Zeitschrift: Bericht über die Tätigkeit der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft

Herausgeber: St. Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft

Band: 72 (1945-1947)

Artikel: Alter und Dauer der Molassezeit

Autor: Saxer, F.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-832834

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: 02.07.2025

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

ALTER UND DAUER DER MOLASSEZEIT

Von F. Saxer

Die Landschaft zwischen dem Bodensee und dem Säntis, dieser als stolz aufstrebender Berg ein Wahrzeichen der Kräfte, die das Alpengebirge auftürmten, jener in seiner Weite gemahnend an das Meer, die Mutter der Schichten, Sammlerin und Hüterin der Urkunden, aus denen heute die Gelehrten die Geschichte der Erde entziffern, stellt in ihrer packenden Polarität der Eindrücke den wissenschaftlichen Beobachter vor grosse Aufgaben. Das zwischen den schroff entgegengesetzen Polen vermittelnde Element stellt die Schar von Hügelzügen dar, die in einem anmutigen Crescendo aus der Tiefe des Sees zu den Kreideketten des Alpsteins emporleiten. Tannenberg und Nollen, die den fruchtbaren Thurgau mit dem Fürstenland und Toggenburg verbinden, der Grat der Eggen, der das st. gallische Gebiet gegen das Appenzellerland abgrenzt, die schon voralpines Gepräge tragenden Ketten Gäbris-Hundwilerhöhe, Kronberg-Hochalp und schliesslich Stockberg-Speer bestehen alle aus *Molasse.* Wie jeder aufmerksame Wanderer über unsere Höhenzüge (oder noch besser durch die zahlreichen, tief eingeschnittenen Tobel) feststellen kann, versteht man darunter die abwechslungsreiche Vielfalt von Nagelfluh-, Sandstein- und Mergelschichten, die in hundertfachem Wechsel und doch wieder grossen Gesetzen gehorchend, das Gerüst des Berglandes aufbauten.

Die Geologie stellt sich die Aufgabe, das *Werden* dieser im einzelnen ebenso freundlichen wie im Ganzen grossartigen Landschaft zu enträtseln. Es ist ein ungewöhnliches Abenteuer des Geistes, in das wir uns dabei begeben, ein Abenteuer, in dem ganze Gebirge emporsteigen und wieder verschwinden, Meere aufrauschen und wieder verebben, ganze Konti-

nente sich auf die Wanderschaft begeben und schliesslich das blanke Eis mächtiger Gletscher das Land einhüllt...

Die Frage, die in den folgenden Zeilen beantwortet werden soll, könnte ganz konkret lauten: *Seit wann gibt es einen Säntis?* Dem Laien mag diese Frage fast anstössig erscheinen, singen und sagen wir doch gerne von den «ewigen Bergen». Der geologischen Wissenschaft dagegen erscheinen die Gebirge als etwas Werdendes und Vergehendes, nicht anders als andere, schneller vergängliche Gebilde der Natur.

Im Säntisgebirge ist ein ungefähr tausend Meter mächtiger Stoss von *Kreideschichten* zu einem Bündel herrlicher Falten zusammengeschoben. Nur am Rande, wie etwa in der Mulde von Wildhaus oder an der Fähnern, treten jüngere Ablagerungen aus der frühen *Tertiärzeit* (Eozän-Oligozän) in Erscheinung und stellen die Forscher vor ganz besonders schwierige Probleme.

