Molasse- und Flyschtechnik südlich Luzern und ihre Bedeutung für den Lopperberg-Querbruch

Autor(en): **Buxtorf, A.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **29 (1936)**

Heft 1

PDF erstellt am: **19.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-159615

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Molasse- und Flyschtektonik südlich Luzern und ihre Bedeutung für den Lopperberg-Querbruch.[1])

Von **A. Buxtorf**, Basel.

Mit 2 Textfiguren.

Im Laufe des letzten Jahrzehnts hat die Schweizergeologie, die zu Beginn des Jahrhunderts sich in erster Linie der Enträtselung des alpinen Deckenbaus widmete, mehr und mehr auch den Beziehungen der Alpen zum nördlich vorgelagerten Molasseland Beachtung geschenkt und ist hier verschiedenen Fragen allgemeiner Bedeutung begegnet, sowohl was Stratigraphie und Alter der verschiedenen Molassezonen, als auch deren Beziehungen zueinander und zu den südlich anstossenden alpinen Randketten betrifft. Auf solche Probleme möchte auch die nachfolgende vorläufige Mitteilung hinweisen.

Als vor etwa 25 Jahren Dr. Ernst Baumberger, der Ende 1935 uns entrissene verdienstvolle Erforscher der zentralschweizerischen subalpinen Molasse, das Grenzgebiet zwischen Molasse und subalpinem Flysch westlich ob Hergiswil kartierte — es geschah dies oft gemeinsam mit dem Verfasser —, konnten für diese Arbeit nur die in diesem Teilstück sehr wenig genauen Blätter 376 Pilatus, 377 Stans (beide 1 : 25000) oder Bl. 379 bis Alpnach, 1 : 50000 benützt werden. Immerhin zeigten uns schon die damaligen Aufnahmen einen ziemlich unregelmässigen Verlauf der Flysch-Molassegrenze, speziell in der Gegend des Hölllochs und der Kännelegg WNW Hergiswil (siehe Geologische Vierwaldstättersee-Karte 1 : 50000, Lit. 7). E. Baumberger äusserte daher 1925 den Gedanken (Lit. 1, S. 175), es könnte auch hier — wie an andern Stellen des Alpenrandes — die an den Flysch grenzende Molasseoberfläche alte Erosionserscheinungen aufweisen; im besondern bemerkte er, dass „die grobe Kalknagelfluh des Känneleggzuges im sog. „Höllloch" eine ausgedehnte, mit Flysch ausgepolsterte Nische" besitze.

---

[1]) Veröffentlicht mit Zustimmung der Geol. Kommission S. N. G.

Anlässlich der Neuaufnahme dieser Gegend für das von der Schweiz. geolog. Kommission in Aussicht genommene Blatt 376—379, Pilatus-Stanserhorn, des Geolog. Atlas der Schweiz 1 : 25000, bot sich mir im Herbst 1935 Gelegenheit, diese Gegend einer nochmaligen Untersuchung zu unterwerfen, wobei ich mich aber diesmal der ausgezeichneten Übersichtspläne 1 : 10000 der Gemeinden Hergiswil, Horw und Kriens bedienen konnte. Es ergaben sich allerlei neue Feststellungen, über die im Folgenden kurz berichtet werden soll.

Was zunächst die Kännelegg betrifft, so gehört deren oberstampische Mergel- und Nagelfluhserie zum normalen Hangenden der unterstampischen Horwerschichten. E. BAUMBERGER hat dies mehrfach in Profilen dargestellt, so auch in seiner letzten grössern Publikation (Lit. 3, S. 5); diese Arbeit enthält auf Tafel I auch eine „Geologische Karte der Umgebung von Horw südlich Luzern" (etwa 1 : 21500), die südwärts bis zur Kännelegg reicht. Wir werden auf diese Karte später noch näher zu sprechen kommen.

Die nachfolgende „Tektonische Kartenskizze" (Fig. 1), die sich auf meine letztjährigen Aufnahmen stützt und für den nördlichen Streifen auch die eben erwähnte Karte BAUMBERGERS benützt, zeigt, dass der südöstliche Teil der Kännelegg (Kä in Fig. 1) etwas flacheres SE-Fallen aufweist (ca. 25°) als die nordwärts folgenden tiefern Schichten (45—50°). Dies hervorzuheben, scheint mir wichtig; gerade die südlichste, dem subalpinen Flysch benachbarte Molasse zeigt das schwächste Einfallen.

Nach SW streicht nun die Molasseserie der Kännelegg — es handelt sich um graue oder rote Mergel mit Lagen grober, oft fast blockiger Kalknagelfluh, sog. Weggiserschichten BAUMBERGERS — direkt gegen den im Steinibach und Kohlerbach (= Höllloch der Geol. Vierwaldstättersee-Karte) ausgezeichnet aufgeschlossenen subalpinen Flysch, und dieses Verhalten veranlasste s. Zt. E. BAUMBERGER, in dieser Gegend die erwähnte, mit Flysch ausgepolsterte Erosionsnische anzunehmen[2]).

