

Spalten, die zufällig gut abgeschlossen sind, folgen können, bis es bei der nächsten Öffnung durch den hydrostatischen Druck an die Oberfläche gepreßt wird. Am Meeresgrunde selbst dagegen ist das Gestein vor dem Einflusse der Verwitterung ziemlich geschützt, da sich zwischen ihm und dem Seewasser doch stets die rezenten Sedimente, wie Schlamm, Sand etc., finden.

Man könnte einwenden, daß gerade die Küsten und Inseln der Adria von so zahlreichen Brüchen durchsetzt sind, wie kaum ein anderes Gebiet, und daß daher ein Anzapfen einer solchen wasserführenden Schicht durch eine Verwerfung sehr leicht möglich ist. Dies kann wohl nicht geleugnet werden, doch ist demgegenüber zu bedenken, daß wohl nicht alle Bruchlinien bis zu dem relativ tiefliegenden Dolomitmiveau hinabreichen; auf Veglia, Arbe, Pago zum Beispiel kommt dieser Horizont gar nicht an die Oberfläche. Überdies beobachten wir ja auch in Bergwerken häufig, daß Verwerfungen durchaus nicht immer mit Wasserführung verbunden sind, sondern die beiden Teile grenzen so dicht aneinander, daß ein Durchsickern von Wasser unmöglich ist.

Wir sehen somit, daß die Geologie, wenn sie auch nicht imstande ist, einen Beweis zu erbringen für den Zusammenhang des Vranasacs mit den Infiltrationsgebieten auf dem Velebitgebirge, auch keinen Grund hat, diese Theorie als unmöglich von der Hand zu weisen.

Literaturnotizen.

Dr. O. Diener. Nomadisierende Schubmassen in den Ostalpen. Zentralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie. Stuttgart 1904, S. 161—181.

Die Anschauungen, welche seit einigen Jahren von einer großen Anzahl französischer und schweizerischer Geologen bezüglich des Baues der Westalpen vertreten werden, weichen von den über die Ostalpen und Karpathen herrschenden Vorstellungen so grundsätzlich ab, daß man gegenwärtig nicht daran denken kann, sich mit Hilfe der Literatur ein Bild vom tatsächlichen Zusammenhange dieser Teile eines und desselben Faltensystems zu verschaffen. Nach der neuesten Ansicht bestehen die Westalpen aus mehreren, auf große Distanzen hin flach übereinander gelegten Faltenmassen („nappes“), bei welchen die Regel gilt, daß immer die aus einem weiter südlich gelegenen Ursprungsgebiete stammende „nappe“ ihre Front über die anderen nach Norden vorschiebt¹⁾, so daß ohne Eingreifen der Erosion die letzte sich wie eine Decke über alle anderen breiten würde. Durch Erosion vom Ursprungsgebiet, der Wurzel, abgetrennt, bilden sie selbständige Schollen über einem autochthonen Sockel, gewissermaßen „nappes nomades“, wie Lugeon im Bull. Soc. géol. de France 1901, pag. 817, die Préalpes bezeichnet. Nachdem M. Lugeon, in gewissem Sinne der Begründer dieser die ganzen Westalpen umspannenden Theorie (Bull. Soc. géol. de France 1901, pag. 723—825), in der Arbeit, „Les nappes de recouvrement de la Tatra et l'origine des Klippes des Karpathes“ (Bull. des laboratoires de géologie etc. Nr. 4, Lausanne 1903) den Anstoß dazu gegeben hat, durch Umdeutung der veröffentlichten Beobachtungen sein System auch anderwärts zur Geltung zu bringen, konnte vor den Ostalpen nicht Halt gemacht werden und tatsächlich haben E. Haug²⁾ und ausführlicher Termier³⁾

¹⁾ Eine Ausnahme bildet die Masse der Brèche du Chablais.

²⁾ E. Haug, Comptes rendus de l'Académie des Sciences. Paris 4 janvier 1904.

