

# Über den Mechanismus der subalpinen Molassetektonik

Autor(en): **Beck, Paul**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **38 (1945)**

Heft 2

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-160639>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Über den Mechanismus der subalpinen Molassetektonik.

Von Paul Beck, Thun.

Mit 1 Tafel (XI) und 3 Textfiguren.

Die nachstehenden Ausführungen betreffen das subalpine Gebiet beiderseits des Aaretales, also die Gegend, in welcher der grosse Wechsel im Aufbau der Voralpen stattfindet, indem am Alpenrand die helvetischen Decken östlich des Thunersees enden und gegen Westen durch die romanischen Decken und die penninische Niesenzone abgelöst werden. Gleichzeitig reichen die romanischen Bauelemente viel weiter über die Massivkulmination hinaus nach N als die helvetischen, eine Erscheinung, die im Molassewinkel Gurnigel–Ralligen–Schangnau sichtbar ist und die Geologen seit über hundert Jahren beschäftigt.

Im folgenden sollen zuerst die Vorstellungen über die tektonischen Zusammenhänge beiderseits der Aare, wie sie sich aus den nach und nach gesammelten Beobachtungen und Fossilfunden ergeben, besprochen werden. Der zweite Teil der Arbeit ist einigen tektonischen Vorgängen allgemeiner Art gewidmet, die sich aus dem Aufbau des Gebietes ableiten lassen. Dabei werden verschiedene frühere eigene Darstellungen und auch solche anderer Autoren abgeändert und nach neuen Gesichtspunkten, die den Fortschritten der Kenntnis der subalpinen Molasse angepasst sind, interpretiert.

Die beigegebene Kartenskizze (Taf. XI) möchte die grossen Zusammenhänge der tektonischen Einheiten, sowie die Verbreitung der Altersstufen so darstellen, dass sich der Leser an Hand aller bekannten und eingetragenen Fossilfunde selber ein Bild über deren Beweiskraft machen kann. Nicht alle tierischen Überreste können über das Alter der Lagerstelle Auskunft geben. In vielen Fällen genügen sie nur, um marine und limnoterrestische Ablagerungen zu unterscheiden. Beweiskräftige Funde sind in den letzten Jahren besonders ED. GERBER und seinen Mitarbeitern, R. RUTSCH, H. HAUS und H. G. STEHLIN, zu verdanken. Zusammen mit eigenen Beweisstücken bedeuten sie wichtige Fortschritte in der Erkenntnis der subalpinen Molasse des Aaregebiets.

## I. Die tektonischen Zusammenhänge beiderseits der Aare.

Zwischen dem Alpenrand bei Ralligen und der mittelländischen flachen Molasse lassen sich drei tektonische Zonen unterscheiden:

- A. Die Ralligenzone,
- B. Die Blumen–Honeggzone,
- C. Die Falkenfluh–Giebeleggzone.

### A. Die Ralligenzone.

Diese beginnt am Thunersee mit steilen Schichten von Ralligsandstein und -mergeln, eng eingekeilt zwischen den Flysch der subalpinen Zone mit seinen Schürflingen (Taveyannazsandstein am Kontakt!) und der Verwerfung, mit der die Blumenscholle gegen SE abbricht. Nach NE erscheint die Ralligenzone aber auf die letztgenannte Einheit hinaufgeschoben. Ihr unterstampisches Alter beweisen zwei Fundstellen: die klassische bei Ralligen (B. STUDER) und diejenige einer Cyrenenplatte am vorderen Horrenbach (P. BECK).

Die Ralligenschuppe verschwindet im Schöriz, um erst östlich der Emme als Hilfernzzone wieder aufzutreten.

### B. Die Blumen-Honeggzone.

Sie begleitet den helvetischen Alpenrand vom Linthgebiet her über Rigi und Bäuchlen mehr als 100 km weit bis an den Thunersee, um hier abzubrechen. Sie besteht in der Hauptsache aus der Blumenschuppe im engeren Sinn, d. h. einer über 2000 m mächtigen Masse von mittlerem und oberem Stampien, wie die Säugerfunde an der Losenegg (E. KISSLING und H. G. STEHLIN) und im Bumbach, sowie die Bresserenschichten (P. BECK) beweisen. An ihrer Basis befinden sich unterstampische Horwerschichten bei Horw und gleich alte Mergelschiefer mit Fischschuppen an der Bäuchlen (H. FRÖHLICHER).

Dieser normalen Serie vom obern Chattien bis ins Rupélien ist eine etwas jüngere, chattische Zone (Fundstelle Hombach H. HAUS) vorgelagert, die in Analogie zur unten dargestellten Entwicklung des Falkenfluhgewölbes als deformierter liegender Schenkel einer ursprünglich als Antiklinale angelegten Dislokation gewertet werden darf. Ich bezeichne sie als Zulg-Hombachzone. Ihr Aufbau ist unregelmässig und wegen der Schuttbedeckung meist schwer zu beurteilen. Den Kontakt mit der Blumenschuppe s. s. bildet eine Aufschiebung. Der Anschluss an die vorgelagerte miozäne Molasse kann einzig am Nagelfluhsborn des Gabelspitzes oder Schallbergs beobachtet werden und zwar an der durch H. HAUS untersuchten Stelle beim Steinmösli, wo das Chattien in eine Miozän-Nische vorgeschoben ist. Zwischen Röthenbach und Aare erscheint die Grenze um Hunderte von Metern unsicher, da die zusammenstossenden Gesteinsarten sich petrographisch vorläufig nicht unterscheiden lassen und Fossilien und meist sogar Aufschlüsse fehlen. Die Zulg-Hombachzone weist im Einzelnen häufig tektonische Störungen auf, z. B. östlich Schangnau und unter dem Bürkelihubel (H. HAUS), im Quellgebiet des Röthenbachs, wo F. J. KAUFMANN mehrere Gewölbe und Mulden nachwies, an der Zulg und am Homberg (Grabenmattgewölbe, P. BECK). Im übrigen fallen die Schichten isoklinal. Westlich der Aare können dieser Zone die bei Giblitz (P. BECK) und bei Forst festgestellten Schichten, sowie die chattische Fundstelle Fuchsegg (ED. GERBER und W. ZIMMERMANN) samt der Lienegg zugerechnet werden.

Im gleichen Verhältnis wie die Zulg-Hombachzone zur Blumen-Honeggschuppe s. s., steht die Grindeleggschuppe zwischen Zugersee und Wäggitalleraa zum Rigi-Rosberg-Pfiffegg-Gebiet (Lit. 21). Auch ihr Bau stimmt in seinem Charakter gut mit der Zulg-Zone überein. Wenn aber die Rigiauflösung als Hauptaufschiebung bezeichnet wird (Lit. 31), so trifft dies, mindestens für das Aaregebiet, nicht zu; denn am Grüsisberg bei Thun lagern chattische Schichten der Blumenschuppe auf nur wenig jüngeren, ebenfalls mittelstampischen Gesteinen der Zulgzone, während die letztere an Molasse der Helvétienstufe angeschoben ist. Die Blumenschuppe s. s. und die Zulg-Hombachzone können zusammen als

ursprüngliches Gewölbe mit einem längs einem Scheitelbruch über den verkehrten Muldenschenkel vorgeschobenen Gewölbeschenkel aufgefasst werden. Die einfache, starre Form des letzteren und die diversen untergeordneten Dislokationen des erstern, der Stauungen und Stauchungen stärker ausgesetzt war, passen gut zu dieser Interpretation und der Plastizität der beiden Teile.

Im W taucht die ganze Gruppe unter die ultrahelvetischen Ablagerungen des Gurnigels.

### C. Die Falkenfluh–Giebeleleggzone.

Ähnlich wie der helvetische Alpenrand von Molasseschuppen begleitet wird, erstreckt sich auch eine längst bekannte Dislokationszone, die sog. nördliche Antiklinale B. STUDERS oder die Juxtaposition von V. GILLÉRON längs des Randes der romanischen Voralpen. Während aber die helvetisch orientierte subalpine Zone am Thunersee unvermittelt abbricht, vermutlich längs einer Verwerfung, klingt die von W her streichende westschweizerische Störung im Falkenfluhgewölbe aus, so dass ihre Entwicklung von der flachen Emmentalermolasse bis in die Schuppenzone der Giebelelegg und ihrer W Fortsetzung einigermaßen verfolgt werden kann. Dabei zeigen sich als wichtige Tatsachen, dass der N-Schenkel der einfachen Falkenfluhantiklinale in eine Schuppe mit verkehrter Lagerung übergeht, dass der S-Schenkel sich über dem Nordschenkel längs eines Scheitelbruchs vorschiebt und namentlich, dass mit der Annäherung an die romanischen Alpen sich immer ältere Stufen am Aufbau der Schuppen beteiligen, dass also immer tiefere Teile des Gewölbekerns gehoben und vorgeschoben wurden. (Siehe Prof. 1—3 in Fig. 1!). Leider fehlt im Aare- und Gürbetal infolge Erosion und Schuttbedeckung fast das ganze Mittelstück zwischen den typischen Gebieten Falkenfluh und Giebelelegg.