Meine Detailaufnahmen von 1935 ergaben nun, dass diese Erosionsform nicht auf das Kohlerbachgebiet beschränkt ist, sondern nach NW sehr wahrscheinlich bis zur Hütte von Mühlemäss reicht. Schon die von E. BAUMBERGER und mir gemeinsam festgelegte Flysch-Molassegrenze auf der Vierwaldstättersee-Karte weist vom Höllloch gegen P. 1278, d. h. gegen Mühlemäss; freilich verhüllt höher oben eine dicke Moränendecke das Anstehende, sodass über den genauen Grenzverlauf zunächst nichts Bestimmtes ausgesagt werden kann.

---

[2]) Die Bezeichnung „Höllloch" der Geol. Vierwaldst.-Karte steht nicht am richtigen Ort; als „Hölle" wird vielmehr die tiefe Erosionsrinne des Steinibachs SE „Heuschlag" bezeichnet. Wo „Höllloch" steht, fliesst der wenig tief eingeschnittene Kohlerbach (ein Zufluss des Steinibachs), dessen Rinne wichtig ist, weil sie nahe der Molasse-Flyschgrenze liegt und verschiedentlich den Flysch erschliesst (Bachrinne südlich Ko = Kohleregg in Fig. 1).

Diese Lücke wird aber dadurch ausgefüllt, dass es 1935 gelang direkt im WSW von Mühlemäss — da, wo BAUMBERGER auf der Vierwaldstättersee-Karte nagelfluhführende Molasse angegeben hat — noch Flysch nachzuweisen, und zwar reicht dieser nach NW in zwei Bachrinnen bis auf Quote 1250 hinab. Wenn dies früher übersehen wurde, so dürfte der Grund der sein, dass im obern Teil der Aufschlüsse im Flysch auch ein aufgeschürftes Molassepaket eingeschaltet ist (1 in Fig. 1), das nur beim Abstieg durch die Bachrinnen als solches erkannt werden kann.

Von dieser Stelle bei Mühlemäss aus verläuft die Molasse-Flyschgrenze gegen SW auffallend geradlinig in der Richtung W 30° S und ist viel besser zu verfolgen, als dies die Vierwaldstättersee-Karte darstellt; im Steilwald südlich Banzenloch konnten nicht bloss ausgedehnte Molassevorkommen, sondern, südlich daran anstossend, auch noch Flysch nachgewiesen werden. Der geradlinige Verlauf ist dadurch bedingt, dass auf der ganzen Strecke von Mühlemäss bis hinab in's Eigental der Südrand der Molasse von einer besonders mächtigen, grobgerölligen Kalknagelfluhbank gebildet wird; diese verschwindet nach NE unter der Moränendecke des Horwerhohwaldes, gehört aber zweifellos zum Liegenden der Känneleggmolasse.

Aus dem Gesagten resultiert also, dass bei Mühlemäss der Südrand der (aufgeschobenen) subalpinen Molasse eine sehr tiefe Nische aufweist; ihr Nordwestrand wird von einer Nagelfluhbank gebildet, ihr Nordostrand vom Nagelfluhsporn der Kännelegg; dieser ist nach SW schief abgeschnitten und stösst direkt gegen Flysch. In Analogie zu ähnlichen Erscheinungen am Südrand der subalpinen Molasse, die erstmals von ARNOLD HEIM (Lit. 12) auf alte Erosion zurückgeführt worden sind, dürfte auch der Südwestrand der Känneleggserie einer alten Erosionsform entsprechen. Der Rand, d. h. die Molasse-Flysch-Grenze verläuft dabei auffallend gerade, etwa in der Richtung N 65° W; da in der Nähe der Kohlergraben verläuft, bezeichnen wir im folgenden die Grenze als Kohlergrabenlinie (K—K in Fig. 1). Aus der kleinen Nische des Hölllochs (BAUMBERGER) ist also die grosse Nische von Mühlemäss geworden, die — s. Fig. 1 — ein fast 2 km betragendes Vorspringen der Molasse-Flysch-Grenze zur Folge hat.

Ein Blick auf Figur 1 zeigt nun aber weiter, dass die Nische von Mühlemäss auch den Verlauf der subalpinen Flyschzone und überdies den Bau der südlich folgenden Kreidekette Pilatus-Lopperberg in fundamentaler Weise beeinflusst hat: Der Nordrand der Kette springt bogenförmig vor und verläuft genau parallel zur Nischenumrandung.

