der Tiefe, sondern bilden vielmehr hohe Gebirge.

Nimmt man an, daß diese Gleitdecken nachträglich eine starke Hebung erfahren haben, so wäre damit das Fehlen der großen Steilböschung erklärt. Diese wurde bei der späteren Hebung der abgeglittenen Massen zerstört.

Die Hebung soll nun mit einer Senkung des heutigen Alpenvorlandes verbunden gewesen sein.

So erscheint Penck der Hauptmechanismus der alpinen Schichtstörungen als das Fortschreiten einer gewaltigen Krustenfalte in Raum und Zeit.

Sobald Abhänge von entsprechender Steilheit geschaffen sind, gleiten die gehobenen Massen in die sich einsenkende Tiefe. Allmählich rückt das Maximum der Erhebung in das Gebiet der früheren Senkung hinein und hebt die dort befindlichen Gleitmassen wieder empor. Vor dem großen Wellenrücken bildet sich ein Wellental und die vorhin abgeglittenen Massen können wieder gleitend weitergeleitet werden.

Diese Vorstellung einer fortschreitenden Grundfalte, deren Wulst jeweils in die vorliegende Senkung niedergleitet, braucht zur Erklärung der weitgewanderten Decken weder die Annahme einer ungeheuren Zusammenpressung, noch auch die einer riesigen Erosion.

Gleitdecken und Wurzelzonen sind nicht durch Erosion getrennte Teile einer einheitlichen Riesenfalte, sondern durch Bewegungen weit auseinandergerissene Stücke.

Um die Bedeutung junger Faltungen und Hebungen im Alpenkörper zu betonen, wird auf die riesige postpliocäne Falte am Südrand der Alpen und die glaziale Aufwölbung dieses Gebirges hingewiesen.

Für diese Struktur des Alpenbaues, die primäre Bildung einer ungeheuren langsam wandernden Grundfalte und ihre sekundären Abgleitungen glaubt Penck in gewissen untermeerischen Reliefs (zum Beispiel im westlichen Stillen Ozean zwischen Karolinen- und Liu-kiu-Inseln) Analogien zu finden.

So einnehmend diese Hypothese gegenüber der gewaltsamen Überfaltungslehre durch ihre einfache, durchsichtige Mechanik wirkt, so kann dieselbe doch nicht als eine befriedigende Lösung der Alpentektonik bezeichnet werden.

Ich sehe hier von den dagegen stehenden geologischen Beobachtungen, zum Beispiel der Auflagerung von ausgedehnten, meist triadischen Sedimentdecken auf den zentralen Ostalpen und der ganzen damit unvereinbaren historischen Entwicklung (vergleiche Frech: Über den Gebirgsbau der Alpen, Petermanns Geogr. Mitteilungen 1908), ab und kehre mich nur gegen das Prinzip der Hypothese, die wandernde Grundfalte und ihre Abgleitungen.

Wenn sich aus einer breiten Geosynklinale eine Grundfalte emporwölbt, so müssen bei sonst gleichen Umständen die Abgleitungen nach beiden Seiten stattfinden. Verschiebt sich dann die Grundfalte, so häufen sich vor ihrer Brust die Gleitdecken übereinander, während dieselben in ihrem Rücken mehr hintereinander angeordnet werden. Während an der Brustseite vorzüglich dieselben Schichtdecken immer wieder ins Gleiten gebracht werden, kommen an der Rückseite die tieferliegenden Massen zur Rutschung.

Wenn nun mit diesem Dislokationstypus die gehäuften Schubdecken der Nordalpen erklärbar wären, stimmen die Zentralalpen und die Südalpen durchaus nicht dazu.

Die Zentralalpen bilden keine einfache, weitgespannte Grundfalte, sondern in der kompliziertesten Art aus dichtgepreßten älteren und jüngeren tektonischen Elementen zusammengeschweißt.

Die Südalpen zeigen zwar südgerichtete Überschiebungen, aber in geringerem Ausmaß und lösen sich gegen Südosten dann als selbständiges Gebirge ab.