Aus der flachen Molasse des Röthenbachgebietes erhebt sich bei Heimenschwand, sanft zum Grat des Buchholterberges ansteigend, das Falkenfluhgewölbe. Seine Flanken fallen einerseits gegen die Zulg, andererseits gegen das Tal der Kiesen (von Konolfingen bis Signau) ab. Der erste Anstieg besteht noch aus limnoterrestrem Helvétien, der Kern aus ebensolchem Burdigalien. Der Nordschenkel baut sich im Kurzenberg stratigraphisch höher auf und umfasst ausser den marinen Belpbergschichten auch noch tortone Ablagerungen. Im Kurzenberg steckt ferner ein kurzes Gewölbe, die Kurzenbergantiklinale (R. RUTSCH), durch die Diesbachmulde (P. BECK) von der Falkenfluh getrennt. Inmitten dieser ruhigen Tektonik stehen von der Barichti bei Linden an sehr steile, senkrechte und sogar nach N überkippte Nagelfluhbänke an, die sich bis zur grossen Kiesgrube von Helisbühl nachweisen lassen (P. BECK). Sie treten ganz in der Nähe des Kerns der deutlich sichtbaren Gewölbeschale auf und stossen an horizontale oder flach N-fallende Schichten der Diesbachmulde. Eine Verbindung der steilen Schichten mit dem altbekannten flachen Scheitel, der in der Falkenfluhwand sichtbar ist, kann nirgends direkt beobachtet werden. Wir wissen daher nicht, ob sie in einer gleichmässigen Biegung oder in einem Knick besteht. Soviel feststellbar ist, beginnt die Verbindung rundlich und wird bis zur Falkenfluh schon ziemlich eng, um sich weiter westlich vermutlich erst in einen Knick, dann in einen Scheitelbruch und endlich in eine Überschiebung umzuformen.

Westlich des Gürbetales stösst eine schmale Schuppe in verkehrter Lagerung an das flache Riggisberggewölbe, das sich aus Burdigalien und Helvétien aufbaut. Der Kontakt ist die viel diskutierte „Juxtaposition“. Die verkehrte Serie aber



besteht westlich des Kartenrandes aus Torton, diesseits desselben aus Helvétien und am Gürbetalhang aus Burdigalien (ED. GERBER, R. RUTSCH).

Nach einer Anchiebung von sehr steiler „Blättermolasse“ im Eisgraben (ED. GERBER, R. RUTSCH) an die mit ca. 30° fallenden Giebeleggsschichten folgt die breite Seftigschwandschuppe, die nach E in den Südschenkel der Falkenfluh-antiklinale übergeht und nach S durch die Hauptanschiebung der chattischen Zulgzone begrenzt wird. Das Streichen der Schichten der Seftigschwandschuppe

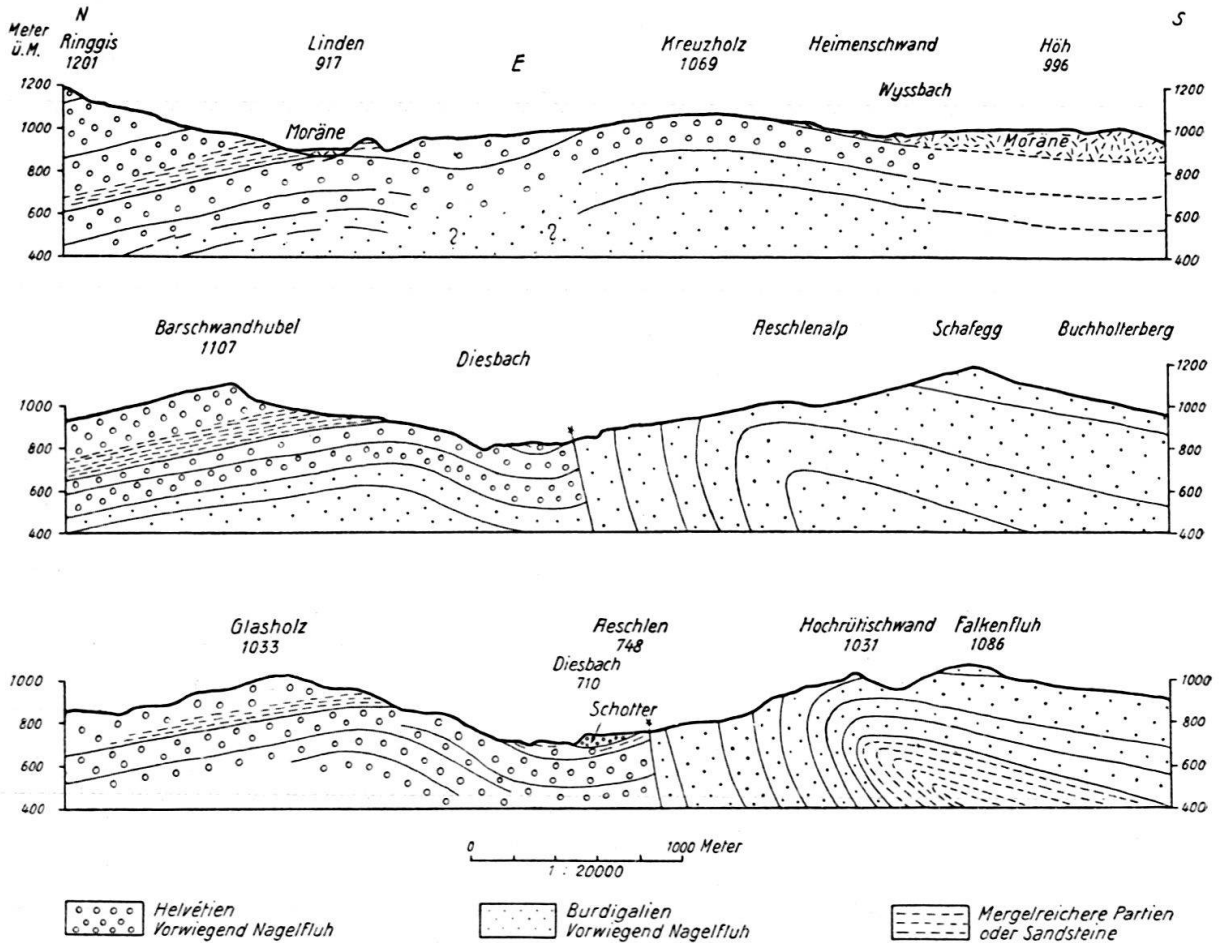


Fig. 1. Entwicklung der Falkenfluhantiklinale (oben) in eine Schuppe mit verkehrter Lagerung (unten).

ist meist ENE, so dass die Bänke an den Dislokationsgrenzen in spitzem Winkel abstossen. Die Steilheit des Fallens nimmt von E nach W zu. Diese beiden Tatsachen haben zur Folge, dass immer ältere Schichten zutage treten. Können die limnoterrestren Nagelfluhen, Sandsteine und Mergel E der Aare indirekt als Helvétien und Burdigalien bestimmt werden, so beweisen Funde von *Cepaea rugulosa* (R. RUTSCH) das stampische, vielleicht aquitane Alter der Ablagerungen am Südhang der Giebelegg. Trotzdem wir vorläufig keine palaeontologischen Beweise haben, dürfen wir mit grosser Wahrscheinlichkeit annehmen, dass sich zwischen beiden Altersstufen als normales Zwischenglied noch das Aquitan befindet. Die Breite der Zone, die durch das schiefe Streichen auf über 3 km vergrössert wird, bietet Raum genug für eine ausgiebige Aquitanzone.