Dass im Westen Molassesüdrand und Kettennordrand parallel verlaufen, hat nichts Aussergewöhnliches an sich. Anders liegen die Dinge am Nordostrand. Hier hört das ganze Faltenbündel des Nord-Pilatus (Klimsenhorn-Serie, Tomlishorn-, Esel- und Steigli-Falte) an

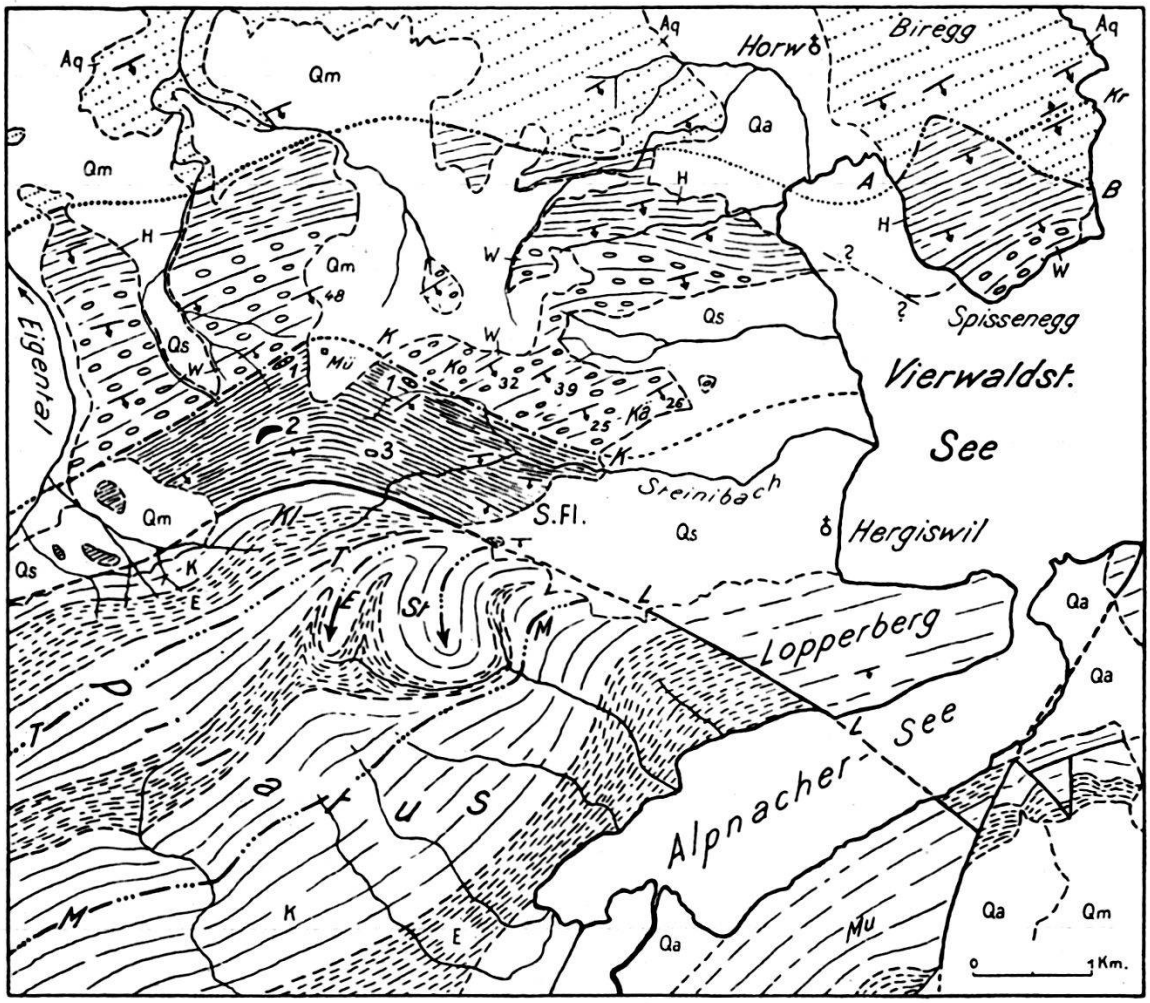


Fig. 1: *Tektonische Kartenskizze der subalpinen Molasse und des Alpenrandes im SSW von Luzern.*

Topographische Bezeichnungen: *Kä* = Kännelegg, *Ko* = Kohleregg, *Kr* = Krämerstein, *Mü* = Mühlemäss, *Mu* = Muetterschwandenberg.

Geologische Bezeichnungen: Qa = Alluvialbildungen, Qs = Gehängeschutt und Bergsturz, Qm = Eiszeitliche Moränen.

Aq = Aquitanien, W = Oberes Stampien (Weggiserschichten), H = Unteres Stampien (Horwerschichten).

S. Fl. = Subalpine Flyschzone mit Einschlüssen: 1 = aufgeschürfte Molasse, 2 = Taveyannazsandstein, 3 = Ultrahelvetischer Malm.

E = Eocaen der Randketten, K = Kreide der Randketten.

