Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 25 (1932)
Heft: 1

Artikel: Über den Schweizer Flysch
Autor: Kraus, E.
Kapitel: K: Zur Strukturgeschichte
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-159144

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

und lassen im Schutz dieser Tiefe noch die Fischskelette intakt, die nur plastisch deformiert werden (Glarus).

Und wieder, so wie in der oberjurassischen und oberkretazischen Tiefseezeit, fehlen nicht die basischen Eruptionen. *Tonalitische Andesitmassen* werden lebendig, und die Vulkane schaffen den Taveyannaztuff weithin. Immerhin zeigt sich gegenüber den früheren Ophiolithen bereits *das Saurerwerden gegen die epiorogenetische (hochorogene) Folgezeit* zu, wie es sich ja auch so schön für das variszische Bewegungssystem und seine Einzelakte nachweisen lässt[1]).

Unter Ausbildung all dieser überaus bezeichnenden hyporogenetischen (tieforogenetischen) Leistungen scheint im Unteroligozän die grosse Bewegungsphase ihren Höhepunkt wieder überschritten zu haben. Es ist wohl wieder das *Nachlassen der Tiefenkraft und die damit zusammenhängende isostatische Allgemeinhebung*, welche nun das lange helvetische Sedimentprofil mit einem Male wieder abreissen lässt.

Damit sinkt der Vorhang der grossen Schaubühne des Geschehens. Sobald er sich wieder hebt, ist das Bühnenbild *grundlegend verändert: Vortiefen, sinkend und darum schuttsammelnd, gibt es nun nur noch weit draussen im N*, wo nun die Tieforogenese neue Teiltröge in Gestalt unserer grossen Molassemulden in der Tiefe des stampischen Meeres hinabzieht.

Während also nun draussen das Vorland, soweit es nicht schon kontinentalstabil war, hyporogenetischer Behandlung unterliegt, hat sich im Gebirge der epi- oder hochorogenetische Entwicklungsabschnitt eingestellt.

K. Zur Strukturgeschichte.

Die aus der Untersuchung des Schweizer Flysches ersichtliche Bewegungsgeschichte haben wir vorstehend für die Kreide-Tertiärzeit nur ganz allgemein abgeleitet. Aus dem Verlauf der Isopenlinien und aus den Teilstrukturen und sonstigen gegenseitigen Beziehungen der einzelnen grösseren Bauelemente lässt sich aber die Strukturgeschichte noch genauer erschliessen. Freilich muss man sich die Mühe nehmen, zunächst einmal jedes Ding für sich genauer zu betrachten und nicht einfach versuchen wollen, ein Denkschema, gehe es wie es wolle, aufzuzwingen. Denn die Lage ist ja gerade in der breiten Grenzzone zwischen West- und Ostalpen, die den meisten Flysch beherbergt, viel verwickelter, als dass man etwa mit der Formel

---

[1]) E. Kraus, Der orogene Zyklus und seine Stadien. Centralblatt f. Min. 1927, B, 216 ff. Der geomechan. Typus der Mittelrhein. Masse und der orogene Zyklus. Comptes rend. Int. Geologenkongress Madrid III, S. 1031—1076. 1926 (1929).

einheitlichen Südnordschubes oder Ostwestschubes für alle Zwischenzeiten und für alle Decken auskommen könnte.

Wir gehen von dem durch ARN. HEIM bekannt gewordenen Isopenverlauf des ausgeglättet gedachten helvetischen Bezirkes aus. Er zeigt primäre Zonengliederung, die wohl durch einen Wechsel von WSW-ONO-streichenden Teiltrögen und Teilschwellen zu erklären ist. Nur an der Westgrenze der Ostalpen — wir wollen diese vom Bodensee bis zum Bergell quer durch die Alpen ziehende Grenzzone kurz „*Rheinzone*" nennen — biegen sich die Isopen teilweise *scharf nach N.* Dadurch verschmälert sich auch der gesamte helvetische Ablagerungsraum gewaltig. Er keilt ja dann gegen Oberösterreich zu zwischen ultrahelvetischem Trog und Böhmischer Masse überhaupt aus. Eine ganz ähnliche Teilgliederung in Trogmulden, welche dem Gebirge annähernd gleichlaufen, konnte ich aus der Sedimentverteilung in den ultrahelvetischen Flyschdecken östlich des Rheins erkennen[1]).

Besonders schön hat J. NOWAK[2]) bekanntlich in den hiefür geeigneten Nordkarpathen die epiantiklinale Flyschfazies auf den Schwellen zwischen der episynklinalen Flyschfazies der Teiltröge, also auch hier die primäre Gliederung nachweisen können. Und noch im oberostalpinen Bezirk ist ja aus der Mächtigkeitsverteilung und aus sonstigen Merkmalen eine solche Flachtroggliederung erkennbar[3]). Von den Trogmulden der Molassevortiefe und von den gleichen Erscheinungen in den variszischen Vortiefen sehen wir hier ab.