Die Molasse ist jünger als irgendein Gestein der Alpen. Diese Behauptung zu beweisen ist nicht schwierig, wenn man sich über das Verhältnis zwischen Alpen und Molasse Klarheit verschafft. Die Molasse stellt mit ihrem bunten Wechsel von Trümmergesteinen nichts anderes dar als den Schutt, den alpine Gewässer während langer Zeit in das Vorland trugen und dort in ausgedehnten Deltas ablagerten. Diese Tätigkeit setzt das Vorhandensein eines Gebirges oder wenigstens eines aus dem Meere aufgetauchten Festlandes voraus, in das sich die Bäche und Flüsse einschneiden konnten. Anderseits ist dadurch in diesem alpinen Gebiet die gleichzeitige Bildung von Meeresablagerungen ausgeschlossen. Solange im Alpengebiet noch weite Flächen, namentlich der nördlichste sog. helvetische Sedimentationsraum, noch vom Meere bedeckt waren, dort also noch marine Schichten sich bildeten, kam Schuttausfuhr aus den Alpen nicht in Frage.

Im *Eozän* dürfte vermutlich unsere Gegend ähnlich wie der Tafeljura wenigstens zeitweise Festland gewesen sein, das der Verwitterung und dem Abtrag anheimstand; grosse Teile des «Alpengebietes» standen jedoch noch unter Wasser. Diese Verhältnisse dauerten noch tief in die zweite Periode der Tertiärzeit, das *Oligozän* wenig verändert an. Immer noch häufen sich im helvetischen Gebiet Schichten an, die heute einen Hauptbestandteil des Glarner «Flysches» ausmachen. Damals bildete sich aus vorwiegend vulkanischem Material der grünliche Tavayannazsandstein, über den sich die bekannten Dach- und Tafelschiefer, wie sie im

Sernf- und Taminatale gebrochen werden, in beträchtlicher Mächtigkeit anhäuften. Diese Schiefer dokumentieren ihr Alter durch die berühmte Fischfauna; man bezeichnet diese Abschlußstufe der Sedimentation im helvetischen Raum als das *Lattorfien.* Damals bestand weiter südlich zweifellos bereits Festland, wofür die Gruontalkonglomerate, wie sie im Lattorfien der Gegend von Altdorf anstehend sind, einen sprechenden Beweis liefern.

Aber — halten wir dies fest — Schuttausfuhr aus diesem Festland in die Molassezone scheint solange ausgeschlossen, als noch ein breiter Meeresstreifen die beiden Gebiete trennte.

Im mittlern Oligozän ändert sich das Bild wie mit einem Schlage. Jetzt setzt die Ablagerung der Molasse ein, indem aus dem alpinen Gebiet Schutt in die weiter nach Norden einsinkende Vortiefe verfrachtet wird. Die inneralpine Sedimentation hört auf, dafür beginnt die ausseralpine, die molassische Ablagerung. Der Faden der Dokumente reisst nicht ab. Man frägt sich allerdings, wie der Übergang vom Lattorfien zur ältesten Molasse, die man dem untern *Stampien,* Stufe des *Rupélien,* zuweist, sich vollzogen hat. Die tiefste Molasse hat ausgesprochene Flyschfazies. So war man bei den feingeschichteten Tonmergeln, wie sie zum Beispiel beim Weissbad anstehen, lange Zeit im Zweifel, ob es sich um Flysch oder um tiefste Molasse handle. Erst die Entdeckung von Cyrenen und Fischschuppen durch Fröhlicher in diesem Schichtkomplex entschied die Frage endgültig zugunsten der Molasse. Trotzdem ist es möglich, dass ältere Schichten sich in der Molassevortiefe ablagerten; in der Ostschweiz sind sie auf alle Fälle nicht in die Molassefaltung einbezogen und daher nicht feststellbar.

Was das bedeutet, ist klar: im Süden der Molassevortiefe, die man sich bis an den Aarmassivrand reichend denken muss, also etwa bis zu einer Linie Erstfeld-Linthal-Ragaz, befindet sich von jetzt an nicht mehr ein Meeresbecken, sondern Festland. Noch war anfänglich das Relief flach, die Schuttausfuhr langsam in Form von Schlamm, der später zu den feingeschichteten Tonmergeln der Rupélienstufe sich verfestigte. Die darin eingeschlossenen Mollusken deuten auf brackisches Milieu hin, d.h. auf geringen Salzgehalt des Wasserbeckens der Vortiefe. Die Grisigermergel an der Basis der Rigi, die längst bekannten Biltenerschichten, ferner die erst in der jüngsten Zeit entdeckten Züge von ältesten Tonschiefern bei Nesslau, beim Weissbad und anderwärts gehören hieher. —

Bald gesellt sich gröberes Material zu der Flusstrübe, es kommt zur Bildung von Sandsteinen (Bausteinzone) und sogar zu ersten Schüben von Nagelfluh.