Pilatus: *Kl* = Klimsenhorn-Serie, *T* = Tomlishorn-Falte, *E* = Esel-Falte, *St* = Steigli-Falte, *M* = Matthorn-Falte.

K—K = Kohlergrabenlinie, *L—L* = Lopperberg-Querbruch, *A—B* = Streichen der Stampien-Überschiebungsfläche im N von Spissenegg.

einer Linie auf, die in südöstlicher Verlängerung direkt in den Lopperberg-Querbruch übergeht, und das spricht dafür, dass auch die nördlichen Pilatusfalten ihr Nordostende an einer Querstörung finden. Die Richtung dieser Störung ist genau parallel zur „Kohlergrabenlinie", und daraus darf wohl der weitere Schluss abgeleitet werden, dass einzig das Vorhandensein der Mühlemäss-Nische das Vorgeschobenwerden des Pilatus ermöglicht hat. Die Schichtplatte des Lopperbergs — sie entspricht dem Südschenkel der südlichsten Pilatusfalte (= Matthorn-Falte) — war im NW gleichsam gestützt durch den Käneleggsporn; der Pilatus aber konnte längs dem Lopperbergbruch nach NW geschoben werden. Erst bei diesem starken Vorbranden entstanden vermutlich die Esel- und die Steigli-Falte, die durch ihre Kürze und das steile südsüdwestliche Axialgefälle auffallen. Beide Falten streichen nach E rasch in die Luft aus; ihre NE-Enden erscheinen dabei etwas nach E abgebogen; das kommt daher, dass die tiefern Partien der Falten im NW Widerstand fanden an der Tomlishorn-Falte und der Klimsenhorn-Serie; nur die obern Faltenteile konnten freier nach NW gepresst werden (siehe Fig. 1).

In die Lücke zwischen Pilatus und Kännelegg aber wurde der subalpine Flysch geschoben, der — wie Fig. 1 zeigt — eine SE—NW verlaufende Zone mit auffallend parallel verlaufenden Rändern einnimmt. Innerhalb der stark gepressten Flyschzone ändert das Streichen lokal sehr stark, das Einfallen aber ist meist steil nach S gerichtet.

Es ergibt sich somit, dass das Aufreissen des Lopperbergbruchs und die Faltenstauung des Pilatus auf das Vorhandensein der Nische von Mühlemäss zurückzuführen sind; ähnlich hatten die Nischen am Südrand des Rigi die Zerlegung der Randkette in Rigihochfluh und Vitznauerstock zur Folge. Dass auch anderwärts am Alpenrand analoge Erscheinungen wiederkehren, zeigt die Bemerkung Arnold Heims (Lit. 13, S. 225), der grosse Sax-Schwendibruch des Säntisgebirges hänge vermutlich mit dem Aussetzen der Kronberg-Nagelfluh bei Appenzell-Weissbad zusammen.

Wenn nach dem Gesagten die Beziehungen der Pilatuskette zum Südrand der stampischen Molasse einigermassen klar gelegt scheinen, so sind wir aber von einer erschöpfenden Lösung des Problems noch weit entfernt; eine wichtige Frage wurde bis jetzt nicht näher geprüft, nämlich der Verbleib der östlichen Fortsetzung des Faltenbündels des Nord-Pilatus.

Schon verschiedentlich hat der Verfasser die Ansicht ausgesprochen, es sei diese Fortsetzung in den Kreide-Eocaen-Falten der Axen-Decke zu suchen, die direkt im SSE des Pilatus, bei Grafenort im Engelbergertal, auftauchen (Lit. 5 und 9, S. 16); m. a. W.: während vom Engelbergertal an nach E die Kreide-Eocaen-Serie

im Verband mit den Jurakernen blieb, lösten sich weiter westlich die Mantelschichten vom Jura los und wurden an den Alpenrand hinausgeschoben. Zu Gunsten dieser Deutung sprechen nicht nur die erwähnten allgemeinen Überlegungen, sondern es lassen sich dafür auch facielle Argumente geltend machen (z. B. die am Nord-Pilatus und am Axen-Westende auftretende Transgression des Eocaens direkt auf Unterm Schrattenkalk).

Wenn aber ein solches „Querabreissen" der Pilatuskreide von der Axenkette schon hinten im Engelbergertal stattfand, so ist schwer verständlich, wieso wir dann am Alpenrand die oben beschriebenen engen Beziehungen zwischen Pilatus-Nordostrand und Kohlergrabenlinie finden.

Eine Lösung dieser Schwierigkeit bietet meines Erachtens die Annahme, dass mit dem Pilatus (und dem subalpinen Flysch) gleichzeitig auch die nördlich davon liegende stampische Molasse nach N geschoben worden sei. Diese Deutung ist berechtigt, denn wir wissen, dass das Stampien weit auf die Aquitanzone hinaufgeschoben worden ist.