Wir können jedenfalls sagen, *dass die nachmalige Gebirgsbildung bereits während der Sedimentation angelegt wird, ja dass sich die orogenen Sedimente gleichzeitig mit der Tiefenfaltung und Horizontalverschiebung entwickeln.*

Und zwar entsprechen die späteren, grossen Decken den ursprünglichen, durch Schwellen oder Inselgirlanden mehr oder weniger vollständig von einander abgetrennten, grossen Trogmulden. Darum konnte auch R. STAUB die so oft wiederkehrende Tatsache feststellen, dass die Stirnrandfazies der Decken gröber klastisch, schwellennäher ist als die Fazies rückwärtiger Hauptdeckenteile. Die Kenntnis der embryonalen Deckenmulden ist bekanntlich nicht neu. ARN. HEIM erwies z. B. für das Helvetikum den Übergang der Fazies von der Aarmassiv-nahen und dem Juragebirge verwandten, benthonischen Seichtmeerentwicklung mit primärer Mächtigkeitsverminderung nach der schlammigen Cephalopodenfazies des tieferen Unterkreidemeeresteiles im S.[4]) —

---

[1]) „Der nordalpine Kreideflysch" 1932.

[2]) JAN NOWAK, Die Geologie der polnischen Ölfelder. Bei F. Enke, Stuttgart 1929.

[3]) AUG. ROTHPLETZ, Geologie der Vilser Alpen.

[4]) Geologie der Schweiz, II, S. 384.

Über die Überschiebungsweite der helvetischen Einheiten in Vorarlberg-Allgäu würde man sich eine übertriebene Vorstellung machen, wollte man die primären Faziesgrenzen im ehemaligen Ablagerungsbereich südlich vom Aarmassiv im bisherigen Streichen von W nach ONO unverbogen fortsetzen. Ich kenne keinen Anhaltspunkt dafür, dass die ostrheinischen Falten ebenso weit wie die Säntisdecke westlich des Rheins (45 km) über parautochthone und tiefere, nördlichere helvetische Zonen nach N vorgewandert seien. Wenn der Grünten SO-helvetische Fazies hat, so braucht sein Gestein doch nicht weit nach N gewandert zu sein: es war schon ursprünglich im N abgelagert.

Wir haben vielmehr eine scharfe Horizontalflexur, *eine Abkrümmung der Isopenlinien im Bereich der Rheinzone gegen NNO hin anzunehmen.* Darin drückt sich die zunehmende Verschmälerung der helvetischen Masse gegen O aus.

Durch diese Aufbiegung wurde aber im O für zwei Räume Platz geschaffen:

1. für die von mehreren Inselschwellen-Zügen durchzogenen ultrahelvetischen Flyschtröge der Feuerstätter, Sigiswanger und Oberstdorfer Flyschdecke und

2. für den weiten Ablagerungsraum der oberostalpinen Decken (Randzone, Allgäu-, Lechtal- und Inntaldecke), der sich hier im S angeschlossen haben muss, wie u. a. die Faziesübergänge der Kreideflyschhüllen lehren.

Während im SW (Schweiz) die ultrahelvetische Sedimentation bereits mit Trias und mächtigem Jura bekannt ist, fehlen ostrheinisch alle älteren Äquivalente. Das Älteste ist hier unterkretazischer Flysch. Hat im O die Sedimentation erst später begonnen oder wurden hier die Massen in einem höheren Stockwerk abgeschert und sind deshalb oberflächlich nicht so wie im SW zu sehen?

Genaues Studium der gröberen Flyschbestandteile im östlichen Ultrahelvetikum wird dies entscheiden. Denn da diese Bausteine von den Schwellen zwischen den Trögen herstammen, muss ja der Abfallschutt auf die Zusammensetzung des Flyschtroguntergrundes schliessen lassen. Schon bisher konnte ich in diesem Baumaterial weder Vertreter des Perms und Buntsandsteins noch sichere Trias- und Juragesteine auffinden. *Fast alles ist kristallin.* Das wenige Sedimentäre kann sehr wohl Umlagerungsprodukt aus unterkretazischen Sedimenten sein.

So ergibt sich vorläufig, dass in der Tat die geosynklinale Sedimentation im östlichen Ultrahelvetikum erst später, nämlich in der Unterkreide, allmählich einsetzte. Das würde ohne weiteres zu der Tatsache passen, dass wir hier bereits auf dem stabileren, kontinentalen Unterbau der alten vindelizisch-böhmischen Masse stehen. Dieser liess sich erst spät niederbiegen, erst als die Gewalt der geosynklinalen

Bewegung bereits zur Entwicklung von Flyschsedimenten führte: *Im O begann also die Sedimentation auf kristallinem Untergrund erst in der Unterkreide, bereits mit Flysch, mit dem Hyporogenstadium II.*

Ein Blick auf das im „nordalpinen Kreideflysch" Taf. VI gezeichnete paläogeographische Kärtchen zeigt ja auch für den Osten viel reichlichere Schwellenzüge als *Ausdruck des hier ungleich widerstandsfähigeren, kontinentalen Unterbaues. Damit verstehen wir die gesteigerte Auswirkung alpiner Bewegung im W der Rheinzone als die Folge des hier ungleich weniger stabilen, stabilisierten Unterbaues.* Die Stabilisierung im O war für das kalkalpine Gebiet auch durch die Vorgosau-Bewegung schon wesentlich weiter fortgeschritten.

Die Oberkante des kristallinen Unterbaues war aber im O wie im W die grosse Scherfläche, auf der die helvetisch-ultrahelvetischen Massen abgeschürft wurden.

Abb. 10 zeigt auch für die Eozänzeit *die grosse Knickung des Alpenstammes an der Rheinzone.* Sie lässt aber auch bereits eine deutliche Verbiegung der nordalpinen Einengungszone (nordalpinen Narbe) erkennen. Wegen der darauffolgend zu beobachtenden Hauptschubrichtungen muss ihre Lage in der gezeichneten Linie angenommen werden.