Der *Beginn der Molassezeit* ist also mit aller wünschbaren Klarheit gekennzeichnet

a) durch das Aufhören der inneralpinen Sedimentation nach der Stufe des Lattorfien;
b) durch das Einsetzen der untern Meeresmolasse mit den Tonmergeln des Rupélien (unteres Stampien).

Was nun aber die Lage wesentlich kompliziert, ist der Umstand, dass nicht einfach das alpine Gebiet gehoben und dadurch zur Schuttlieferung in eine relativ tiefer gelegte Vortiefe befähigt wurde, sondern dass in den Alpen um die Wende Lattorfien-Stampien sich eine Revolution grössten Ausmasses sich vollzogen haben muss. Damals erfolgte nämlich die *Hauptüberschiebung der ostalpinen Decken über das helvetische Gebiet.* Der Nordrand des alten Afrika gleitet unaufhaltsam über die Schwelle Europas! Das lässt sich einwandfrei aus dem Geröllbestand der Nagelfluh erschliessen. Wohl findet man in dieser massenhaft Gerölle, die als Flyschkalke und dergleichen bezeichnet werden, aber es gibt daneben auch eine grosse Zahl von Dolomiten, Radiolariten, kristallinen Geröllen, die unmöglich aus dem helvetischen Raum stammen können.

Erst in neuester Zeit ist es gelungen, in den jüngsten Schichten des Hörnlifächers Gerölle zu entdecken, die der helvetischen Kreide entstammen, deren Heimat also der Alpstein oder die Churfirsten sein könnten. Das Helvetikum wurde durch die von Süden anstürmenden ostalpinen Decken zunächst fast völlig zugedeckt und dabei wohl seine Tektonik, seine Gliederung in einzelne Teildecken weitgehend angelegt und vorbereitet. Aber diese Formen blieben zunächst noch beträchtliche Zeit in der Tiefe, begraben unter einigen tausend Metern ostalpinen Materials. Der Säntis, irgendwie embryonal angelegt, hatte auf alle Fälle die Schwelle des Aarmassivs noch nicht überschritten. An der Oberfläche lag ostalpines Land, von dem heute nur noch vereinzelte Reste sichtbar sind. Das stolzeste Beispiel eines solchen Restes sind die Mythen bei Schwyz, das bescheidenste die Grabserklippe. Das Gebirge, das langsam der Abtragung verfiel, hatte weder in Form noch Stoff irgendeine Ähnlichkeit mit den Alpen der Gegenwart, wenn auch im heutigen Gebirgs-

bau manche Einzelheiten durch die damaligen Verhältnisse bestimmt sein mögen. Was dagegen heute von niemand mehr bezweifelt wird, ist die Tatsache, dass die Zerstörung der ostalpinen Decken das Material für die Auffüllung der Vortiefe und damit zum Aufbau der Molasse geliefert hat. Dabei liegt es nahe, in der östlichen Schweiz als «Schuttlieferanten» den *Vorläufer des heutigen Rheins* in Anspruch zu nehmen. Nicht nur bei den Bergen, sondern auch und gerade auch bei den Flüssen verbindet eine unentrinnbare Kontinuität das Heutige mit dem Vergangenen. Gewiss hat der Rhein in der Folge seinen Lauf mehrmals verlegt, aber er ist trotzdem derselbe geblieben. Wen es also stört, dass man den Ur-Rhein als Erzeuger des Speerfächers oder des noch mächtigern Hörnlifächers bezeichnet, darf diese Tatsache nicht übersehen.