Vergegenwärtigen wir uns, dass die stampische Molassezone der Zentralschweiz (Rossberg, Rigi, Kännelegg-Horw, etc.) beträchtlich südlich von ihrem heutigen Standort abgelagert worden ist — etwa in der Zone, die später zur Nordabdachung des Aarmassivs wurde —, und stellen wir uns weiter vor, dass in dieser Molasse, wohl infolge späterer regionaler Hebung und anschliessender Durchtalung, starke Erosionsformen sich bildeten, so ist denkbar, dass ein Vorsprung wie der der Kännelegg eine Zerlegung der von Süden heranrückenden Stirne der helvetischen Decken zur Folge haben konnte, die dann zum Zurückbleiben der Axen-Kreide führte. Später wurde das ganze Deckenbündel (helvetische Decken und Klippen) samt der nördlich davor liegenden stampischen Molasse nach N geschoben, und erst gegen das Ende des Nordwärtsschubes fanden dann die letzten Anpassungen der helvetischen Deckenstirne an die Unregelmässigkeiten (Nischen) des Südrandes der gleichzeitig mitverschobenen stampischen Molasse statt: der subalpine Flysch wurde in die Mühlemäss-Nische gepresst, es riss den Lopperbergbruch auf, und es erfolgte die so eigenartige Faltenstauung des Pilatus.

Von der Kännelegg nach E bis zum Rigi muss dann aber in der stampischen Molasse die gewaltig grosse Erosionsnische bestanden haben, in welche — unter Beiseiteschieben oder Überfahren der Pilatus-Decke — von S die Bürgenstock-Teildecke vorgeschoben wurde. Diese tiefe Erosionsform — wir können sie Bürgen-Nische nennen — ist vielleicht mit daran schuld, dass die Kreide der Axen-Decke in Verbindung mit den Jurakernen blieb und von den höhern Decken überfahren werden konnte.

Durch die Annahme, die stampische Molasse sei gleichzeitig mit den helvetischen Decken nordwärts geschoben und verschürft worden, wird eine Frage berührt, die in den letzten Jahrzehnten von verschiedener Seite gestellt und verschieden beantwortet worden ist, die Frage nämlich, ob die Kreideketten an einem im wesentlichen schon vorher gefalteten, durch Erosion zerlegten „Nagelfluhgebirge" (ARNOLD HEIM) gebrandet seien. Dieses Problem hier näher zu diskutieren, liegt nicht im Sinn dieser kurzen Mitteilung; wer sich dafür interessiert, sei auf einige der wichtigern Arbeiten verwiesen (Lit. 2, 4, 6, 12 und 13). Wie sich aus dem oben Gesagten ergibt, neige ich, heute wie schon früher (Lit. 4, S. 19) der Ansicht zu, die Überschiebung der stampischen Molasse (die an andern Orten auch mit Faltung des Stampiens verknüpft war), sei unbedingt mit dem alpinen Deckenschub in Verbindung zu bringen. Das schliesst aber nicht aus, dass schon vor dem Heranschub der Decken der Südrand der mittelländischen Molasse Faltung und Erosion aufgewiesen habe, und das führt uns nun noch zur Betrachtung eines weitern wichtigen tektonischen Vorgangs, nämlich der *Überschiebung der stampischen Molasse auf das nördlich davon liegende Aquitanien.*

Auch über dieses Problem bietet die Gegend südlich Luzern, wie mir scheint, besonders wichtige Aufschlüsse, und wenn heute schon eine weitgehende Abklärung erreicht ist, verdanken wir sie wieder E. BAUMBERGER, der während vieler Jahre gerade hier ein reiches Beobachtungsmaterial gesammelt hat.

BAUMBERGER hat s. Zt. erkannt, dass südlich Horw auf der stark gefalteten aquitanen Molasse überschobene, gleichförmig nach S fallende Molasseschichten ruhen. Er hielt sie mit F. J. KAUFMANN und L. ROLLIER anfangs für Miocaen (Burdigalien) und deshalb wurde 1913—14 bei der Ausarbeitung der „Profile zur geol. Vierwaldstättersee-Karte" von E. BAUMBERGER und mir die Bezeichnung „Aufgeschobene Molasse" eingeführt; sie sollte bedeuten, dass hier jüngere Molasse auf ältere „aufgeschoben" worden sei, d. h. keine Überschiebung von Älterm auf Jüngeres vorliege.

Heute wissen wir, dass das „Aufgeschobene" dem Stampien angehört und auf Aquitanien ruht; die Bezeichnung „Aufschiebung" kann deshalb ruhig verlassen werden; richtiger ist, in Zukunft konsequent von „Überschiebung" und „überschobener Molasse" zu reden, wie dies einige Autoren auch schon getan haben (siehe u. a. P. ARBENZ: Die helvetische Region, Geol. Führer der Schweiz, 1934, S. 119).