Noch schärfer ist diese Horizontalflexur der nordalpinen Saugnarbe (racines externes), wenn wir die aus der heutigen Lage zu erschliessende Zone hauptsächlichster Massenverminderung im Untergrunde ins Auge fassen. Diese Narbenzone springt ja von der Südseite der Aarmasse scharf nach NNO unter den Rätikon hinein, um weiterhin in dem grossen Innlängstal oder etwas nördlich davon weiter zu ziehen[1]). Nach meiner Auffassung spiegelt sich darin nichts anderes wider als *der Erfolg der im W der Rheinzone ungleich gewaltigeren Süd- und Südost-Unterschiebungen nördlicher Alpenteile noch in tertiär-quartärer Zeit.*

Ursprünglich (bis zur Unterkreide) dürfte diese Horizontalflexur der grossen nordalpinen Narbenzone fast nicht bestanden haben. Denn der penninisch-helvetische Raum war offenbar im W etwa um ebensoviel breiter als im O der oberostalpin-ultrahelvetische Raum mehr beanspruchte.

Zusammengefasst: Dies scheinen mir wesentliche Überlegungen zu sein. Die Rheinzone war seit alters ausgeprägt, und zwar durch grössere, früher erreichte Stabilität im O, durch Höheraufragen kräftigerer Schwellenzüge im Ultrahelvetikum, durch den frühzeitig herangeschobenen und unweit im SO herrschenden oberostalpinen Bildungsraum. In der Rheinzone zeichnet die Isopenkarte der helvetischen Kreide jene Horizontalflexur nach NNO vor, die in fortschreitender Weise dann auch die nordalpine Narbenzone nachformt, denn die Unterschiebun-

---

[1]) E. KRAUS, „Die Alpen als Doppelorogen". Geol. Rundschau 1931. „Die Seismotektonik der Tiroler Alpen". Gerlands Beitr. z. Geophysik 1931.

gen aus NW in der Schweiz waren ungleich stärker als im O. Sie schufen auch die abweichende SW-NO-Generalrichtung der Falten im Gegensatz zu dem Gebirge im O der Rheinzone mit seinem westöstlichen Hauptstreichen.

Wir sehen eine sehr alte Gegensätzlichkeit der Ost- und der Westalpen, die hier in der Rheinzone zusammenstossen. Sie hat zu sehr auffallenden und ohne Berücksichtigung dieser abweichenden Baugeschichte unverständlichen Bauformen primärer und sekundärer Art gerade im Zuge der Rheinzone geführt. Die gewaltigen jüngeren Bewegungen haben gewiss ihr möglichstes getan, diese alte Gegensätzlichkeit zu verwischen. *Gleichwohl ist die Verlötungsstelle dieser tektono-historisch so abweichenden Gebirgsstücke bis heute unvollkommen geblieben.*

An zwei Tatsachenreihen, deren eine sich um die Aroser Schuppenzone und ihre eigenartige Verbreitung gruppiert, deren andere sich mit den heutigen Baustrukturen selbst beschäftigt, seien Folgen solcher tektonohistorischer Verschiedenheit aufgezeigt.

Die Aroser Schuppenzone

dieses Sorgenkind der Bündener Tektonik (ARBENZ, Peterm. Mitteil. 1928, S. 153), liegt bekanntlich über unterostalpinem Malm und Kreide der Falknis-Sulzfluhdecke und unter dem Mittelostalpin, bzw. der Silvrettadecke. Mit der Basis der Lechtaldecke verschuppte sie sich im Rätikon, verschwindet von da ab im O und N spurlos am Alpenrand. Das von O. AMPFERER als möglicher, letzter Ausläufer angesehene Vorkommen von Ölquarzitflysch am Johannes-Klesenzajoch in den Lechtaler Alpen[1]) ist offenbar entweder Gosauflysch oder Quarzitgruppe der Oberstdorfer Flyschdecke.

Nach S zu schiebt sich die Schuppenzone unter mittelostalpine Elemente Mittelbündens (Aroser Dolomiten, Ortler Decke), geht aber damit im mittelbündenerischen Deckenausstrich zu Ende.

Als Autor der „Aroser Schuppenzone" warnte J. CADISCH selbst vor unrichtiger, allzuweiter Anwendung dieses Begriffes. Die Zone stimmt[2]) ohne Frage weitgehend mit der unterostalpinen Err-Berninadecke Südbündens überein, enthält sogar mittelostalpine Elemente (Tschirpendecke). Die Fazies ihrer Gesteine kehrt mit Verrucano, Trias, Lias im Unterengadin als die normal stratigraphische Unterlage der echten Jura- und Kreide-Gesteine von Falknis-Sulzfluhserie wieder. „Daraus ergibt sich der Schluss, dass der Name Aroser Schuppenzone als Bezeichnung für eine tektonisch komplexe, stratigraphisch nicht einheitliche Zone nur in Mittelbünden verwendet

---

[1]) O. AMPFERER, Zur Grosstektonik von Vorarlberg, Jahrb. Geol. Bu. Wien **82**, 1932, S. 55, auch **80**, S. 133.

[2]) J. CADISCH, Eclogae Geol. Helv. **23**, S. 10.

werden sollte" (J. CADISCH). Die Aroser Schuppenzone erscheint im Unterengadin z. T. als das abgeschürfte und über sein ehemals Hangendes (Malmkreide der Falknis-Sulzfluhdecke) hinweggewälztes Liegende der unterostalpinen Decke. Warum hört sie aber nach S zu auf?