³⁾ P. Termier, *ibid.* 16., 23. und 30. November 1903, referiert in Verhandlungen der k. k. geol. R.-A. 1904, pag. 118.

in vorläufigen Notizen den Versuch gemacht, die bisherigen Vorstellungen vom Baue dieses Gebirges durch die neue Theorie zu ersetzen. Übrigens sprach M. Lugeon bereits 1901, l. c. pag. 808, von dem Tag „où l'hypothèse de la poussée vers le nord d'une immense région des Alpes orientales sera un fait acquis dans la géologie“.

Das Schema, nach welchem sich Termier die Ostalpen gebaut denkt, ist im Grunde eine Wiederholung des westalpinen: das Gebirge ist zusammengeeezt aus mehreren von Süden her übereinander gelegten und geschobenen Riesenfalten, welche durch Erosion in der Weise angegriffen wurden, daß die Zentralmasse der Tauern — ihrerseits vielleicht eine noch nicht durchgewaschene liegende Falte — als Fenster erscheinen; im Norden von ihnen liegen die „nappes de charriage“ als einander fremde tektonische Elemente, im Süden die zugehörigen Wurzeln. Auch hier herrscht das für die Westalpen formulierte Gesetz, daß der Ursprung der am weitesten im Norden liegenden Schollen am weitesten im Süden zu suchen ist, daß zum Beispiel die Nordalpen in ihrer ganzen Erstreckung eine auf den Flysch geschobene Masse sind, deren Wurzeln wir im Triasgebirge des sogenannten Drauzuges (Gailtaler Alpen etc.) finden. Die Tonalelinie, welche der Zone von Ivrea in den Westalpen entspricht und in ihrer östlichen Verlängerung die Grenze zwischen dem genannten Triaszuge und den Karnischen Alpen-Karawanken bildet, stellt die „axiale Zone des alpinen Fächers“ dar; die südlich von ihr gelegenen Gebirgsmassen — Teile der Dinariden im Sinne von Prof. E. Suess — sind vorläufig aus der Termier'schen Betrachtung ausgeschaltet.

In der Arbeit „Nomadisierende Schubmassen in den Ostalpen“ vertritt C. Diener seinen in „Bau und Bild der Ostalpen und des Karstsystems“ (Wien 1903) dargelegten Standpunkt und unterzieht die hier von Termier interpretierte Anschauungsweise der neufranzösischen Schule einer längeren Kritik. Es liegt nicht in meiner Absicht, alle Argumente zu wiederholen, welche C. Diener vorgebracht hat. Termier geht in dem Wunsche, tatsächlich vorhandene Lücken der Kenntnis durch Kombinationen auszufüllen, um ein einheitliches Bild im Sinne einer Theorie zu erhalten, so weit, daß man Diener wohl recht geben darf, wenn er des Autors Folgerungen über den Bau der Zentralalpen als verfrüht und einstweilen kaum diskussionsfähig bezeichnet. Die auf Grund petrographischer Analogien mit westalpinen Gesteinen vorgenommenen Altersbestimmungen innerhalb der Schieferhülle, des Semmeringgebietes, sind angesichts der stratigraphischen Erfahrungen, welche durch österreichische Geologen an den verschiedensten Stellen im Norden, Osten und Süden der Zentralzone gesammelt wurden, so unzureichend und schematisierend, daß sie eine sehr labile Basis für tektonische Spekulationen abgeben.

Vielleicht wäre Termier in bezug auf Horizontierung weniger zuversichtlich, wenn er Gelegenheit gefunden hätte, die eigentümliche Ausbildungsweise sicher alpaläozoischer Gesteine in verschiedenen Teilen der Südalpen zu studieren.