Prüfen wir nun den Verlauf der Überschiebung zwischen Stampien (Horwerschichten) und Aquitanien genauer, so zeigen sich auch hier einige Auffälligkeiten, welche besonders deutlich auf der oben schon genannten Geol. Karte der Umgebung von Horw etc. BAUMBERGERS (Lit. 3) hervortreten, die deshalb für den Nordteil der Figur 1 benützt

worden ist. Dieser Zeichnung kann entnommen werden, dass nördlich Spissenegg die Überschiebung Stampien-Aquitanien (d. h. eine Linie von A nach B) ziemlich genau E—W streicht, also schief über das ca. N 60° E gerichtete Aquitanien hinweg läuft. Das hat zur Folge, dass das auf der Ostseite des Bireggsporns erkennbare Krämersteingewölbe nach SW vom Stampien schräg überdeckt wird und definitiv verschwindet, wie dies auch aus dem unten folgenden Profil (Figur 2) hervorgeht. Auch im SW und W von Horw scheint nach den Angaben BAUMBERGERS, die sich hier allerdings auf ganz spärliche Aufschlüsse stützen (vgl. Geolog. Vierwaldstättersee-Karte und Lit. 3, Taf. I), die Überschiebung Stampien-Aquitanien ungefähr E—W, d. h. spitzwinklig zum Streichen des Aquitanien zu verlaufen (s. Fig. 1). Erst gegen das Eigental zu biegt sie nach WSW ab, so dass dann, wie meine Aufnahmen aus den letzten Jahren ergeben haben, südlich Schwarzenberg die Überschiebung dem Streichen der südlich und nördlich anstossenden Schichten folgt, ähnlich wie dies für die südlich benachbarte Flysch-Molassegrenze gilt.

Aus dem Gesagten geht eindeutig hervor, dass bei Horw die Stampienüberschiebung schief zum energisch gefalteten aquitanischen Schichtbündel verläuft. In abgeschwächtem Masse wiederholt sich das, was an der südlich benachbarten Flysch-Molasse-Grenze festzustellen war, und deshalb erhebt sich die Frage, ob nicht auch die Südgrenze des Aquitangebietes eine alte Erosionsfläche darstelle. Diese Frage drängt sich besonders beim Betrachten des Profils auf, das E. BAUMBERGER vom Ostabhang der Biregg-Halbinsel gezeichnet hat (Lit. 3, S. 5) und das in nebenstehender Fig. 2 wiedergegeben ist. Das Profil kombiniert die am Seeufer im NE von Spissenegg im Aquitanien erkennbaren Verhältnisse mit den Aufschlüssen im überschobenen Stampien des Bergrückens; Norden liegt rechts im Querschnitt.

Gewölbe und Mulde im Aquitanien bei Krämerstein werden nach oben von einer schwach nach S geneigten Fläche (A—B der Fig. 2) abgeschnitten, über welcher das überschobene Stampien folgt. Diese Fläche kann auf zweierlei Weise enstanden sein:

Entweder stellt sie wie oben schon angedeutet eine alte Erosionsfläche (vielleicht auch eine nachträglich schief gestellte Abtragungsfläche) dar; dann läge also bei Horw eine E—W verlaufende, das Aquitanien schief abschneidende Erosionsform vor, die bis zu einem gewissen Grade der Grenze zwischen Kännelegg-Nagelfluh und subalpinem Flysch verglichen werden kann. Oder aber: es ist diese Fläche durch tektonische Abschürfung des gefalteten Aquitans entstanden; die Schürfwirkung war im SE und SW von Horw so gross, dass im Aquitanien eine mit Stampien ausgefüllte Hohlform erzeugt wurde. Dass die hiebei geschaffene Grenze Stampien-Aquitanien im grossen Ganzen parallel verläuft zur Flysch-Stampiengrenze (siehe Fig. 1), liesse sich vielleicht aus dem örtlich verschieden

starken Druck der von S herangeschobenen Massen erklären; dieser hätte von Spissenegg nach NW zu zugenommen und wäre im N der Kännelegg und des Pilatus am grössten gewesen.

Welche der beiden Deutungen, die richtige ist, möchte ich heute noch nicht entscheiden. Immerhin lässt sich zu Gunsten der ersten Interpretation der Umstand anführen, dass es vor Kurzem einem meiner Schüler, HEINRICH HAUS gelungen ist, im Emmental am Südrand der mittelländischen Molasse (es handelt sich dort um miocaene Nagelfluh) alte Erosionserscheinungen tatsächlich nachzuweisen. HAUS hat daraus den weitern Schluss abgeleitet, dass „die SW—NE sich hinziehende Aquitanzone ganz gut dem Verlauf einer alten, dem Alpenrand annähernd parallel gerichteten Talung entsprechen könnte" (Lit. 11, S. 672). Dieser Gedanke scheint mir einer gründlichen Prüfung wert zu sein; die Verhältnisse bei Horw können zu seinen Gunsten interpretiert werden.