Weder die äusserlich ähnlichen Gesteinsarten und ähnlichen Verschuppungen noch die tektonisch viel höhere Lage *über* der Falknis-Sulzfluhdecke, welche ja die Err-Berninadecke fortsetzt, erlauben es, wie gesagt, in der *Plattadecke* wurzelnähere Teile der Aroser Zone anzunehmen. Die völlig abweichende Stellung im Deckengebäude beider verbietet direkt eine solche Notkoppelung — abgesehen davon, dass für eine derart regionale Durchstechung der unterostalpinen Decke und für eine Hochschuppung und Umwandlung der Plattadecke im S in die Aroser Schuppen im N die unterostalpine Platte viel zu wenig beschädigt und durchstochen ist.

Die unterostalpine Err-Bernina-Falknis-Sulzfluh-Klippendecke M. LUGEON's, G. STEINMANN's, R. STAUB's und anderer ist eine sehr wichtige, aushaltende und mächtige Einheit, an der wir fraglos festzuhalten haben. Die basalen Granite (Sulzfluh, Tasna, Err-Bernina) verbinden sie. Sie ist nicht so einfach und weithin durchstochen worden. Das Gedankenschema vom alleinigen Nordschub und vom nur-penninischen Ophiolith veranlasste die, wie wir glauben, abwegige Verbindung mit der Plattadecke. Wenn die Aroser Schuppenzone im S keine Fortsetzung hat, so kam sie eben nicht vom S. *Sie kam von SO.*

Unter der Wucht der mittelostalpinen und der anderen das Unterengadiner Fenster umlagernden hohen Decken ist die Fortsetzung der Aroser Schuppenzone zu suchen. Darum kommt sie auch in diesem Fenster in der richtigen Stellung und voll zur Entwicklung. Aber nicht gegen S, nicht gegen die südalpine Wurzel zu.

Im Gegensatz zu den Oberstdorfer-Plattadecken-Champatschalp-Schuppen, welche zum Teil nachweislich *Oberkreide*-Radiolarite (couches rouges z. T.[1])) und Ophiolithe enthalten, lässt sich für die Ophiolith-Radiolaritreihe der Aroser Schuppenzone im W und im Unterengadin der Nachweis von *Oberjuraalter* wirklich führen. Auch treten hier allein die übrigen mesozoischen Zutaten stark hervor.

Dass alle Ophiolithe penninisch sein müssten, ist meines Erachtens eine ganz unnötig schematische und die Zusammenhänge verschleiernde Forderung. Dass sie *auch im ultrahelvetischen* Bereich entstanden, beweist z. B. ihr Erscheinen am Hörnlein bei Balderschwang. Hier stecken die Diabase und ihre Tuffe in dem Piesenkopfkalk, also dem Oberkreideflysch der Sigiswanger Flyschdecke, in deren Zug Diabas

---

[1]) Die Bündener Schiefer wurden in der Plattadecke freilich oft als „Lias", der Radiolarit wurde als „Malm" angesehen. Beweise fehlten.

auch in Oberösterreich vorkommt. Ebenso wenig braucht also auch der Diabas der Aroser Schuppenzone, wie R. STAUB will[1]), penninischen Ursprungs zu sein.

Also: Es gibt zwei verschiedene, verschiedenaltrige *Ophiolith- und pelagische Kalk-Stockwerke: eines im Oberjura,* Aroser Schuppenzone, *eines in der Oberkreide,* nämlich Plattadecke, Margna-, ultrahelvetische Ophiolithe. Die Aroser Schuppenzone wurzelt nicht im S ihrer heutigen Verbreitung, sondern sie wurde im SO davon abgerissen. *Ihre Verfrachtung geschah in NW-Richtung über die Falknisdecke weg. Das oberkretazische Stockwerk entstand im NW der Falknisdecke.*

Damit kommen wir zu den eigenartig wechselnden Bewegungsrichtungen in der Struktur der Rheinzone überhaupt.

Die Bewegungstendenzen in der Rheinzone.

Unter Hinweis namentlich auf die Schilderungen von AUG. ROTHPLETZ, SPITZ-DYHRENFURTH, P. ARBENZ[2]), R. STAUB[3]), ALB. HEIM[4]), denen sich neuerdings besonders jene von O. AMPFERER[5]) und H. P. CORNELIUS[6]) anschlossen, sei hier eine kleine Sammlung der erwiesenen Bewegungsrichtungen veranstaltet. Die Einteilung nach der Zeit der Bewegung ist nicht in jedem Falle gleich sicher.

1. Alte, wesentlich vorgosauische Bewegungen.

Oberostalpin: Vortithonische O–W-Bewegung am Flexenpass-Spullersee (Lechtaler); auf Rhät-Lias transgressives Tithon.

In Unter- und Mittelkreide (Vorsenon) tiefgreifende, grosse Südnordbewegung, Schaffung der grossen Deckengliederung, dann Abtragung, obersenone Gosau transgrediert z. B. am Flexenpass und Zürsersee N.

Abriss der Lechtaldecke von dem Silvretta-Kristallin, Bildung der 4 Rätikonschuppen und Verschiebung gegen WNW.

---

[1]) R. STAUB, Über die Verteilung der Serpentine in den alpinen Ophiolithen. Schweiz. min. und petr. Mitteil. 1923, S. 120.