Vergleichen wir die tektonischen Einheiten W der Gürbe mit dem Falkenfluhgebiet, so stellen wir eine fast identische Reihenfolge der Bauteile fest, die erst am Alpenrand wesentliche Unterschiede aufweist:

	W	Aare	E	
Romanische Antiklinalzone der subalpinen Molasse	Riggisbergantiklinale	—	Kurzenbergantiklinale	
	Juxtaposition	—	Anschiebung der steilen Schichten an die flache Diesbachmulde	
	Giebeleggsschuppe	—	Steilstehender N-Schenkel der Falkenfluhantiklinale im engern Sinn	
	Anschiebung im Eisgraben	—	Runde bis geknickte Gewölbeumbiegung	
	Seftigschwandschuppe	—	Scheitel des Falkenfluhgewölbes und S-Schenkel desselben	
Aufschiebung, durch Schutt verhüllt		—	Anschiebung, meist durch Schutt verhüllt	Helvetische Antiklinalzone der subalpinen Molasse
Fuchseggzone		—	Zulgzone	
Anschiebung (?) des ultrahelvetischen Alpenrandes, durch Schutt verhüllt			Aufschiebung der Blumenscholle	
Anschiebung der medianen Präalpen			An- und Aufschiebung der Ralligenscholle	
Untertauchen der penninischen Niesen- decke				
Untertauchen der ultrahelvetischen Sattel- zone		—	Aufschiebung der ultrahelvetischen subalpinen Flyschzone	
Helvetische Wildhorndecke in Ultrahelvetikum eingewickelt		—	Aufschiebung der helvetischen Wildhorn-Niederhorndecke, in Ultrahelvetikum eingewickelt	

Die obigen Darlegungen zeigen, dass die Lösung des Problems der Verbindung der tektonischen Elemente zwischen Zug und Thunersee mit denen der Giebelegg darin besteht, dass sie gar nicht verbunden, sondern westlich der Aare parallel geschaltet werden. Die nördliche Antiklinalzone Gibloux-Giebelegg geht östlich der Falkenfluh in die flache Molasse des Emmentals über, der südliche Antiklinalzug Hohe Ronen-Rigi-Bäuchlen-Blumen dagegen taucht nach seinem Verschwinden unter dem Gurnigel-Berragebiet im einspringenden Winkel des Alpenrandes bei Bulle wieder auf und wird dort durch verschiedene Zonen von Vaulruzmolasse so gekennzeichnet und gegliedert (H. BUSS, MORNOD), dass diese sehr wohl Äquivalente der Zug-Hombachzone und der Blumenscholle s. s. sein können.

## II. Beiträge zur Kenntnis des Mechanismus der subalpinen Molasse.

### A. Einleitung.

Sowohl für den Jura- als auch für den Alpenbau genügen die Vorstellungen über den Bewegungsmechanismus, abgeleitet als Auswirkungen eines Horizontal-

schubes von S und SE aus irgendwelcher Ursache, weitgehend zum Verständnis der Bauteile und Einzelformen, da grosse und tiefgreifende Querprofile beobachtet und zahllose Einblicke in den Längsverlauf der Falten und Decken gewonnen werden können, die in einem günstigen Grössenverhältnis zur Mächtigkeit der aufbauenden Schichten sind. Auch ermöglichen die grossen Tunnelbauten quer durch die beiden Gebirge die Kontrolle der an der Oberfläche gemachten Feststellungen. Diese günstigen Bedingungen fehlen für das Studium der subalpinen Molasse. Die grössten Höhenunterschiede (Rigi und Speer) betragen bei einer Mächtigkeit der Schollen von 3000—4000 m nur ca. 1400 m. Blumen und Honegg überragen den Thunersee um 800 m, während die Dicke der Blumenscholle s. s. mindestens 2500 m misst. Ähnlich verhält sich mit ca. 600 m Höhendifferenz, der eine 1500 m erreichende Folge von aufbauenden Schichten gegenübersteht, die Falkenfluh. Der 8,600 km lange Rickentunnel durchsticht den Berg ungefähr in der Streichrichtung. Äusserst nachteilig wirkt sich auch die im Verhältnis zum Jura und den mesozoischen Schichten der Alpen ganz aussergewöhnliche Armut an Leitfossilien und das fast gänzliche Fehlen lithologischer Erkennungszeichen aus. Dadurch wird das genaue Feststellen tektonischer Anomalien meistens verunmöglicht.

Wohl kennen wir durch die Fortschritte der letzten 30 Jahre heute einigermaßen das Alter und den Verlauf der wichtigsten Gesteinszonen, nicht aber den Mechanismus, der stellenweise zur mehrfachen Wiederholung mächtig dicker Schuppen führte, und namentlich nicht die Übertragung der gebirgsbildenden Kräfte von den relativ wenig mächtigen Decken des Alpenrandes auf die riesigen vorgelagerten Nagelfluhklötze. Es scheint nun, dass sich aus der Lokaltektonek des Aaregebietes einige Motive von allgemeiner Bedeutung, die übrigens auch anderwärts beobachtet wurden, herausgreifen lassen:

1. Die Differentialverschiebung innerhalb tektonischer Einheiten.
2. Die Kombination von Differentialbewegung mit Verwerfung, d. h. das Zusammenwirken horizontal und vertikal wirkender Kräfte.
3. Die Entwicklung der Anschiebungen aus Verwerfungen.
4. Das Problem der Antiklinalzonen.
5. Das Bestehen einer Alpenrandkulmination zwischen dem autochthonen und allochthonen Gebirge.

Aus diesen Motiven ergeben sich:

6. Das Problem einer Massenverdrängung durch tektonische Vorgänge.
7. Die Frage der Übertragung des Alpenschubes auf die subalpine Molasse.

#### *B. Die Differentialverschiebung innerhalb tektonischer Einheiten.*

Vom Grüsisberg bei Thun bis zur Anschiebung von Ralligen wechseln Nagelfluhbänke von mehreren 10 m Mächtigkeit mit wenige Meter dicken oder noch dünneren Mergellagen. In den letztern beobachtet man sehr häufig eine Durchsetzung mit glänzenden Rutschflächen, welche auf Verschiebungen innerhalb dieser plastischen Schichten schliessen lassen.

Die oberste Fundstelle im Bresserengraben, 2,200 km oberhalb der Mündungsstelle in die kleine Zulg (auch Rehlochbach genannt) zeigt die in Fig. 2 als Ansichtsskizze dargestellten tektonischen Verhältnisse. Unter der ca. 150 m mächtigen Nagelfluhmasse der Gitzischöpfe, die steil nach S einfällt und im untersten

Teil kreuz und quer von Klüften und Rutschflächen durchzogen ist, folgen die Bresserschichten, die sich durch ihren Reichtum an Mergeln auszeichnen. Nahe unter der Nagelfluh sieht man eine kleine Mulde aus kohligem Letten, von S her von grauen und gelblichen Mergeln mit einem Kalknagelfluhschichten über-schoben. Da die Mergel der Bresserschichten gegen den Thunersee hin aussetzen und einer ungegliederten Nagelfluh Platz machen, können diese Überschiebungen und Fältelungen nur örtliche Bedeutung haben.

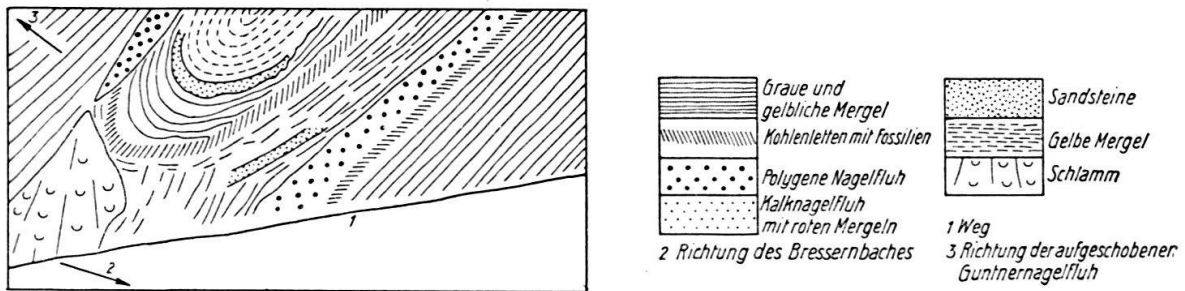


Fig. 2. Ansichtsskizze der obersten Fundstelle im Bressergraben, Gemeinde Sigriswil. Länge des dargestellten Aufschlusses ca. 50 m.

Eine ähnliche Bewegung stellt die Ansichtsskizze Fig. 3 aus der Ralligschuppe im Gersterngraben ob Sigriswil dar, wo geschlossene Sandsteinbänke über Mergelschiefer geschoben wurden.