Triftige Gründe sprechen dafür, dass der Ur-Rhein in oligozäner Zeit irgendwo am Nordrand des heutigen Aarmassivs, also etwa in der Gegend von Linthal oder Elm die Vortiefe erreichte. — Der zunächst zögernden Schüttung des Rupélien folgte der machtvolle Geröllschub des *Chattien,* aus dem die spätere Gebirgsbewegung die Speer-Stockberg-Kräzerli-Schuppe gestaltete. Weiter aussen entsprechen diesen Nagelfluhen die Sandsteine und Mergel an der Basis der Kronberg- und Gäbrisketten. Allgemein darf vorausgesetzt werden, dass die Geröllgrösse mit der Entfernung von der Deltaspitze gegen aussen abnimmt. Jedoch erfährt dieses Prinzip durch das Spiel störender Einflüsse, wie den Einbruch starker Hochwässer, vor allem aber durch Veränderung der Gefälle bei Hebungen und Senkungen in der Vortiefe oder im Hinterland wesentliche Einschränkung.

Im *Aquitan* wandert der Schuttkegel weiter nach Norden und Osten. Es entsprechen diesem Teil des Deltas die Nagelfluhzüge Pfingstboden-Hochalp-Kronberg und Hundwilerhöhe-Gäbris-Heerbrugg. Als feinkörnige Entsprechung dieser Schüttung gilt die Zone der granitischen Sandsteine im Nordschenkel der Hauptantiklinale. Es ist mit Recht darauf hingewiesen worden, dass dem Aquitan des Nordschenkels, so sehr er im Ganzen dem psammitischen und pelitischen Teil des Deltas entspricht, konglomeratische Einstrahlungen keineswegs fehlen, womit der Zusammenhang mit dem eigentlich subalpinen Teil des Deltas hergestellt wird. Das gilt für das Oberaquitan der Gegend von St.Gallen-Herisau, dann aber auch für die stratigraphisch tiefsten Komplexe zwischen Wald-Oberegg und Berneck. Neuerdings fand der Verfasser zu seiner grossen

Überraschung bei Rehetobel am *Kaien* im mittleren Aquitan eine von allen bekannten Vorkommen ganz isolierte Nagelfluhbank von einigen Metern Mächtigkeit, die sich im Streichen über mehrere hundert Meter verfolgen lässt.

Über die Sandsteine und Mergel des Aquitans warf der Ur-Rhein im *Miozän* die nach Norden und Osten weitausgreifende Hörnlischüttung. Darin ist als vorübergehende Episode die Bildung der Meeresmolasse Herisau-St.Gallen-Rorschach eingeschlossen. Anfang und Ende dieser Episode sind durch besonders kräftigen Geröllschub markiert, der Anfang durch das sog. Basiskonglomerat des *Burdigalien,* das bis ins Rheintal reicht, das Ende durch die obere Grenznagelfluh, die vermutlich bei Rorschach endet und die Meeresmolasse des *Helvétien* von der obern Süsswassermolasse, Stufe des *Tortonien,* scheidet.