[2]) P. ARBENZ, Die Faltenbögen der Zentral- und Ostschweiz. Vierteljahrschr. Nat. Ges. Zürich 1913. Über die Faltenrichtungen der Silvrettadecke Mittelbündens. Eclogae Geol. Helv. **16**, 1920. **23**, 17, **24**, 232.

[3]) R. STAUB, Über das Längsprofil Graubündens. Viertelj. Schr. Nat. Ges. Zürich **64**, 1919. 295 ff. Der Bau der Alpen 1924.

[4]) ALB. HEIM, Geologie der Schweiz II, S. 757.

[5]) O AMPFERER, Beitr. z. Geol. des obersten Lechtals. Jahrb. Geol. Bu. Wien **80**, 1930; Zur Grosstektonik von Vorarlberg. Ebenda **82**, 1932.

[6]) H. P. CORNELIUS, Z. Auffassung d. westl. Ostalpenrandes. Eclogae **24**, 1928, S. 157—163.

Überschiebung des Verrucanos der Ulmer Hütte (Lechtaler) gegen S auf das Kristallin. Verschiebung gegen S auf der durch die Davennagruppe gehenden Schubfläche.

?Tauchfalten-Bewegung zwischen Flexenpass und Stanskogel gegen N[1]); Überschiebung Trias auf Kreide gegen S in dieser Zone.

Tieferes Ostalpin: Schübe im ostalpinen Mittelbünden gegen SW, und zwar in der Randzone der Silvrettadecke, in den mittelostalpinen Aroser Dolomiten, in der unterostalpinen Falknisdecke NO Parpan.

Lebhafte Überfaltung in der Falknisdecke gegen SO (vielleicht aber jünger!) im Gargellenfenster.

Allgemeine Bewegung der unterostalpinen Decken gegen N.

Penninisch: SW-Bewegung im Bündener Flysch von Mittelbünden.

Spezialfaltung im Bündener Schiefer gegen SO.

Überkippte Flyschfalten in der Klus (Landquart) gegen W und NW (? jünger).

Allgemeine Bewegung gegen N.

2. Jüngere Bewegungen, etwa alttertiär.

Oberostalpin: Starke S–N-Bewegung im Rätikon. Ausbildung der Lechtaldecke mit Schuppengliederung.

S–N-Bewegung und Quarzgefüge-Regelung in der Silvrettabasis bei Tilisuna und Gargellen.

Aufschub der Krabachjochdecke im O des Flexenpasses (Lechtaler) auf die Inntaldecke gegen NW (? älter).

Starke N–S-Bewegungen an der Südgrenze der nördlichen Kalkalpen.

Kräftige Schübe gegen NW im Ostalpin von Mittelbünden.

Tiefere Decken: Allgemeine S–N-Bewegung, Ausbildung von rund 66% der Falten an der Basis der Err-Berninadecke und in der Plattadecke zwischen Septimer- und Albulapass. Daneben besonders Bewegung von SO gegen NW (? jünger).

3. Junge Bewegungen, jungtertiär.

Oberostalpin: Der Jaggl erhält 3 gegen W übergelegte Falten durch das Herandrängen der Ötzmasse. Der Piz Lat ist gegen NW überkippt.

Schub gegen W an der Hasenfluh W Flexenpass.

---

[1]) Diese Tauchfaltendecken beruhen auf der beobachteten Einlagerung von „Aptychenkalk" immer in die gleiche Kreideschiefermulde. Ist *dieser* Aptychenkalk wirklich Malm, so, wie sonst in den Hochalpen? Ist er nicht vielleicht normal *dieser* Mulde einsedimentierter pelagischer Turonkalk, so dass die Tauchfalten entbehrlich würden?

Grosse Reliefüberschiebung gegen W im Rätikon: Westbewegung der Silvretta (Abscherung, Anschoppung, Querfaltung, Querverschiebung. Ablösung der Lechtaldecke auf O–W-Fläche vom Kristallin. Hochbewegung der Scesaplanamulde gegen W). Verschiebung der Lechtaldecke um ein Stück über unterostalpine Kreide und penninischen Flysch gegen W.

Einige Hauptschübe gegen N in Mittelbünden.

Tiefere Decken: Höheres Ostalpin im Hangenden der Errdecke wird überwiegend gegen WNW bewegt.

Überfaltungen in der Aroser Schuppenzone und Anschoppung in der Sulzfluhdecke gegen NW und W; WSW streichende Gempifluh-Störungszone im Bereich des Gargellenfensters.

Untergeordnete Bewegung von O nach W am Julierpass.

Junge Einwicklungen im penninischen Deckengebiet durch Bewegungen gegen NW.

Anschliessend verweise ich noch auf die nach ihrem Bewegungsalter nicht weiter gegliederten Angaben von R. STAUB[1]) über die ausserordentliche Verbreitung der *echten Querfaltungen* im ganzen Deckenland Bündens bis zum Prätigau und Rätikon.

Zusammenfassend können wir sagen:

Die alten, kretazischen Hauptbewegungen gingen von S nach N. Im Oberostalpin sehen wir aber starke *Südbewegungen,* örtlich solche *gegen NW;* im tieferen Ostalpin ausgedehnte Bewegungen *gegen SW,* bei Gargellen auch *gegen SO;* gleiche *SW- und SO*-Tendenz im Penninischen, teilweise wohl auch *gegen NW.*

Die alttertiären Bewegungen waren noch *überwiegender südnördliche.* Aber auch hier zeigt der kalkalpine Südrand *nordsüdliche* Bewegungen neben *nordwestlichen* (Krabachjoch), und das Unterostalpin bewegte sich örtlich kräftig *gegen NW.*

Die jungtertiären Bewegungen müssen als *überwiegend ostwestliche* bezeichnet werden. Ihnen können auch die mehr nordwestlichen zugeordnet werden, während nur in Mittelbünden örtlich auch kräftige *S–N-Tendenz* bestand.