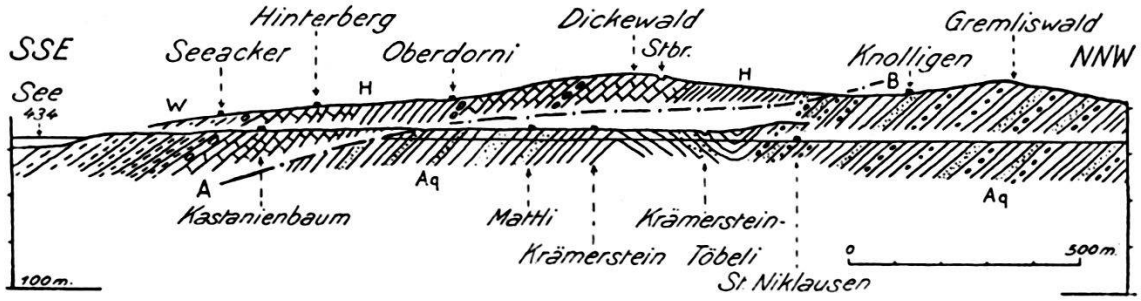


Fig. 2. *Profil durch den östlichen Teil der Halbinsel Biregg-Spissenegg.*
(Nach E. BAUMBERGER, Lit. 3, S. 5, 1934.)

Die Überschiebung A—B trennt gefaltetes Aquitanien (Aq, unten) von überschobenem Stampien (H = Horwerschichten, W = Weggiserschichten).

Und für die „Faltung des Molassegebirges" würde sich dann weiter ergeben, dass sie sich — wie auch die anschliessende Abtragung — hauptsächlich im Gebiet der aus relativ weichen Gesteinen zusammengesetzten Aquitanzone vollzogen hätte. Die später erfolgte Überschiebung der stampischen Molasse wäre dagegen bedingt durch den alpinen Deckenschub und kann — für sich allein — auch jetzt noch als „Aufschürfung im Grossen" bezeichnet werden (Lit. 4 und 6). Dies schliesst nicht aus, dass durch den Heranschub des Stampien auch das schon gefaltete und erodierte Aquitanien erneute Zusammenpressung erfahren haben kann; dabei mag auch der nördlich folgende Miocaenrand noch weiter aufgerichtet und überkippt worden sein[3]).

[3]) Eine etwas abweichende Deutung der tektonischen Vorgänge in der subalpinen Molasse gab ich bei der Besprechung des Rigiprofils, Geolog. Führer der Schweiz, 1934, S. 704. Immerhin kann die dort vermutete Bildung einer „Antiklinale in der stampischen Schichtserie" der auch im Aquitanien nachweisbaren ersten Molassefaltung entsprechen; später — nach vorangegangener Erosion — folgte dann die Stampien-Überschiebung.

Künftige Forschungen an der den Alpenrand begleitenden Überschiebung Stampien-Aquitanien werden zu prüfen haben, ob sich auch anderwärts ähnliche, die Molassetektonik betreffende Feststellungen machen lassen. In jedem Fall kommt der Gegend von Horw besondere Bedeutung zu, hier würde es sich lohnen, eine in's letzte Detail gehende geologische Aufnahme 1 : 10000 durchzuführen; E. BAUMBERGERS Karte wäre hiezu eine wertvolle Vorarbeit[4]).

Zum Schluss seien noch einige

Bemerkungen über Einschlüsse im subalpinen Flysch des Pilatusgebietes

angeführt, wobei ich mich wieder auf die Ergebnisse der Neukartierung vom Sommer 1935 stütze.

Zunächst sei vorausgeschickt, dass die Hauptmasse des subalpinen Flysches westlich Hergiswil aus einem wild verschürften Gemisch helvetischer Flyschgesteine (vornehmlich obereocaenen Stadschiefern) und eingewickeltem ultrahelvetischem Wildflysch besteht, die beim Kartieren nur sehr schematisch auseinander gehalten werden können. Darin stecken nun ausserdem Schürflinge verschiedener Herkunft.

Von früher bekannt ist das Vorkommen von Calpionellenführendem Malmkalk bei Fräkmünt (Lit. 8); es handelt sich um eine kleine ultrahelvetische Schürfmasse, eingebettet in Wildflysch. Dieser Flysch führt gelegentlich Breccien, die reich sind an eckigen, bis 2,5 cm grossen Komponenten kristalliner Schiefer.