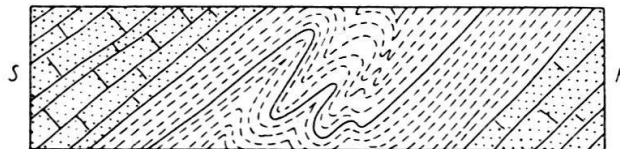


Fig. 3. Ansichtsskizze aus dem Gersterngraben oberhalb Sigriswil. Faltungen in der Ralligenschuppe. Länge des Aufschlusses ca. 40 m.

Wiederholt sich dieser Vorgang in einer Gesteinsserie von einigen 1000 m Dicke mehrmals und dazu in einer Weise, dass im allgemeinen die oberen Schichten, die leichter ausweichen können, weiter verschoben werden als die untern, dann entsteht der Vorgang, den man als *Differentialverschiebung* bezeichnen kann, d. h. eine sich bezüglich Intensität und Reichweite einigermassen regelmässig ständig verändernde Bewegung innerhalb einer tektonischen Einheit.

Im ganzen Gebiet der subalpinen Molasse — ich verweise z. B. auf die neuesten Arbeiten von K. HABICHT (Lit. 20, 21) — werden Überschiebungen von untergeordneter Bedeutung, die sich aus einer Differentialverschiebung hängender massiger Gesteinspakete über liegenden weichen plastischen Ablagerungen ergeben, festgestellt. Wo Aufschiebungen Gesteinspartien ähnlichen Alters trennen, wobei angenommen werden muss, dass das Liegende älter oder ungefähr gleichaltrig sei,



wird man gut tun, die Zone bis in das nächste Nagelfluhzentrum zu verfolgen, um zu erkennen, ob es sich nur um lokale Störungen handelt wie im Bresserengraben oder ob es Trennungslinien grösserer tektonischer Einheiten sind.

Alle diese Vorkommen beweisen die Mitwirkung bedeutender horizontal gerichteter Kräfte, wobei die schiefe Stellung als Resultante vertikaler Einflüsse zu deuten ist. Durch derartige von oben nach unten an Ausmass abnehmende Verschiebungen innerhalb einer Schuppe können auch ursprünglich senkrechte Verwerfungen und Klüfte schief gestellt oder gestaffelt werden.

### C. Kombination von Überschiebungen und Verwerfungen zur Staffelung.

Die altbekannte Fundstelle Ralligen befindet sich in steilen Rupélienschichten, die unzweifelhaft längs einer Verwerfung gegen die senkrecht abgebrochene chat-tische Guntner-Nagelfluh der Blumenscholle lehnen. Im Profil Sausenegg-Bresserengraben dagegen sind die Ralligmergel parallel auf die gleiche Nagelfluh hinaufgeschoben. Damit besitzen wir einen Hinweis, dass ein und dieselbe Kontaktfläche verschieden gestaltet und dass sie durch die Kombination von vertikalen und horizontalen Bewegungen sogar gestaffelt werden kann. Das Vorkommen ist dadurch zu erklären, dass bei Ralligen der Horizontaldruck der relativ weichen Ralligenschuppe gegen die geschlossene Masse der Guntner-Nagelfluh wirkungslos abprallte, während er im Bresserengraben im dortigen Wechsel von Nagelfluh-Mergel und Sandstein, also im Gebiet der gleichen Blumenscholle, Differentialverschiebungen erzeugen konnte. (Lit. 4, Profile).

Die Bedeutung dieser Beobachtung liegt darin, dass sie beweist, dass im Verlauf einer Molassedislokation Anschiebungen längs Verwerfungen wie bei Ralligen mit Aufschiebungen wie im Gebiet Sausenegg-Bresserengraben je nach dem Grad der Möglichkeit von Differentialbewegungen mit einander in horizontaler und vertikaler Richtung wechseln können und dass beide Erscheinungsformen oft gleichbedeutend sind. Daraus ergeben sich für die Konstruktion der Fortsetzung der subalpinen Molasseeinheiten nach der Tiefe Konsequenzen, die je nach der Eigenart der Zone differieren: Am Thunersee darf man wohl die Verwerfungen vom Ralligentypus als dominant betrachten, weiter östlich dagegen die Aufschiebung vom Sauseneggtyp. Im ersten Fall passt die Bezeichnung Scholle, im zweiten dagegen der Name Schuppe für die entsprechend begrenzte tektonische Einheit. Die Sauseneggaufschiebung, die auf der geologischen Karte, Blatt Interlaken (Lit. 4) entsprechend der damals vorherrschenden Ansicht ROLLIER'S (Lit. 35) und anderer irrtümlich als Auflagerung von „miocaenen Sandsteinen“ auf „bunte Nagelfluh mit Kalkgeröllen“ eingetragen ist, streicht in die Luft aus. Wäre sie dagegen ähnlich wie bei Ralligen an eine winklig verlaufende Verwerfung angeschoben, dann würde eine Situation vorliegen wie diejenige im Steinmösli bei Schangnau, die H. HAUS als eine tektonische Ausfüllung einer präexistenten Erosionsnische der mittelländischen Molasse deutet. Hier können beide Erklärungen in Frage kommen. Wenn jedoch der gleiche Autor (Lit. 24) das Fehlen von Anzeichen eines flexurartigen Abbiegens der Mittellandmolasse und das Angeschoben-sein der subalpinen längs der Zulg-Hombachlinie und längs des romanischen Alpenrandes bis zur Sense als Beweis für die Ausfüllung eines alten Erosionstales auffasst, so kann man ihm darin nicht folgen; denn mindestens für die Giebelegg-überschiebung ist durch ihr Ausklingen im Kern der Falkenfluhantiklinale die tektonische Entstehung bewiesen. Für die Zulglinie mit ihrer Fortsetzung auf der Westseite der Gürbe genügt ebenfalls die einfachere und mit weniger Konsequenzen



behaftete Erklärung als Längsverwerfung vom Ralligertypus. Dasselbe gilt auch für das Ende der Ralligen- und Blumenschuppen am Thunersee und die Anschlebung der *Préalpes médianes* (Stockhornkette) samt der ultrahelvetischen Seelibühl-Gurnigelgruppe an die Molasse. Andererseits ist es doch möglich, dass am Alpenrand Abtragungsflächen eine Rolle spielen, wie dies die Auflagerung der subalpinen Flyschzone auf Rupélieu auf der Zettenalp und am Horrenbach (Lit. 4) nahelegt.

#### D. *Über die Entwicklung der An- und Aufschiebungen aus Verwerfungen.*

Östlich und westlich des Barichti zwischen Oberdiessbach und Linden stellt man, wie schon oben dargelegt wurde, einen für das Molassegebiet ganz ungewöhnlichen Unterschied in der Stellung der Nagelfluhbänke fest. Östlich des genannten Weilers fallen die Schichten mit ca.  $20^{\circ}$  von der Kulmination des Falkenfluhgewölbes nach N. Nur 700 m weiter westlich aber steht eine mindestens 300 m breite Zone senkrecht und stösst diskordant an die vorgelagerte horizontale oder bis  $10^{\circ}$  N fallende Molasse, ein unzweifelhafter Beweis dafür, dass die Faltung durch vertikale Dislokationen ergänzt oder abgelöst wird. Die senkrechten oder nach N überkippten Schichten sind mit kurzen Unterbrechungen  $3\frac{1}{2}$  km weit nachweisbar, und in ihrem Streichen liegen die Anschlebung von Noflen zwischen Aare und Gürbe und diejenige der Giebelegg und der altbekannten „Molasseantiklinale“ der Westschweiz; auf der Ostseite dagegen verschwindet das Gewölbe nach ca.  $2\frac{1}{2}$  km vollständig.

Die Entstehung des heute feststellbaren Aufbaues beruht sichtlich auf einem Zusammenwirken von vertikalen und horizontalen Kräften und Bewegungen. Da Schichten aus dem Gewölbekern an der Verwerfung in die Tiefe tauchen — der Betrag lässt sich nicht ermitteln —, muss der erste oder mindestens dominante Vorgang eine Absenkung der Südlippe der Verwerfung gewesen sein. Aber fast oder ganz gleichzeitig entstand die Aufwölbung der Südlippe zum Falkenfluhgewölbe unter einer starken Anpressung an die Verwerfungsfläche, so dass der nördliche Schenkel der Antiklinale in seiner Eigenschaft als Teil der Südlippe gegenüber dem Vorland versenkt erscheint. Je nach der Tiefe des Absinkens treffen sich am Kontakt ältere oder jüngere Schichten, bei Aeschlen-Barichti ältestes Helvétien mit oberstem Burdigalien, im Giebelegg-Gebiet westlich des Kartenrandes ziemlich flach gelagertes Tortonien, Helvétien und Burdigalien mit gleichaltrigen Schichten in steiler Lagerung und in den verschiedensten Kombinationen. An beiden Orten treffen sich ungefähr gleichaltrige Schichten, und der vorhandene Unterschied kann sehr wohl durch die höhere Lage der einen Lippe bestimmt sein.