Bei der zeitlich und räumlich vielfach so uneinheitlichen Tendenz hat aber summarisches Verfahren keinen grossen Wert. Und Deutungen müssen zunächst einmal jenen Wechsel berücksichtigen.

Man hat ja öfter versucht, hier zu erklären.

Angesichts der wirklich erwiesenen, verschiedenen Bewegungsrichtungen kann die blosse Feststellung, hier liege eben ein schöner Einschnitt in den axial einfach östlich geneigten Alpenkörper vor, nicht befriedigen. Ebensowenig können Teildeutungen genügen.

---

[1]) R. STAUB, Über das Längsprofil Graubündens. Vierteljahrschr. Naturf. Ges. Zürich, **64**, 1919, S. 295—335.

Eine solche bezieht sich z. B. auf die hemmende Wirkung, welche das Aarmassiv gegenüber dem nördlich vordringenden Rätikon ausgeübt haben soll (Erklärung der Rätikonschuppen). Da wir wissen, dass auf den grossen Blattverschiebungen der nordwestlichen Kalkalpen nicht die NO-, sondern gerade die SW-Scholle relativ weiter nach NW vorrückte, und dass nach W die Schubweiten wachsen, kommt eine solche Vorstellung sogar aus örtlichen Gründen nicht in Betracht.

Wesentlich näher einer vertretbaren Vorstellung scheint mir schon R. STAUB gekommen zu sein. Er stellt zwar immer noch das Schema des allein primären S–N-Schubes in den Mittelpunkt, zählt aber eine Reihe von möglichen Störungsgründen im einzelnen auf: Allmählich höher steigende Vorland-Kulminationen; Innen-Einengung des vorrückenden Deckenbogens, der dafür aussen in der Längsrichtung zerreisst; W–O-Bewegung des noch aktiven Penninikums gegen das bereits passive Ostalpin; sekundäre Stauungen zwischen dem schon tief verankerten Silvrettamassiv im O und der später aufsteigenden Aarmasse mit Helvetikum im W; Zurückschwenken des grossen ostalpinen Deckenbogens aus OW in NO–SW infolge Bremsung durch das alte (jetzt also schon alte!) Widerlager des Aarmassivs.

Mit der bereits vorher betonten *Überkreuzung ostalpiner* (nicht oberostalpiner!) *Bewegungseinheiten und penninischer* scheint mir der wesentlichste Gesichtspunkt betont zu sein. Es wird aber damit nur angedeutet, was sich bei genauerem Zusehen in ein zeitlich und räumlich sehr verwickeltes Teilsystem von Horizontalbewegungen auflöst. *Und dieses ist ebenso wie die erstaunliche Baustörung durch wiederholte, verschiedengerichtete Faltung, Verschiebung, Einwicklung und Decken-Gleitbrett-Bildung nichts als das notwendige Ergebnis einer bunten paläogeographisch-tektonischen Geschichte, die uns das Studium des Schweizer Flysches etwas näher gebracht hat.*

Wir wollen die tektonohistorische Sprache der Profile an der Grenze von Ost- und Westalpen übersetzen und können ihren Sinn etwa so zusammenfassen:

Die Baugeschichte ist beherrscht durch die orogene Tätigkeit

I. der O-W-verlaufenden Zonen der Einengung (Saugnarben, „Wurzeln") im S und N[1]);

II. der SSW-NNO-verlaufenden Zwischenstückes beider Saugnarben (Adamello-Sterzing im S und etwa im Raum der heutigen Oetzmasse im N).

Ia) *Von S nach N wanderten (Relativbewegung oben):*

A) Aus dem O-W-Teil der südalpinen Narbe[1]) die *Penniden.* Vortiefensediment: bis zum Dogger Bündener Schiefer, schistes lustrées; später im N Kreide-Wildflysch der „Margnadecke"

---

[1]) E. KRAUS, Die Alpen als Doppelorogen a. a. O.

z. T., dann ganz überschoben. 2. *Die Grisoniden z. T.* Vortiefensediment: kretazische Wildflyschdecke im W; Plattadecke; Unterengadiner Kreideflysch im O; tertiärer Wildflysch, tertiärer Teil von Niesen-, Schlieren-, Gurnigelflysch. Molasse.

B) Aus der nordalpinen Narbe: 1. Die *Helvetiden* und *Ultrahelvetiden.* Vortiefensediment: Wildflysch der obersten Kreide und Flysch des Alttertiärs. 2. *Die oberostalpinen Kalkalpen* mit Grauwacken-Phyllitbasis (? mit Silvretta). Vortiefensediment: Ultrahelvetischer Kreideflysch; wenig Eozänflysch; Molasse — Schlier.

Ib. Dabei verschoben sich aber auch gleichzeitig jeweils bedeutende Massen *von N nach S* (d. h. relativ oben, nach der Unterströmungstheorie Unterschiebung nach N):

A) *Dinariden* an der Südflanke der südalpinen Narbe.

B) *Der Südteil des* (ostrheinischen) *Oberostalpins* an der Südflanke der nordalpinen Narbe.