Besondere Erwähnung verdient sodann eine ca. 30 m mächtige Linse von Taveyannaz-Sandstein am Vorsprung südwestlich B von Bili. Auf der Geol. Vierwaldstättersee-Karte ist das Vorkommen als Sandstein bezeichnet; es wurde aber früher nicht als Taveyannazgestein erkannt, da es sich nicht um die fleckige Varietät handelt, sondern um einen graugrünlichen Sandstein mit pflanzenführenden Einlagerungen ähnlich dem von Merligen am Thunersee. Dieser Fund ergänzt frühere Beobachtungen (Lit. 10). Es wäre nun wichtig zu prüfen, ob diese Taveyannazgesteine petrographisch mit denen des Jochpasses (parautochthone Schuppe) verglichen werden können (P. ARBENZ in Geol. Führer der Schweiz, S. 780—81, 1934), oder

---

[4]) Folgender Punkt scheint mir vor allem weiterer Klärung zu bedürfen: Es fällt auf, dass die von BAUMBERGER nördlich Spissenegg angegebene Grenze zwischen Horwerschichten (H) und Weggiserschichten (W) in ihrer südwestlichen Verlängerung nicht direkt auf die entsprechende Grenze am westlichen Seeufer hinzielt. Liegt vielleicht im Seegebiet südlich Horw eine Querverschiebung (Bruch oder Verschleppung) vor, längs welcher das Stampien von Horw nach NW in die im Aquitanien bestehende alte Erosionsform vorgeschoben wurde? (vgl. Fig. 1). Eine Beantwortung dieser Frage kann möglicherweise durch detaillierte Kartierung der einzelnen Schichtpakete der Horwerschichten erreicht werden. Könnte nicht auch die grosse Mächtigkeit (? tektonische Aufhäufung) der untern Horwerschichten (= Grisigermergel) im SW von Horw mit der vermuteten alten Erosion im Aquitanien zusammenhängen?

ob wir unter der Axen- und Drusberg-Pilatus-Decke noch verschürfte Reste einer östlichen Fortsetzung der Diablerets-Decke vorauszusetzen haben. Es ist nicht ausgeschlossen, dass ähnlicher Taveyannazsandstein sich auch im subalpinen Flysch nordöstlich Gersau findet, früher aber von mir nicht richtig gedeutet worden ist.

Endlich sei noch erwähnt, dass längs der Flysch-Molasse-Grenze mehrfach auch in den Flysch verschürfte Molassepakete gefunden wurden, die bisher unbeachtet geblieben sind. Ausser dem schon oben erwähnten Paket WSW von Mühlemäss, stellte ich solche Verschürfungen auch im Gebiet südwestlich der Kohleregg fest (s. Fig. 1).

Basel, Geolog. Institut der Universität.

Zitierte Literatur.

1. Baumberger, E.: Die subalpine Molasse von Luzern. Eclogae geol. Helv., XIX, (165—177), 1925.
2. Baumberger, E.: Zur Tektonik und Altersbestimmung der Molasse am schweizerischen Alpenrand. Eclogae geol. Helv., 24 (205—222), 1931.
3. Baumberger, E. & Kräusel, R.: Die Horwerschichten südlich Luzern. Abh. Schweiz. paläont. Ges., LV, 1934.
4. Buxtorf, A.: Erläuterungen zur geol. Karte des Bürgenstocks; Spez.-Karte 27, herausgegeben von der Geol. Komm. d. Schweiz. Natf. Ges. 1910.
5. Buxtorf, A.: Vorlegen der Geol. Karte des Bürgenstocks. Eclogae geol. Helv., XI (286), 1910.
6. Buxtorf, A.: Erläuterungen zur geol. Karte der Rigihochfluhkette; Spezialkarte 29, herausgegeben von der Geol. Komm. der Schweiz. Naturf. Ges., 1916.
7. Buxtorf, A., Tobler, A. Niethammer, G., Baumberger, E., Arbenz, P., Staub, W.: Geologische Vierwaldstättersee-Karte. Spezialkarte 66a, mit Profiltafel 66b, herausgegeben von der Schweiz. geol. Komm., 1916.
8. Buxtorf, A.: Über ein Vorkommen von Malmkalk im subalpinen Flysch des Pilatusgebietes. Verh. Natf. Ges. in Basel, XXVIII, 2. Teil, 1917.
9. Buxtorf, A.: Geologie des Pilatus. Verh. d. Schweiz. Natf. Ges., II. Teil, (31—47), 1924.
10. Buxtorf, A.: Taveyannazsandstein im subalpinen Flysch des Pilatusgebietes. Eclogae geol. Helv., 26, (215—216), 1933.
11. Haus, H.: Über alte Erosionserscheinungen am Südrand der miocaenen Nagelfluh des oberen Emmentales und deren Bedeutung für die Tektonik des Alpenrandes. Eclogae geol. Helv., 28 (667—677), 1935.
12. Heim, Arn.: Die Brandung der Alpen am Nagelfluhgebirge. Vierteljahrsschr. Natf. Ges. Zürich, 51, 1906.
13. Heim, Arn.: Zum Problem des Alpen-Molasse-Kontaktes. Eclogae geol. Helv., 25 (223—231), 1932.

Manuskript eingegangen den 5. März 1936.