Denkt man sich auch die Nord- und Südalpen stark gesenkt, so bleibt die Lage der Zentralalpen (der Grundfalte) dazwischen ziemlich eng begrenzt und man kann von keiner Wanderung derselben, sondern höchstens von einem Höber- und Breiterschwellen reden.

Der Gegensatz von primärer weitgespannter, wandernder Grundfalte und enggefalteter sekundärer Gleitfaltung ist in dem Alpengebirge nicht vorhanden.  
(Otto Ampferer.)

### Fritz Frech. Über den Gebirgsbau der Alpen. Petermanns Geogr. Mitteilungen, Heft X—XII.

Durch die Aufstellung der Faltungsdeckentheorie und deren stürmische Ausbreitung über die ganzen Alpen hat das Studium der Alpentektonik einen erneuten lebhaften Antrieb erhalten, und während zunächst ein Großteil der Alpenforscher mit Begeisterung und Eifer der neuen Lehre sich anschloß, erscheinen neuerdings von verschiedenen angesehenen Forschern Darstellungen des Alpenbaues, welche jene großen Horizontalbewegungen, auf welche die Deckentheorie sich stützt, auf andere Weise erklären oder jene Theorie auf ein kleineres Ausmaß einschränken. Frech hebt in dieser Absicht den schon lang bekannten, aber in neueren Arbeiten oft zurückgedrängten Unterschied zwischen Ost- und Westalpen eingehend hervor. Die Verschiedenheit im großen in der Anordnung und Anzahl der Zonen (zwei Zonen von Zentralmassiven im Westen gegenüber einer im Osten usw.), das Vorwalten der Faltung und aus ihr hervorgegangener Faltungsüberschiebungen im Westen und das immer stärkere Sichgeltendmachen der vertikalen Bewegungen an Brüchen, je weiter man nach Osten wandert, bis zum völligen Überwiegen der Brüche in dem ungarischen Schollenland führt sich zurück auf die Unterschiede in der zeitlichen Entwicklung beider Alpentheile: die Ungleichzeitigkeit der Faltungsperioden und der damit verbundenen Verschiedenheit in der Sedimentation. Schon die karbonische Faltung ist in den Ost- und Westalpen nicht völlig gleichzeitig; eine dyadische Faltung ist nur in den Ostalpen und im Westen der Westalpen nachgewiesen. Die tertiäre Hauptfaltung der Ostalpen fällt ins Oligocän neben einer altmiocänen Aufrichtung, in den Westalpen reicht sie vom jüngeren Miocän bis zum Pliocän. Dementsprechend sind auch Art und Verbreitung der Sedimente verschieden.

Frech gibt einen Überblick über den Bau der Hauptgruppen der Ostalpen, hauptsächlich an der Hand der Einzeluntersuchungen der österreichischen Geologen, sowie seiner eigenen und lehnt für diesen Teil der Alpen im Hinweis auf die schon von verschiedenen Seiten erhobenen und von den Anhängern jener Theorie noch nicht widerlegten Einwände stratigraphischer und tektonischer Natur jene Anschauung als unanwendbar ab. Näher auf das einzelne einzugehen, ist hier nicht der Platz. Für die Darstellung der Westalpen standen Frech Beiträge von H. Schardt und von W. Kilian zur Verfügung. Der Anschauung des ersteren schließt Frech sich für die Schweizer Alpen an, und ebenso stimmt er Kilian bei, daß in den französischen Alpen nur einzelne Reste von Deckfalten vorhanden sind, welche hier weit geringere Ausdehnung und weniger komplizierten Bau besaßen als in der Schweiz. Der höchsten Faltungsintensität in den Schweizer Alpen entspricht die Vorlagerung der Juraketten, es ist der Teil der Alpen, wo diese aus der Nordsüd- in die Ostwestrichtung umschwenken. Gegen Osten nimmt mit der sinkenden Höhe des Gebirges die Intensität der Faltung ab.

Der Arbeit ist eine tektonische Übersichtskarte der gesamten Alpen beigegeben, sowie eine Anzahl von teilweise aus früheren Arbeiten des Verfassers entnommenen Bildern und Profilen.  
(W. Hammer.)