Im Gegensatz zu ALBERT HEIMS (Lit. 25) Auffassung, die „failles“ Gillérons seien nur unbestimmte Vermutungen und es gebe keine echten Verwerfungen, kann also in dieser Zone eine solche nachgewiesen werden, wenn sie auch stellenweise durch Auswirkungen des Horizontalschubes überdeckt ist.

Wenn oben vom Absinken der Südlippe, eventuell infolge örtlicher Überbelastung, die Rede ist, so darf dies nur relativ aufgefasst werden. Unten soll gezeigt werden, dass es sich infolge von Massenverlagerungen ebensogut um eine Hebung der Nordlippe oder um ein Zusammenwirken beider Bewegungsvorgänge handeln kann.

#### E. *Über die Antiklinalzonen im Aaregebiet.*

Oben wurde gezeigt, dass in der Kulmination und auf der Südabdachung der Falkenfluh-Giebeleggantiklinalzone, d. h. längs der Eisgraben-

aufschiebung, immer ältere und steiler gestellte Gesteine auftreten, was bedeutet, dass der Gewölbekern vom Kiesental gegen W axial ansteigt, während dies im Nordschenkel nicht der Fall ist. Gehen aber am Falkenfluhgewölbe die Burdigalischichten des Südhangs irgendwie in gleichaltrige des Nordschenkels über, so kann dies infolge des genannten Axenanstiegs gegen W nicht mehr der Fall sein. Mit der Annäherung an den romanischen Voralpenrand wuchs der Tangentialdruck auf den mässig ansteigenden Südschenkel immer stärker an, bis die Gewölbestirn barst und sich in eine Scheitelüberschiebung verwandelte. Wahrscheinlich erleichterte die Fortdauer vertikaler Kräfte diesen Vorgang.

Kann diese Umwandlung in der nördlichen Antiklinalzone, wenn auch mit etlichen Unterbrüchen, einigermaßen verfolgt werden, so stehen wir im Zulg-Blumengebiet und ganz besonders auch in dessen E Fortsetzung der vollendeten Tatsache gegenüber, dass die mittel- bis oberstampische nagelfluhreiche Blumenscholle s. s. auf stellenweise deutlich sichtbar gefaltetes Oberstampien der weichern Zulgzone überschoben ist. Erst die Analogie mit dem Falkenfluh-Giebelegebiet erlaubt es, auch diese beiden tektonischen Glieder als Teile einer gemeinsamen Antiklinale zu deuten und der Zulg-Hombachzone die Rolle eines nördlichen Gewölbeschenkels, der an der Kontaktfläche mit der mittelländischen Molasse gestaucht und in Falten gelegt wurde, zuzusprechen. Dieser Vorgang wird verständlicher, wenn man voraussetzt, der Südschenkel des Falkenfluhgewölbes sei zur Zeit der tektonischen Stauung um einige 100 m weniger abgetragen gewesen als heute, eine Annahme, die stratigraphisch durch das Vorkommen tortoner Schichten am Nordhang des Kurzenberges und am Grat zwischen Emme und Ilfis durchaus bejaht wird. Der grosse Altersunterschied der Gesteine beiderseits der Kontaktfläche spricht dafür, dass die heutigen tektonischen Formen ursprünglich aus einer relativen Versenkung der Blumenantiklinale s. l. gegenüber dem Falkenfluhvorland hervorgegangen sind; denn andernfalls wäre es infolge der Überhöhung zu einer Überschiebung der Blumenzone auf die miocaene Molasse und nicht zur Bildung von Stauffalten gekommen. Die Auffüllung der Senkungszone geschah wahrscheinlich mehr durch die Zusammenstauchung als durch eine nachträgliche vertikale Hebung der Zulg-Hombachzone.

#### *F. Das Problem der Massenverdrängung durch tektonische Vorgänge.*

Sobald man annehmen darf, dass auch vertikale Vorgänge, namentlich im Anfangsstadium der Dislokationen, ihren Einfluss geltend machen, dann wird es leicht, die meisten sonst unverständlichen Formen der subalpinen Tektonik zu verstehen. Durch die intensive Beschäftigung mit dem Deckenmechanismus der Alpen ist unser Blick für vertikale Vorgänge vielfach behindert worden, und auch die hinreissenden Darstellungen ARGANDS von der Einheit der Orogenese der Alpen und des Juras von Italien bis in die Freigrafschaft verfehlten ihre suggestive Wirkung in dieser Richtung nicht. Epeirogenetische Vorgänge wurden von ihm vollständig abgelehnt. Die Frage ist nur die, ob die orogenetischen Kräfte nicht ebenfalls imstande seien, ähnliche vertikale Bewegungen auszulösen.

Zweifellos ist bis heute eine Konsequenz der Aufhäufung von Decken und der Zusammenschiebe sozusagen unbeachtet geblieben: die Verdrängung der obersten plastischen Massen der Erdrinde. Wandern Decken, so erzeugen sie am Ort ihrer Auflagerung neue isostatische Verhältnisse, indem sie eine Überbelastung des vorher sich im isostatischen Gleichgewicht befindlichen Bodens bewirken und beim Ausgleich derselben im Untergrund plastische Massen ver-

drängen. Dass diese nicht durch die Wurzelzone, d. h. die Region, wo der Horizontaldruck herkommt, und auch nicht nach den ebenfalls überlasteten Seiten entweichen können, erscheint selbstverständlich. Ihnen bleibt nur das Ausweichen in das noch unbelastete Vorland übrig. Dort aber können sie sich als zusätzliches Volumen nur nach oben Platz verschaffen, indem sie die starre Erdrinde heben. Wenn somit beispielsweise die helvetischen samt den ihnen früher aufgelagerten und heute abgetragenen Decken vordrängen, so musste ihnen eine verdrängte plastische Gesteinsmasse vorausgehen, welche die subalpine Zone hob und in ein labiles Spannungsfeld verwandelte, bevor sie vom Horizontaldruck deformiert wurde. Diese allgemeine Hebung betraf einen durch gewaltige Nagelfluhablagerungen starren Boden, der jedoch von vielen Klüften, wie wir sie auch weit ausserhalb des alpinen Wirkungsbereiches eindrucksvoll sehen können, durchzogen war. Je nach deren Verteilung und den Reibungsverhältnissen der Spalten bewirkte der Druck von unten, ganz allgemein parallel zu den überlastenden Decken verlaufend, die Entstehung von Verwerfungen oder von Aufwölbungen, so dass sich die starre Masse der Molasse auflockerte und dem bald darauf oder auch gleichzeitig einsetzenden Horizontaldruck der vorwärts gepressten alpinen Decken einen sehr viel geringeren Widerstand entgegenstellte als die ursprüngliche unverbogene und ungebrochene Molasseplatte dies getan hätte. Um einen einfachen Vergleich zu ziehen, sei darauf hingewiesen, dass es keinem Menschen einfällt, durch Druck in der Längsrichtung auf die Enden eines Stabes diesen biegen zu wollen, sondern man nimmt ihn übers Knie und krümmt ihn durch Einwirkung quer zur Längsseite, was den vertikalen Kräften im Boden entspricht, relativ leicht.

Die verdrängten Massen müssen aus naheliegenden Gründen im allgemeinen die generelle Streichrichtung des Alpenrandes besitzen. In den Einzelheiten spielen aber die vorhandenen besonders starren Massen der Nagelfluhaufhäufungen und der Verlauf und das Zusammenspiel der vielen Brüche eine entscheidende Rolle, so dass auch örtliche Abweichungen von der allgemeinen Richtung vorkommen, wie dies an den einspringenden Winkeln der Blumenscholle bei Ralligen und am Schallenbergkeil nördlich der Hönegg, aber auch am Rigi u. a. O. deutlich sichtbar ist. Kombiniert sich der unregelmässige Verlauf der Verwerfungen mit Überschiebungen, so entstehen Formen, die nach dem Vorbild ARNOLD HEIMS (Lit. 26, 27) vielfach als tektonische Ausfüllung von alten Erosionsnischen betrachtet werden, was kaum überall zutrifft.