Diese notwendigerweise sehr skizzenhafte Darstellung der Molassebildung zeigt in der Hauptsache das einheitliche und eindrucksvolle Bild des Vordringens eines mächtigen Deltas vom einstigen Alpenrand nach Norden. Dass die Mächtigkeit der Ablagerung von einigen tausend Metern nur möglich wurde, indem sich die Vortiefe langsam und wohl ruckweise senkte und dadurch immer wieder Raum schuf für weitere Zuschüttung, möge nicht unerwähnt bleiben. Jeder der drei sukzessiven Schuttfächer — der chattische, der aquitane und der miozäne — kann nach den vorliegenden Profilen auf etwa 2000 bis 3000 m veranschlagt werden.Gewiss darf man bei der Schätzung der Gesamtmächtigkeit der Molasse nicht einfach die Einzelmächtigkeiten addieren, weil die Schuttfächer nicht in erster Linie *übereinander,* sondern dachziegelartig *aneinander* gesetzt wurden. Zweifellos liegt aber zum Beispiel bei St.Gallen unter dem miozänen Hörnlifächer der Oberfläche sowohl die Fortsetzung des aquitanen wie des stampischen Fächers, deren Mächtigkeit mit derjenigen am Alpenrand nicht mehr identisch ist. Immerhin glaube ich nicht stark fehl zu gehen, wenn ich die Tiefe der Molassebedeckung bei St.Gallen auf 3 bis 4 km schätze. In Alpennähe wird dieser Wert grösser, weiter aussen kleiner. Seismische Beobachtungen in der Gegend von Zürich, also im Bereich der horizontalen mittelländischen Molasse, lassen auf eine Molassemächtigkeit von rund 2 km schliessen.

Das *Ende der Molassezeit* ist gegeben durch die obersten Schichten der obern Süsswassermolasse, mit denen wohl auch ungefähr das Miozän ausklingt.

Wir haben, allerdings ganz summarisch, den Ablauf der Schüttungen des Ur-Rheins verfolgt, ohne rückwärts in die Alpen zu blicken. Tatsächlich dürften sich aber während dieser Molassezeit in den Alpen tiefgreifende Veränderungen vollzogen haben, deren Ausstrahlung bis in die Molasse reichen. Jeder wichtige Vorgang in den Alpen machte sich irgendwie auch im Vorland geltend. Gebirge und Vortiefe sind als Einheit zu betrachten. Verstärkter Geröllschub kann Hebung im Rückland bedeuten im Gefolge tektonischer Bewegungen, so dass sich die Phasen der Alpenauftürmung irgendwie in der Molasse wiederspiegeln. Es können aber auch in bestimmten Schichten neuartige Gesteinsarten oder Mineralien auftreten, was wiederum Rückschlüsse auf das Geschehen im Hinterland gestattet. Trotz vielversprechender Ansätze stecken aber diese sehr schwierigen Forschungen heute noch in den Anfängen.

Gewiss ist das eine: das Ende der Molasseschüttung wird begleitet und gefolgt von einer besonders kräftigen *Schlussphase der Orogenese,* die das Gebirge, wie wir es kennen, erst herstellt. Erst jetzt *erscheint der Säntis auf der Bildfläche,* wird der Massivrücken hochgepresst und der vielgestaltige Bau des Berglandes in den wesentlichen Zügen fertig. Vor allem wird die Molasse selbst unter dem Druck der von Süden nachdrängenden Massen kräftig zusammengeschoben und mit den Kalkketten gewissermassen zusammengeschweisst. Die Hebung, Faltung und der Zusammenschub der Molasse kann erst im Anschluss an das, was in diesen Zeilen als die Molassezeit bezeichnet wird, erfolgt sein, denn sämtliche Stufen der Molasse bis hinauf in das Tortonien haben die grosse Schlussaufstauung miterlitten.

Wenn wir uns erinnern, dass die Deltaspitze des Ur-Rheins an den Nordrand des Aarmassivs zurückverlegt wird, so können wir ermessen, mit welch gewaltigem Zusammenschub auch der Molasse zu rechnen ist. Die Strecke Linthal-Weesen misst über 20 km!

Es besteht aber auch die Möglichkeit, dass alpennähere Teile des Gesamtdeltas bereits von der Alpenfaltung in Mitleidenschaft gezogen wurden, als weiter draussen die Schüttung noch ungestört weiter ging. Der Verfasser hat für die Erklärung der Forst-Gontenzone solche Vorgänge zur Diskussion gestellt.

Ob man jemals dazu gelangen wird, den Ablauf der Ereignisse aus dem tektonischen Gerüst der Alpen einerseits und dem sedimentären Abbild in der Molasse anderseits in allen Teilen sicher zu erkennen, bleibt

angesichts der enormen Schwierigkeit der Aufgabe fraglich. Aber es ist ein hohes Ziel, dem nachgestrebt werden muss.