Nicht minder augenfällig tritt der Kontrast zwischen der neuen Lehre und den von geologischen Beobachtern der Ostalpen gehegten Ansichten zutage in der von Haug und Termier aufgestellten These von der Deckscholleennatur der nördlichen Kalkalpen. Die Gründe für diese Annahme, wenn auch in den vorläufigen Notizen nur teilweise angedeutet, sind größtenteils bekannt. Der wichtigste ist wohl, daß die neue Auffassung der Westalpen diese Deutung verlangt und man darf sich, solange dieser in vorderster Reihe steht, keinen Illusionen bezüglich des positiven Ergebnisses der Auseinandersetzungen hingeben. Wie Diener ausführt, sind Beweise für die Wurzellosigkeit des Rhätikon, an welche die Umdeutung der östlichen Kalkalpen räumlich anknüpft, nicht vorhanden, sondern im Gegenteil zeigt die schon frühzeitig beobachtete diskordante Auflagerung auf dem Grundgebirge und die Analogie wichtiger Strukturlinien mit jenen der anstoßenden kristallinen Gebiete, daß es sich um ein autochthones Gebirgsstück handelt, womit selbstverständlich die Existenz von Überschiebungen nicht gelegnet werden soll. Ähnlich steht es auch mit der Hauptmasse der nördlichen Kalkalpen. Allerdings darf man sich nicht verhehlen, daß diese Schlußfolgerung bei einem Vertreter der Richtung, welche die Nordseite der Zentralzone als „nappes“ behandelt, nicht verfangen kann, denn bei Termier gibt gerade die Verknüpfung der nördlichen Kalkalpen mit der nächst-südlichen Zone den Schlüssel für ihre Deutung als Deckschollen. Wir kommen damit wieder auf jene Einwände zurück, welche Diener gegen die neue Auffassung der Schieferhülle vorgebracht hat (l. c. pag. 167—174)

und dürfen wohl hoffen, daß sich auch andere Geologen, welche hier gearbeitet haben, mit dieser Seite der Frage abgeben werden.

Betrachten wir aber die Nordalpen selbst, so ist in den Cardita-, beziehungsweise Lunzer Schichten, wie Dicner hervorhebt, die Abhängigkeit der Faziesverteilung von der Lage der Zentralzone und der böhmischen Masse eine unverständliche, wenn es sich um ein weit aus dem Süden her transportiertes Faltenpaket handelt. Der Flysch, welcher der neuen Theorie entsprechend den Sockel bildet, auf welchem die fremde Masse der Kalkalpen aufruht, greift in diese selbst mehrfach ein und geht an mehreren Stellen in die Gosau über, welche den Typus einer marinen Ingression darstellt und nicht nur auf den Bildungen der Kalkalpen, sondern auch auf verschiedenartigen Gesteinen der inneren Zonen aufliegt.

Es kann nicht ein System verschiedener „nappes“ in tertiärer Zeit über die Zentralzone gewandert sein, wenn vom vermeintlichen Gebirgssockel im Norden bereits kretazische Sedimente eingreifen. Als „Fenster“ lassen sich die Gosauvorkommnisse nicht deuten, wenn man nicht die sorgfältigen Beobachtungen, welche über diesen Gegenstand vorliegen, gänzlich ignorieren will.

Eine wichtige Rolle spielt unter den Motiven der neuen Auffassung entschieden die „nordalpine Fazies“ des Drauzuges. Es scheint mir, daß die Bedeutung dieses Schlagwortes weit überschätzt wird; denn es kann doch nicht Verwunderung erregen, die nordtiroler Carditaschichten, die Adneter Schichten etc. südlich der Zentralzone in diesem Gebirgsstücke wiederzufinden, wenn wir die Werfener Schichten, den Wettersteinkalk und Dolomit, Dachsteinkalk etc. in Südalpen und Karst so weit verbreitet antreffen, wenn die Hallstätter Fazies des Muschelkalkes und der Raibler Schichten in Süddalmatien und Bosnien wieder zur Ausbildung gelangt. Wir kennen Hierlatzschichten im Bereiche der Julischen Alpen, Analogien zu den Adneter Schichten am Südrande der Karawanken, alles in Gebieten, welche schon auf der Südseite des „éventail alpin“ liegen. Rückschlüsse auf tektonische Massentransporte erlaubt die „nordalpine Fazies“ des Drauzuges nicht, sonst wäre man fast berechtigt, die böhmische Sturmulde als eine in karbonischer Zeit aus den Karnischen Alpen gekommene „nappe“ aufzufassen, denn auch in diesem Falle liegt eine unverkennbare Wiederkehr ähnlicher Fazies vor und die altpaläozoischen Bildungen der Karnischen Alpen haben nicht minder den Bau einer Wurzelzone wie der Drauzug.