II. *Von OSO gegen WNW wanderten (Relativbewegung oben):*

A) Aus dem SSW-NNO-Stück (Adamello-Sterzing, Judikarienlinie) der südalpinen Narbe:
1. *Die Grisoniden z. T.* (Ortler-Umbraildecke, Unterengadiner und Aroser Dolomiten) in der Kreide. Vortiefensediment: Aroser Schuppenzone z. T.; Kreideflysch. 2. *Die Kesch-Ducan*[1]) und wohl auch die *Oetzmasse* rückwärts anschliessend an die mittelostalpinen Grisoniden in der Kreide und später, diese übersteigend, im Tertiär.

B) Aus der in SSW-NNO während der Kreide verlaufenden Einengungszone, nördlich von welcher (etwa im heutigen Oetztalgebiet) offenbar vortertiär noch die oberostalpine Masse[1]) lag: *Grisoniden* und *Oetzmasse* z. T. Vortiefensediment: Penninisch-ultrahelvetischer Kreideflysch z. T., Aroser Schuppenzone im W z. T. Es erfolgte:

Junge Überschiebung der schon kretazisch nach N beförderten Falknis-Sulzfluhdecke aus SO durch Mittel- und Oberostalpin mit der Aroser Schuppenzone als Vortiefensediment und basalem Schuppenwerk. W-Bewegung der Oetzmasse. Unterschiebung der Falknisdecke gegen NW (SO-Überfaltung!) auf der Südflanke der nordalpinen Narbenzone.

---

[1]) Es ist erst zu klären, ob der *alpine Hauptschnitt:* die Grenzflächenzone zwischen den Bewegungselementen der alpinen Süd- und Nordnarbe, im N der Kesch-Ducanmasse zwischen Davos und Guarda sich bestätigt, oder ob das Silvrettakristallin noch zu den Südelementen gehört. Dann wäre der Hauptschnitt in die grosszügige Fläche des Massenverlustes am Südrand der Grauwacken-Landecker Phyllitzone zu legen. Auf dieser Zone wurzelt die Lechtaldecke.

Also: *eine grosszügige Durchkreuzung der Hauptbewegungen ergibt die heutige Struktur und erklärt die Entwicklungsgeschichte der Flysche.* Sehr verwickelt sind die Folgen, und es wird nun daran zu gehen sein, diesen Sinn der Dinge an den verschiedenen Flyschen im Gelände weiter zu prüfen.

Noch verwickelter als unser erstmaliger Versuch der Entwirrung sind fraglos die wirklichen Bewegungsbilder in der Natur. Denn hier kommen ja noch die von Ort zu Ort sehr wechselnden Erbanlagen störend hinzu, deren wir nur einige berücksichtigten. Namentlich aber wurde jeweils gearbeitet an einem Material von höchst verschiedener Mobilität der Gesteine.

Abschluss: *Die orogenetische Deutung des Flysches.*

Wir haben den Flysch aufgefasst als das Sediment der orogen bewegten Tröge. *Jede grosse Deckenbewegung hat ihren Flysch,* bildet an geeigneten Steilhängen der Deckenstirnen ihren Wildflysch. *Die Deckenwanderung erklärt auch das exotische Phänomen. Dieses ist von der Lebensgeschichte des Flysches nicht abtrennbar. Nur aus der Orogenese heraus ist „Flysch" verständlich.*

Unsere Ausführungen ruhen auf einer besonderen Auffassung vom Wesen der Orogenese, die vorausgehend berücksichtigt wurde. So sei das Schlusswort über den Schweizer Flysch noch ein Wort der Begründung dieser Auffassung.

Die Kontraktions-Hypothese ist als ungeeignet von den meisten zur Seite gelegt worden. Zur Erklärung des gewaltigen orogenetischen Geschehens stehen uns heute in der Hauptsache zwei Theorien zur Verfügung: Die Kontinentalverschiebungs- und die Unterströmungstheorie.

Die erstere (Theorie der Epeirophorese) ist nicht eigentlich eine Theorie zur Erklärung der Gebirgsbildung. Geophysikalische und andere Erwägungen haben sie in A. Wegener reifen lassen. Ersten Hinweisen Wegener's folgend, haben erst E. Argand und R. Staub die Übertragung auf den alpinen Mechanismus versucht.

Anders die Unterströmungstheorie. Sie erwuchs aus O. Ampferer's überaus gründlichen und ausgedehnten Beobachtungen in den Ostalpen und wurde später von einigen anderen, wenn auch noch nicht erschöpfend, ausgebaut.

Eigene Erfahrungen und Überlegungen haben mich immer mehr in den Gedankenkreis dieser Theorie geführt.[1]) In unserem Anfangsstadium synthetischen Wissens wäre es fraglos unrichtig, von vornherein sagen zu wollen, dass die Bewegung der unter hohem Druck und hoher Temperatur plastischen Tiefenmassen, bedingt durch die

---

[1]) E. Kraus, Das Wachstum der Kontinente nach der Zyklustheorie. Geolog. Rundschau **19**, 1928, S. 353—493.

verschiedenartigsten Zustands- und damit Volumenänderungen, die einzige motorische Kraft der alpinen, überhaupt der orogenen Maschinerie sei. Zugegeben also, dass noch viele andere Antriebsmomente in Frage kommen, muss doch gesagt werden: Einstweilen die einzig verständliche und die nächstliegende Erklärungsart ist jene, welche den aktiven Sitz der Bewegung in der Tiefe annimmt.