Wie soll man sich die verdrängten Massen vorstellen und in welcher Tiefe? Mit diesen Fragen greift man ins Gebiet der noch ungelösten geophysikalischen Probleme, in die Erforschung der eigentlichen Ursachen der Deckenbildung, die heute trotz Unterströmungs- und Abgleittheorien noch im Dunkeln liegen. Die Entstehung verdrängter Massen benötigt eine einzige hypothetische Vorstellung, nämlich die, dass bei der Gebirgsbildung im allgemeinen und der Deckenbildung im besonderen Erdrindenteile entstehen, die infolge dieser Vorgänge überlastet und isostatisch nicht mehr ausgeglichen sind. Dass durch den hierbei ausgelösten isostatischen Ausgleich einerseits, die Verkleinerung der Erdoberfläche durch die Aufhäufung von Decken und den allgemein festgestellten Zusammenschub andererseits Massen verdrängt werden müssen, ist eine einfache Konsequenz. Im Gegensatz aber zur allgemeinen Isostasie der Erdkruste werden im vorliegenden Fall die vertikalen Bewegungen nicht selbsttätig durch spezifisch verschieden schwere bewegliche Massen ausgelöst, sondern es werden Gesteine von gleicher oder doch ähnlicher Schwere durch orogenetische Kräfte bewegt. Deshalb finden diese Bewegungen vermutlich nur in relativ geringer Tiefe statt, in der äussersten Schale,



in welcher die Plastizität der Gesteinsmasse genügt, um dem Druck nachzugeben und sich unter der starren Rinde zu verlagern. Es brauchen somit nicht unbedingt flüssige, magmatische Gesteine zu sein, die verdrängt werden; es könnten auch besonders gleitfähige Schichtpakete sein. Diese Überlegungen führen zu der Frage, ob nicht ein Teil der subalpinen Erdbeben auf Vertikalbewegungen, die durch verdrängte Massen ausgelöst werden, zurückzuführen sei.

#### G. *Das Bestehen einer grossen Alpenrandantiklinalzone.*

Versuchen wir die Konstruktion eines Profils vom Mittelland bis in die Alpen, wobei einzig ein bestimmter Horizont, z. B. die Miozän-Oligozän-Grenze dargestellt wird, so stellen wir östlich der Aare zwei Haupterscheinungen fest: die autochthonen, molassischen Dislokationen steigen in ihrer Höhenlage gegen den Alpenrand ganz bedeutend an, die allochthonen Störungen der Niederhorn-Wildhorndecke dagegen sinken vom Alpenrand an bis zur Habkernmulde ab. Ganz grob bestimmt kommen folgende Höhenlagen in Betracht: Belpbergsynklinale im Kiesental bei Konolfingen etwas unter dem Meeresspiegel, Falkenfluhgewölbe ca. 500 m ü. M., N-Rand der Zulgzzone ca. 2000 m, N-Rand der Blumenschuppe s. s. 4500 m und N-Rand der Ralligenschuppe 5000 m ü. M. Da wir den erwähnten Horizont nur als Kennlinie der Tektonik verwenden, fällt die Frage, ob das Aquitan und das Chattien überhaupt je über dem Rupélien von Ralligen abgelagert gewesen seien, ausser Betracht. In der Niederhorndecke folgt eine Serie von Längsbrüchen, deren Südlippe regelmässig abgesunken, bzw. deren Nordlippe gehoben erscheint: Mährenbruch aussen am Sigriswilgrat ca. 100 m, Blumhornverwerfung ca. 200 m, Sichelverwerfung ca. 250 m, Sundlauenen-Hohgantverwerfung ca. 400 m und Habkernsynklinale ca. 1000 m. Die An- und Überschiebungszone des subalpinen Flysches und dessen Kontakt mit der Ralligscholle entspricht der Kammlinie dieser alpenrandlichen Antiklinalzone. Ähnlich liegen die Verhältnisse östlich unseres Untersuchungsgebietes, wie auch westlich der Aare. Von der Habkern-Wildhausmulde an aber steigen die Bauteile gegen die Kulmination der Massive wiederum an. Die Alpenrandantiklinalzone besitzt, von der Belpbergsynklinale an gemessen, westlich der Aare bis zur Niedersimmentaler Synklinale 22 km, östlich der Aare bis zur Habkernmulde 25 und mehr Kilometer Breite. Den Höchstbetrag erreicht sie an der Nahtstelle des Thunerseequertales von Konolfingen bis zur Därligensynklinale mit ca. 30 km. Die ganze grosse Aufwölbung muss innerhalb des Wirkungsbereiches der alpinen Gebirgsbildung als eine der Hauptantiklinalzonen betrachtet werden, und man kann sie als Alpenrandgrossantiklinale bezeichnen.

Die grosse Hauptantiklinalzone des Alpenrandes macht uns auch mit der Ausdehnung der verdrängten Massen bekannt. Erstere darf als ein tektonisches Spannungsfeld aufgefasst werden, das bei seiner Entstehung die feste Erdrinde längs den vorhandenen Klüften lockerte und deshalb die Entstehung lokaler vertikaler Bewegungen wesentlich erleichterte. Die Falkenfluh-Giebeleggantiklinalzone und diejenige des Blumen und der Honegg, sowie die Ralligstauchschuppe bilden nur Aufwölbungszonen zweiter Ordnung gegenüber der Hauptantiklinalzone des Alpenrandes. Heute darf die Alpenrandzone als ein seismisch ruhiges Gebiet bezeichnet werden. Nach der Erdbebenkarte von E. WANNER (Lit. 48) besteht ausserhalb der grossen Quertäler der Rhone und des Rheins samt ihrer Umgebung einzig in der Gegend des Schwarzsees ein Schüttergebiet. Die anschliessende alpine Synklinale dagegen ist reich an Beben. Wir nennen

als Orte Château-d'Oex, Oberwil, Erlenbach-Wimmis, Unterseen, Sarnen, Schwyz, Weesen und Wildhaus<sup>1)</sup>).

#### H. Von der Übertragung des Alpenschubes auf die subalpine Molasse.

Die Übertragung eines genügend starken Druckes zur Überschiebung der mächtigen subalpinen Molasseschollen und -schuppen — denn diese tektonischen Formen erscheinen im Untersuchungsgebiet als letzte Ergebnisse der gebirgsbildenden Kräfte — kann nicht allein durch die heute sichtbaren, wenig mächtigen Decken mit ihren kleinen Kontaktflächen geschehen sein, misst doch die Alpenranddecke zwischen Thuner- und Vierwaldstättersee nur ca. 1500 m, gegenüber 2500 m Dicke der jetzigen Blumenscholle. Auch wenn wir uns die heutige subalpine Rupélien-Flyschzone um einige 100 m abgetragen vorstellen, so lehnte doch auch vor der Abtragung nur ein Teil der Niederhorndecke an die Molasse. Da im Berner Oberland unter der Wildhorndecke ausser den stellenweise auftretenden ultrahelvetischen Gesteinen und verschürften Teilen der Diableretsdecke keine tiefern Decken vorhanden sind, die die Übertragung des alpinen Schubs auf die Molasseschollen hätten ausführen können, so sind wir veranlasst, anzunehmen, dass die Wildhorndecke am Molasseschub mitwirkte, aber in einer viel tieferen Lage als der heutigen. Zur Zeit der Molassedislokationen war sie vermutlich noch von höheren, heute bis auf die Klippen verschwundenen Bauelementen zugedeckt und versenkt, so dass der Gebirgsdruck mittels eines grossen Querschnittes auf die Molasse übertragen werden konnte. Die heutige Höhenlage kam vermutlich erst durch eine spätere Hebung zustande.