P. Termier hat in der Sitzung der Société géologique de France vom 11. April 1904 kurz auf die Bemerkungen von C. Dicner geantwortet und verwahrt sich dagegen, daß vorläufige Notizen zum Gegenstande einer abfälligen Kritik gemacht und nicht die ausführlicheren Darlegungen abgewartet wurden. Dieser Einwand wird aber abgeschwächt durch den Umstand, daß von seiner Seite eigene Beobachtungen nur während kurzer Kongreßkursionen im Gebiete der Zentralzone und während eines Semmeringausfluges gesammelt wurden, „pour les autres régions des Alpes orientales, je n'ai pas d'observations personnelles qui me permettent d'affirmer que, au nord d'une certaine ligne des racines, rien n'est en place. Si j'ai conclu aussi, c'est par une série des déductions, et parce que, dans les travaux analytiques, je n'ai pas rencontré une seule objection sérieuse à cette nouvelle manière de voir“.

Trotzdem geht Termier in seiner Antwort auf jene Einwürfe gegen die neue Theorie, auf welche Dicner das meiste Gewicht gelegt hat, nicht ein, verweist hingegen nach kurzen, im wesentlichen wiederholenden Bemerkungen über Teile der Zentralzone mehrfach auf die „pays des nappes les plus authentiques“ der Westalpen, ein Beweis, wie sehr immer wieder Analogieschlüsse maßgebend waren.

Es versteht sich, daß ein Geologe beim ersten Besuche eines fremden Gebietes vielfach unter dem vorherrschenden Einflusse der im eigenen Arbeitsgebiete gewonnenen Anschauungen steht, aber man wird anderseits auch zugeben, daß ein Hinweis auf die Westalpen nur subjektive Beweiskraft besitzt, denn die Struktur dieses Gebirges hat in rascher Aufeinanderfolge von seiten hervorragender Geologen sehr verschiedenartige Deutungen erfahren; man ist daher berechtigt, zu zweifeln, ob das letzte Wort schon gesprochen ist. Angesichts des kühnen Fluges, den die Idee vom gigantischen Horizontal Schub genommen hat, ist es für den fremden Geologen geradezu unmöglich, das Authentische vom Hypothetischen zu sondern. Was die Bedeutung der „Schistes lustrés“ für die Stratigraphie der östlichen Zentralzone anbelangt, so ist diese als mesozoisch bis neozoisch bestimmte Schicht-

gruppe in ihrer weiten Fassung, mit ihrem Reichtum an kristallinischen Schiefer- und Massengesteinen, welchen man sonst in weit älteren Formationen zu sehen gewohnt ist, eben kein geeigneter Standardhorizont, auf welchen man räumlich getrennte Ablagerungen mit Sicherheit beziehen kann, selbst nicht unter der Voraussetzung, daß ihre Horizontierung in den Westalpen über jeden Zweifel erhaben ist.

Doch versuchen wir, uns der geforderten Vorstellungssreihe anzupassen: Südlich der Achse des „alpinen Fächers“, also der Tonale-Gailtal-linie, treten wir in die Südalpen ein, in deren Hauptgebieten die Tendenz zu südlich gerichteten Überschiebungen unleugbar vorhanden ist.

M. Lugeon ist dem gleichen Gedankengange bezüglich der Westalpen gefolgt, wenn er pag. 817 seiner Arbeit von 1901 über die Zone von Ivrea und Bellinzona — die Wurzelregion seiner nappes préalpines — sagt: „Les couches de ces régions méridionales oscillent sur une certaine largeur autour de la verticale, puis le plongement se décide et nous voyons alors les plis nettement déversés vers le sud faisant partie du régime extraalpin, c'est à-dire des Dinarides, selon le terme employé par M. Suess.“ Dem Vorgange Lugeons, die im Süden anschließende Region als extra-alpin einfach abzustoßen, vermag ich nicht zu folgen; denn ganz gleichgültig, wo man für Zwecke der Darstellung die Grenze zwischen Alpen und Dinariden durchzieht, es handelt sich doch um eine zusammengehörige Faltenregion, und der Autor bringt dies ja gleichfalls unzweideutig zum Ausdruck, wenn er sagt, daß in einer bestimmten Zone die Faltung um die Vertikale oszilliert, bis sie sich zur Südrichtung entscheidet.