Abwanderung der Massen nach der Tiefe zu ist ja allein imstande, die tektonohistorische Eigenart der Geosynklinale zu erklären. Durch Massenverminderung unten bilden sich Zonen der Schrumpfung, der Verschluckung, Narben der Absaugung oben. Diese Narben decken sich, rein äusserlich-geometrisch gedacht, mit dem, was man bisher als „Wurzel" bezeichnet hat. Jedoch gilt nun die Vorstellung, dass nicht Zonen des Massenverlustes *nach oben* und nach der Seite hin vorliegen, sondern Zonen des Massenverlustes *nach unten* und nach der Seite hin. Es wird nichts ausgequetscht, sondern es wird nach der Tiefe abgesaugt. Das ganze ist Reaktion auf das Leben des Erdkörpers selbst, nicht seiner Haut nur. Orogenese ist ein endogener und kein „exogener" Vorgang.

Die Eigenart der „Geosynklinale" ist zu erklären. Wagrecht gegeneinander pressende Kontinentalplatten — deren Beweglichkeit an sich ohne weiteres zuzugeben ist — können aber nicht das Wesentliche der Geosynklinale erklären: Die durch Jahrmillionen andauernde *Senkungstendenz* zuerst in sehr breiten, dann in immer schmäler werdenden, sich gliedernden Trogmulden. Warum sollen die Massen wagrechtem Druck ausgerechnet nach unten, also in der Richtung höheren Druckes ausweichen und nicht nach oben gegen den geringeren Hydrosphären- oder Atmosphärendruck? Wie lässt sich die geosynklinale Vorbereitungszeit einer jeden grossen Gebirgsbildung durch Horizontaldruck erklären? Welche Deutung sollen also die zunächst nur sehr mächtigen und faziell sehr bunten vororogenen Sedimente (englisches Silur, rheinisches Devon, ostalpine Trias!) und dann die ausserdem orogenen Flyschhabitus annehmenden, überaus mächtigen Synorogensedimente bekommen? *Ohne Massenabfuhr nach unten, also ohne dadurch bedingte Einengung, Tiefenbewegung, Unterströmung bleibt dies alles unverständlich.*

Den überaus verwickelten Bewegungsantrieben, welche uns die Geschichte des Schweizer Flysches und die Baustrukturen in der Ostschweiz anzeigen, kann die Annahme eines Boxkampfes zwischen dem afrikanischen und dem eurasiatischen Kontinent *durchaus nicht gerecht werden. Die gewaltigen NW- und W-Bewegungen in dem West- und in dem Ostalpenbogen sind die folgenschwersten, die wir kennen.* Sie stehen allermindestens den Süd-Nordbewegungen ebenbürtig gegenüber und sind gewiss nicht nur sekundäre Ausgleichsbewegungen. Ebensowenig kann man sagen, dass das ganze verwickelte Schlingenwerk der orogenen Stränge im gesamten Mediterrangebiet wahr-

scheinlicherweise nur aus dem Aufeinanderprall starrer Festlandsplatten erklärt werden könne. Denn auch diese Schlingen spiegeln ja nur die auf eine einzige Ebene, nämlich auf die Zeitebene der Gegenwart projizierte, überaus wechselvolle und langdauernde Entwicklungsreihe wieder.

Was bei einem ersten synthetischen Wurf als denkbar, ja als naheliegend erscheint, das muss hier bei genauerem Zusehen zurücktreten. *Das Schema der stossenden Kontinentalplatten ist nicht geeignet, die Geschichte des Schweizer Flysches zu erklären. Wir brauchen eine Theorie, die sich der ungeheueren Relativität der Standorte, Druckrichtungen und Druckstärken im Ablauf der Zeit ungleich vollkommener anschmiegt. Das ist die Theorie der Unterströmung.*

Zusammenfassung und Inhaltsübersicht.

A. Der autochthone Flysch.

Nach einer schwachen Vorbewegung in der Kreide und Hebung im ersten Tertiärabschnitt wurde der Südrand der europäischen Platte im Mitteleozän gesenkt und im Obereozän mit mächtigen Mergeln bedeckt. Sie waren die Vorläufer der von S heranrückenden geosynklinalen, flyschbildenden Bewegung, die hier im Unteroligozän eintraf.

B. Die Wildflyschdecke

überschiebt in der *Amdener Mulde* das Helvetikum, welches aber teilweise schon vorher Flysch- und allgemein ultrahelvetische Fazies angenommen hatte. Damit setzen sich die gleichen Tatsachen in Allgäu-Vorarlberg auch westlich des Rheins fort.

In der Zone *Fluhbrig-Einsiedeln* liegt über der Wildflyschdecke wohl noch der westlichste Ausläufer der ultrahelvetischen Sigiswanger Flyschdecke von Südbayern-Vorarlberg.

Der Wildflysch ist aber hier nicht mehr wie östlich des Rheins ein „*Schwellenwildflysch*", sondern der mit unterostalpinen Abkömmlingen versehene „*Klippenwildflysch*". Letzterer setzt etwa gleichzeitig nach W zu ein mit den noch erhaltenen Resten der Klippendecke, mit den Habkerngranit-Vorkommen, mit den Ophiolithen und mit den bunten Graniten in der Molasse.

Daher ist der Wildflysch nur im W im Zusammenhang mit der Klippendecke entstanden, im O nicht. Östlich des Wäggitals fehlte schon ursprünglich das Unterostalpin am Alpenrande.

Der Wildflysch *im Schlieren-Habkerngebiet* ist untrennbar stratigraphisch mit den oberkretazischen Leimernschichten verbunden und