In den höchsten autochthonen alpinen Ablagerungen, der Molasse rouge des Val d'Illiez, dem Tertiär im Lauterbrunnental, dem Glarnerflysch usw., fehlen Gesteine, die der subalpinen Nagelfluh gleichzustellen wären. Dagegen gleichen die Melettaschichten der Hilferzone, die unmittelbar an den Alpenrand stösst, dem Glarnerflysch und dem Val d'Illiez-Flysch. Wir haben keinen Grund, anzunehmen, dass sich die Nagelfluhmassen des Blumen, des Rigis oder des Speers unter den Alpenranddecken weit alpeneinwärts fortsetzen, wohl aber die Rupélienschichten. Konsequenterweise dürfen wir den Schollencharakter der subalpinen Molasseeinheiten auch für ihre Fortsetzung innerhalb des Alpenrandes annehmen. Besonders das Beatenberggebiet scheint in seinen Längsverwerfungen die verhüllte Fortsetzung des Schollenbaues der unterlagernden Molasse widerzuspiegeln. Das Fehlen von Molassenagelfluh innerhalb des Alpenrandes legt den Schluss nahe, dass östlich des Thunersees die Niederhorndecke samt den mehr oder weniger vollständigen und mächtigen auflagernden romanischen und „exotischen“ Decken die Alpenrandegend schon am Ende des Rupéliens mehr oder weniger erreichte und von hier aus das Material zum Aufbau der Nagelfluh lieferte. Diese Folgerung, die sich für mich aus der Zusammensetzung und dem Aufbau der Thunerseeegend ergab, steht im Widerspruch zu andern Altersbestimmungen der helvetischen Deckenbewegungen, die sich auf andere Einblicke in den Alpenbau stützen. Dadurch entsteht das interessante Problem einer Revision der beidseitigen Grundlagen. Die den Decken vorausgehende Welle verdrängter Massen verursachte die Trockenlegung des Rupélienmeeres, worauf die rasche Anhäufung der viele tausend Meter mächtigen Schuttmassen der Alpen-

<sup>1)</sup> Zweisimmen-Bettelried liegt ausserhalb der tiefsten Zone und ist mindestens teilweise durch die grossen dortigen Gipslager bedingt. Den gleichen Ursprung könnten auch die Beben von Wimmis und Spiez haben.



ströme und vermutlich auch der Brandung durch ihr Gewicht die unter ihnen vorkommenden plastischen Massen langsam mittellandwärts weiter drängte und sich dadurch selbst die „Vortiefe“ verschaffte, die die Entwicklung so aussergewöhnlich mächtiger Sedimente zur Voraussetzung hat.

Dies würde die Ablagerung der grossen Nagelfluhblöcke zwischen Ralligen und Gunten erklären. Es ist auch sehr wohl möglich, dass die obersten exotischen Decken über die alpenrandnahen marinen und limnoterrestren Nagelfluhen und Mergel vorstossen, dadurch die Sedimentation dieser Zone abschliessen und die Gerölle ihrer Flüsse weit ins Mittelland hinaus transportieren liessen, bevor sie abgetragen wurden.

Ein solcher Ablauf des tektonischen Geschehens und das Vordringen helvetischer und höherer uns unbekannter Decken zwingen zur Voraussetzung, dass das Aarmassiv damals noch keine Schwelle bildete und dass die Hebung und horizontale Pressung desselben erst später geschah. Die letzten subalpinen Dislokationen wie auch die Hebung des Aarmassivs, sind dagegen posttortonisch, da die Ablagerungen dieses Alters im Oberemmental noch schiefgestellt wurden.

### Schluss.

Was hier an Hand einzelner Anhaltspunkte über die Molasseschollen und ihre Entstehung geschildert wird, muss aber durch unzählige Übergänge von einer Phase in die andere miteinander verbunden gewesen sein. Namentlich ist darauf hinzuweisen, dass die von A. BUXTORF, J. KOPP und L. BENDEL (Lit. 11) zwischen dem Eigental und Horw gemachten Feststellungen dafür sprechen, dass auch Molasseüberschiebungen im Sinne der Deckenbildung vom Alpenrand aus auf das Molassegebiet übergriffen. Da das spezielle Untersuchungsgebiet an der Grenze der westschweizerischen Verhältnisse einerseits und den mittel- und ostschweizerischen andererseits liegt, so ist es nur natürlich, dass sich die hier gewonnenen Ansichten vom Mechanismus der subalpinen Antiklinalzonen und vom Schollenbau nach beiden Seiten entsprechend den anders gearteten tektonischen und stratigraphischen Bedingungen modifizieren und Charaktere annehmen, die statt des Schollenbaues mehr die Art und Weise der Schuppen oder sogar echter Überschiebungskomplexe zur Schau tragen. Die Verschiedenartigkeiten der Ausbildung in den einzelnen Abschnitten bedeuten Variationen eines allgemeinen Bauplanes, bei dem neben den horizontalen orogenetischen Kräften auch indirekt orogenetische, vertikale Bewegungen, namentlich zu Beginn der Dislokationen, eine entscheidende Rolle spielen.

### Literaturverzeichnis.

1. ARBENZ, P., GERBER, E., HAUS, H. und RUTSCH, R.: Exkursion der Schweiz. Geolog. Gesellschaft durch die Molasse des Emmentals bis in die Alpenrandkette. *Eclogae geol. Helv.* Vol. 29, 1936.
2. BAUMBERGER, E.: Über das Alter der Vaulruz- und Ralligschichten. *Eclogae geol. Helv.* Vol. 16, 1921.
3. BAUMBERGER, E.: Über die Cyrenen der stampischen Molasse am Alpenrand. *Eclogae geol. Helv.* Vol. 27, 1934.
4. BECK, P.: Geologie der Gebirge nördlich Interlaken. Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, N. F. Lfg. 24, 1911 mit Karte.
5. BECK, P.: Das stampische Alter der Thunerseenagelfluh und deren Bedeutung für den Bau des Alpenrandes. *Mitt. Natf. Ges. Bern für das Jahr 1922 (1923).*

6. BECK, P.: Der Alpenrand bei Thun. *Eclogae geol. Helv.* Vol. 17, 1922.
7. BECK, P.: Über autochthone und allochthone Dislokationen in den Schweizeralpen und ihrem nördlichen Vorland. *Eclogae geol. Helv.* Vol. 17, 1922.
8. BECK, P.: Über die Falkenfluhantiklinale bei Thun. *Eclogae geol. Helv.* Vol. 21, 1928.
9. BECK, P. und GERBER, ED.: Geologische Karte Thun–Stockhorn. *Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, Spezialkarte 96*, 1925.
10. BECK, P. und RUTSCH, R.: *Geol. Atlas d. Schweiz.* 1:2500, Nr. 22, Bl. 336–339, Münsingen, Konolfingen, Gerzensee, Heimberg. Im Druck.
11. BUXTORF, A., KOPP, J. und BENDEL, L.: Stratigraphie und Tektonik der aufgeschobenen subalpinen Molasse zwischen Horw und Eigental bei Luzern. *Eclogae geol. Helv.* Vol. 34, 1941.
12. BUXTORF, A. und KOPP, J.: Über das Unterstampien der Rigi und über Querbrüche in der Molasse, zwischen Vierwaldstättersee und Zugersee. *Eclogae geol. Helv.* Vol. 36, 1943.
13. FRÖHLICHER, H.: Nachweis von Fischschiefern mit Meletta in der subalpinen Molasse des Entlebuch (Kt. Luzern). *Eclogae geol. Helv.* Vol. 24, 1931.
14. FRÖHLICHER, H.: Geologische Beschreibung der Gegend von Escholzmatt im Entlebuch (Kt. Luzern). *Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz N. F. Lfg. 67*, 1933.
15. FRÖHLICHER, H.: Über den Einfluss alter Durchbruchstäler auf den Bau des Alpenrandes. *Eclogae geol. Helv.* Vol. 34, 1941.
16. GEOLOGISCHER FÜHRER DER SCHWEIZ: Herausg. Schweiz. geol. Ges. B. Wepf, Basel. 1934.
17. GERBER, ED.: Geologie des Gurnigels. *Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz N. F. Lfg. 50*, 1925.
18. GERBER, ED.: Zur Stratigraphie und Tektonik der subalpinen Molasse von Rüschegg (Kt. Bern). *Mitt. Natf. Ges. Bern für das Jahr 1931 (1932)*.
19. GILLÉRON, V.: Description géologique des territoires de Vaud, Fribourg et Berne. *Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, Livr. 18*, 1885.
20. HABICHT, K.: Geologische Untersuchungen im südlichen sanktgallisch-appenzellischen Molassegebiet. *Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz N. F. Lfg. 83*, 1945.
21. HABICHT, K.: Neuere Beobachtungen in der subalpinen Molasse zwischen Zugersee und dem st. gallischen Rheintal. *Eclogae geol. Helv.* Vol. 38, 1945.
22. HAUS, H.: Über alte Erosionserscheinungen am Südrand der miocaenen Nagelfluh des obern Emmentals und deren Bedeutung für die Tektonik des Alpenrandes. *Eclogae geol. Helv.* Vol. 28, 1935.
23. HAUS, H.: Beziehungen zwischen Molasse und Alpenrand im Abschnitt Entlebuch–Thunersee. *Eclogae geol. Helv.* Vol. 29, 1936.
24. HAUS, H.: Geologie der Gegend von Schangnau im obern Emmental (Kt. Bern). *Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz N. F. Lfg. 75*, 1937.
25. HEIM, ALB.: Geologie der Schweiz. Leipzig 1919–1922.
26. HEIM, ARN.: Die Brandung der Alpen am Nagelfluhgebirge. *Vierteljahresschr. Natf. Ges. Zürich Bd. 51*, 1906.
27. HEIM, ARN.: Bau und Alter des Alpennordrandes. *Eclogae geol. Helv.* Vol. 21, 1928.
28. HEIM, ARN.: Zum Problem des Alpen-Molassekontaktes. *Eclogae geol. Helv.* Vol. 25, 1932.
29. KAUFMANN, F. J.: Emmen- und Schlierengegenden usw. *Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz Lfg. 24*, 1886.
30. KLEIBER, K.: Geologische Untersuchungen im Gebiet der Hohen Rone. *Eclogae geol. Helv.* Vol. 30, 1937.
31. KOPP, J. und MARTIN, G.P.R.: Die Hauptaufschiebung der subalpinen Molasse zwischen Zuger- und Aegerisee. *Eclogae geol. Helv.* Vol. 31, 1938.
32. LIECHTI, W.: Geologische Untersuchungen der Molasse-Nagelfluhregion zwischen Emme und Ilfis (Kt. Bern). *Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz N. F. Lfg. 61*, 1928.
33. MOLLET, H.: Geologie der Schafmatt–Schimbergkette und ihrer Umgebung (Kt. Luzern), *Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz N. F. Lfg. 47*, 1921, mit Karte.
34. RENZ, H.H.: Die subalpine Molasse zwischen Aare und Rhein. *Eclogae geol. Helv.* Vol. 30, 1937.
35. ROLLIER, L.: Révision de la Stratigraphie et de la Tectonique de la Molasse au Nord des Alpes en général et de la Molasse subalpine suisse en particulier. *Neue Denkschrift der S.N.G. Bd. XLVI, Abh. 1*, 1912.