Es stellt dann konsequenterweise das „axiale Gebiet“ eine Art von fixer Zone dar, gegen welche von Nord und Süd die Gebirgsunterlage derart gepreßt wurde, daß die Schichtmassen nicht nur gefaltet, sondern herausgequetscht wurden und teigartig nach Nord, weniger nach Süd überflossen. Man ist mit dem „éventail alpin“ doch allem Anscheine nach wieder bei der Anschauung angelangt, daß nicht ein aktiver Schub durch eine von bisher angenommenen physikalischen Kräften verschiedene „force tangentielle“¹⁾, sondern eine Kontraktion stattgefunden hat, bei welcher die Massen in der Nähe der Oberfläche nach mehr als einer Richtung ausweichen konnten, also eine Erscheinung, wie man sie in bescheidenem Ausmaße in den österreichischen Nord- und Südalpen sowie in den Karpathen mehrfach nachgewiesen zu haben glaubt.

Die Theorie von der „Champignonstruktur“, welche z. B. seinerzeit von Haug für die Préalpes verteidigt wurde, aber der Schubtheorie weichen mußte, ist im Riesenchampignon des ganzen alpin-karpathischen Bogens wieder auferstanden — anders kann ich mir die obenerwähnten Bemerkungen nicht zurechtlegen.

Rätselhaft ist dabei der „traineau écraseur“, jene „masse animée d'un mouvement de translation“, gewissermaßen die Verkörperung des Tangentialschubs, welche über die nach Norden wandernden Falten hinwegglitt und sie förmlich niederbügelte, nach Beendigung ihrer Tätigkeit aber verschwand, „sans laisser aucun témoin“ (Termier, April 1904). Dafür einen Platz im alpinen Fächer zu finden, erscheint mir als eine sehr schwierige Aufgabe; zum mindesten ist man in der Geologie nicht gewohnt, mit einem solchen Faktor, der so ganz und gar die Rolle eines deus ex machina spielt, ernstlich zu rechnen.

Nachtrag: Gleichzeitig mit der ersten Korrektur dieser Zeilen erhielt ich einen Separatabdruck der Arbeit von P. Termier: Les nappes des Alpes orientales et la synthèse des Alpes (Bull. Soc. géol. de France, 4^e série, tome III, pag. 711, Paris 1904), aus welcher hervorgeht, daß der Autor die Vorstellung von der Achse des alpinen Fächers aufgegeben hat. Er bezeichnet jetzt die gleiche Zone einfach als Nordrand der Dinariden und stellt eine neue Hypothese auf. Der traineau écraseur ist vorhanden; die Dinariden waren es, welche ursprünglich als starre Scholle die Faltenpakete der Alpen nach Norden schoben,

¹⁾ M. Lugeon bemerkt zu dem von ihm gebrauchten Ausdrucke „effet de la force tangentielle“ kurz: „Ce terme n'est pas plus susceptible d'explication que le mot gravitation, mais il satisfait pour le moment notre esprit“ (Bull. Soc. géol. de France 1901, pag. 774). Damit wird klar zum Ausdrucke gebracht, daß nicht etwa die Komponente einer uns schon geläufigen Kraft, sondern eine selbständige neue Kraft gemeint ist, deren Definition freilich nicht allgemein befriedigen dürfte.

später aber „de lui même, et par simple élasticité“ (l. c. pag. 76?) gegen das tiefer gelegene adriatische Gebiet, gewissermaßen ins Leere, zurückschnellen und dabei ihre südlich gerichteten Falten und Überschiebungen erhielten. Wenn man auch über die Elastizität dieser tektonischen Phantasie noch mehr staunen muß als über jene der Dinariden und Alpen, so ist doch nicht zu leugnen, daß Termier in offener Erkenntnis des inneren Widerspruches, welcher seiner Synthese wie jener Lugeons bisher anhaftete, den letzten Schritt getan und jetzt erst die Tangentialkraft wirklich zur Geltung gebracht hat. Die Dinariden, welche bisher in den Betrachtungen der Alpen oft eine Nebenrolle spielten, werden freilich höchst sonderbar; denn eine Masse, welche unter der wuchtigen Wirkung des Horizontalschubes eine starre Platte blieb, dann aber von selbst, nur durch den elastischen Rückstoß sich faltete und übereinander schob, stellt nur vor ein neues Problem, mit welchem man sich einfach abfinden muß wie mit der „force tangentielle“. Es wird Termier nicht gelingen, aus dem Baue der Dinariden, von welchem er nach der Bemerkung auf pag. 754 eine bloß oberflächliche Kenntnis zu haben scheint, nur die leiseste Andeutung eines Beweises für diese Idee zu erbringen.