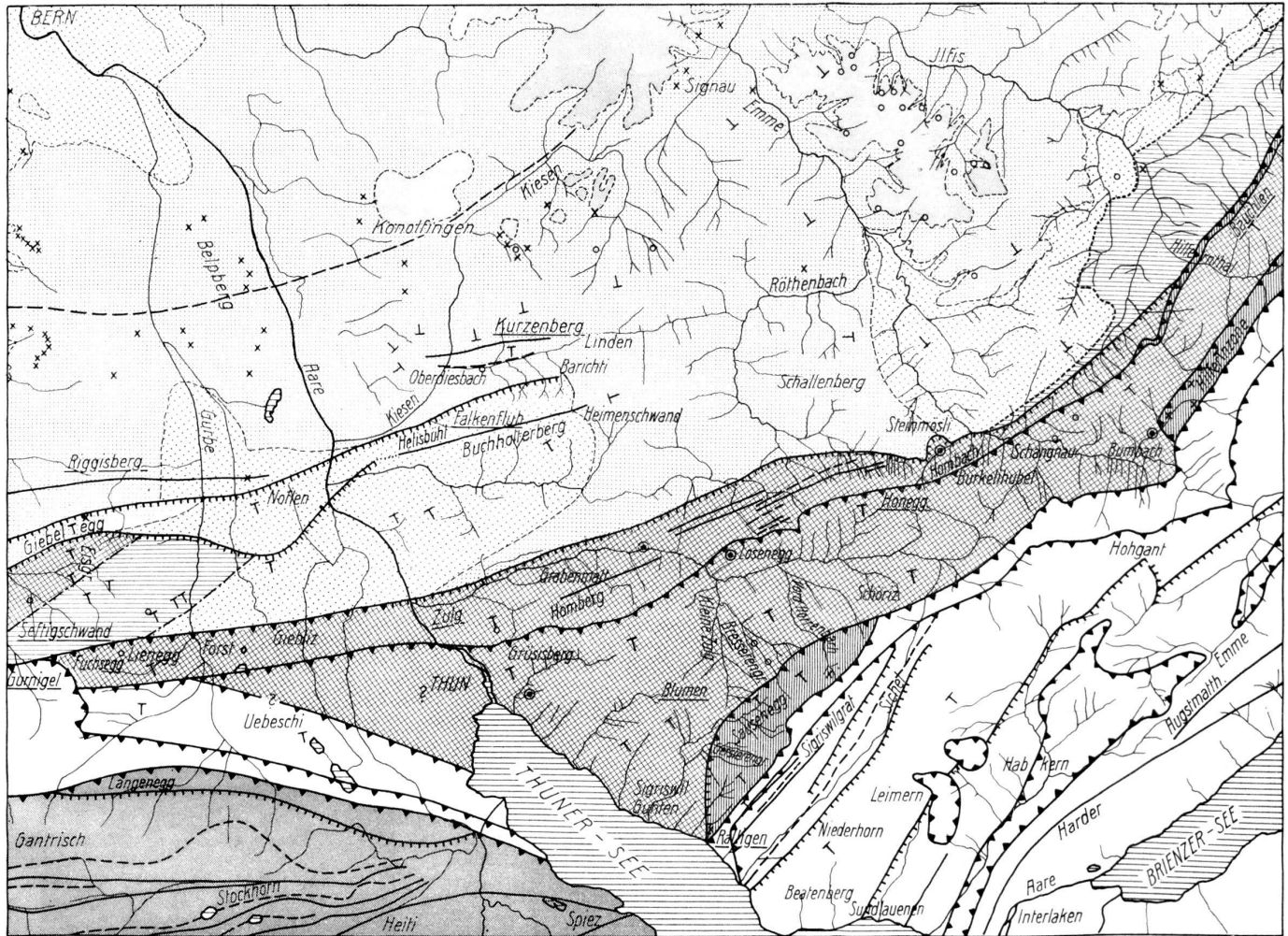
36. RUTSCH, R.: Geologie des Belpberges. Mitt. Natf. Ges. Bern für das Jahr 1937 (1938).
37. RUTSCH, R.: Geologische Karte des Belpberges und seiner Umgebung. Kümmerly & Frey, Bern, 1927.
38. RUTSCH, R.: Beiträge zur Geologie der Umgebung von Bern. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz N. F. Lfg. 66, 1933.
39. SCHIDER, R.: Geologie der Schrattefluh im Kt. Luzern. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. N. F. Lfg. 43, 1913, mit Karte.
40. ST.-MAURICE, 483. — Geologischer Atlas der Schweiz Nr. 8, 1934. E. GAGNEBIN, F. DE LOYS, M. REINHARD, M. LUGEON, N. OULIANOFF, W. HOTZ, E. POLDINI, FR. VON KÄNEL.
41. STEHLIN, H. G.: Übersicht über die Säugetiere der schweizerischen Molasseformation, ihre Fundorte und ihre stratigraphische Verbreitung. — Verh. Natf. Ges. Basel, Bd. 25, 1914.
42. STEHLIN, H. G.: Säugetierpalaeontologische Bemerkungen zur Gliederung der oligocänen Molasse. *Eclogae geol. Helv.* Vol. 16, 1922.
43. STUDER, B.: Beiträge zu einer Monographie der Molasse. Bern 1825.
44. STUDER, B.: Geologie der westlichen Schweizeralpen. Heidelberg und Leipzig 1834.
45. STUDER, B.: Geologie der Schweiz. Bern und Zürich 1853.
46. TANNER, H.: Beitrag zur Geologie der Molasse zwischen Ricken und Hörnli. Mitt. Thurgauische Natf. Ges. Bd. 33, 1944.
47. VONDERSCHMITT, L.: Neue Fossilfunde im Flysch des Val d'Iliez (Valais). *Eclogae geol. Helv.* Vol. 28, 1935.
48. WANNER, E.: Die Erdbebenherde in der Umgebung von Zürich (mit einer Bebenkarte der Schweiz). *Eclogae geol. Helv.* Vol. 38, 1945.

Manuskript eingereicht den 1. Dezember 1945.

---

Tektonische Karte der subalpinen Molasse der Umgebung von Thun

Masstab 1:200 000



- |  |             |   |   |  |                                       |
|--|-------------|---|---|--|---------------------------------------|
|  | Tortonien   |   | Helvetische u. ultrahelvetische Alpengesteine |  | Schwache Mulden des Mittellandes      |
|  | Helvétien   |   | Romanische Alpengesteine                      |  | Starke Gewölbe der subalpinen Molasse |
|  | Burdigalien | x | Marine Fossilien                              |  | Starke Mulden " " "                   |
|  | Aquitanién  | o | Terrestre Fossilien i A                       |  | Anschiebung                           |
|  | Chattien    | o | Sauger  |  | Aufschiebung                          |
|  | Rupélien    |   | Schwache Gewölbe des Mittellandes             |  |                                       |