Wenn man an die lockende Arbeit geht, auch die übrigen Faltenzüge der Erde nach dem jetzt gefundenen Schlüssel zu dechiffrieren, wird es allerdings häufig dem Ermessen des einzelnen anheimgestellt sein, welche Seite des Gebirges er als den durch Rückstoß gefalteten „trainau écraseur“ und welche als Region der „nappes“ auffassen will. Die Nordalpen mit ihrer Plateaustruktur (Termier, pag. 751), mit der soliden böhmischen Masse im Hintergrunde, entsprechen mindestens ebensogut den Vorbedingungen eines „trainau écraseur“ wie die Südalpen mit dem adriatischen Gebiete.

Es mag ja einem schlagfertigen und gewandten Autor manche geistige Befriedigung gewähren, bald bei dieser, bald bei jener Schwierigkeit, welche sich einer vorgefaßten Meinung entgegenstemmt, noch die Möglichkeit eines Ausweges zu finden, nur entfernt er sich dabei immer weiter von den Grundbedingungen einer positiven Naturwissenschaft. Wenn sich Herr Termier einen Moment von seiner Zwangsvorstellung der Wanderfalten energisch befreien wollte, müßte er einsehen, auf welch schwankenden Boden er sich begeben hat. Möchte er das Wort, welches er bezüglich der zu erwartenden Aufschlüsse über die Dinariden gesagt hat, auch für die Synthese der Alpen beherzigen: „Sachons attendre!“

(Dr. Franz Kossmat.)

G. Klemm. Bericht über Untersuchungen an den sogenannten „Gneisen“ und den metamorphen Schiefergesteinen der Tessiner Alpen. Sitzungsbericht d. Akad. d. Wissensch. i. Berlin, I, II. 7. Jänner 1904.

Der „Gneis“, der in der Schlucht des Tessin zwischen Rodi und Faido an der Gotthardbahn besonders gut aufgeschlossen, ist nach den Untersuchungen Klemms ein Granit, der in den peripheren Teilen des Massivs Parallelstruktur (teilweise gefaltet) besitzt, die auf echte Fluidalstruktur zurückzuführen ist. Er schließt Schollen der umgebenden Schiefer in Menge ein und zeigt exogene und endogene Kontakterscheinungen (angitführende Biotithornfelse, Angitführung des Granits am Rande). Die anlagernden Schiefer sind vom Granit durchtrümmert und durchädert. Der Granit selbst enthält Orthoklas, Mikroklin und Oligoklas als Feldspate, die Mengenverteilung der Bestandteile ist eine lagenreihe wechselnde. Dem Bildungsalter nach ist er durch die ganze Masse einheitlich, da Nachschübe nur in ganz untergeordneter Weise in Gestalt von Aplit- und pegmatitischen Quarzgängen auftreten. Der primäre Verband mit den darüberliegenden Schiefen ist überall erhalten und nicht durch größere Verwerfungen gestört. Dieses Hangende bilden Glimmerschiefer, in denen drei Horizonte mit Dolomit, Gips und Marmor auftreten. Durch Petrefaktenfunde am Stufenenpaß ist sichergestellt, daß ein Teil der Schiefer liassisch ist. Die Umwandlung der Schiefer schreibt Klemm der Kontaktmetamorphose des Granits zu; dieser selbst ist demnach protiliassisch und da Granit und Schiefer nach der Erstarrung des ersteren keinen Gebirgsbewegungen mehr ausgesetzt waren, als jungtertiär aufzufassen.

(W. Hammer.)