Das *relative Alter der Molasse* erscheint demnach in befriedigender Weise bestimmt. *Die Molassezeit erfüllt das jüngere Oligozän und das Miozän.*

Immer wieder begegnen wir der Frage: Wie lange ist das her, wie lange dauerten eigentlich diese Vorgänge? Es soll gleich anfangs betont werden, dass eine Antwort auf die Frage nach der *absoluten Zeitdauer geologischer Vorgänge* nur auf dem Wege von Schätzungen gegeben werden kann, denen vielleicht noch manche Unsicherheit anhaftet. Trotzdem handelt es sich um eine Fragestellung, der man nicht ausweichen kann und darf.

Einem von Herrn Oberingenieur E. Peter im Januar 1946 in der St.Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft gehaltenen Vortrag über die *Geschiebeführung des Rheins* verdanken wir die Angabe, dass der Rhein jährlich rund 3 000 000 m^3 Geschiebe in den Bodensee wirft. Verteilt auf die 6000 km^2 Einzugsgebiet lässt sich ein jährlicher Abtrag von $^1/_2$ mm errechnen. Den gleichen Wert erhielt man bei der Untersuchung einiger Wildbäche. Diese Zahlen stimmen übrigens mit früher an andern Flüssen errechneten gut überein, so dass man mit grosser Sicherheit sagen kann, dass durch die Verwitterung und die Erosionstätigkeit der Gewässer ein mittlerer Höhenverlust von $^1/_2$ mm im Jahr oder von 1 m in 2000 Jahren eintritt. Diesen als recht sicher und glaubwürdig anzunehmenden Wert in Beziehung zu den Verhältnissen in der Molassezeit zu setzen, schien ein verlockender Gedanke. Er bietet die Möglichkeit einer absoluten Altersbestimmung, bzw. der Ermittlung der absoluten Dauer eines geologischen Vorgangs. Wenn diesem Versuch auch manche Unsicherheit anhaftet, so schien es doch unumgänglich, einer Spur zu folgen, von der man nicht zum voraus wissen konnte, wohin sie führte.

Das heutige Einzugsgebiet des Bodenseerheins misst, wie erwähnt, rund 6000 km^2. Welches aber war das Einzugsgebiet des Ur-Rheins? Darüber Aussagen zu machen, dürfte sehr schwierig sein. Zwar weiss man, dass der Rhein ziemlich viel Terrain an die gegen die Innenseite des Alpenbogens abfliessenden Gewässer verloren hat. Anderseits bestehen Anzeichen dafür, dass er gegenüber einem alten Innsystem im

Vorteil war. Welches aber war der Grad des Zusammenschubes der alpinen Decken etwa im Oligozän? Welche Tiefe stand zur Verfügung von der Deltaspitze bei Linthal bis zur Hauptwasserscheide? Nach der *Transportleistung* zu schliessen, muss der Ur-Rhein ein Gewässer gewesen sein, das dem heutigen an Kraft kaum nachstand. Anderseits verbietet gerade die grobogorene Fazies der Schüttungen sehr lange Transportwege.

Wir machen in der nachfolgenden Schätzung die Annahme, dass der Ur-Rhein ein ungefähr gleich grosses *Einzugsgebiet* besass wie der heutige Bodenseerhein, was mindestens der Grössenordnung nach kaum zu beanstanden sein wird. Anderseits ist das totale *Ablagerungsgebiet* der Molasse, gemessen vom Aarmassivrand bis an den Jura, von annähernd dem gleichen Ausmass.

Rechnen wir mit einer mittlern Mächtigkeit der Molasse von 3000 Metern, so müsste unter dieser vereinfachenden Voraussetzung im Einzugsgebiet ein Abtrag von gleicher Grösse entstehen. Wird zudem das oben errechnete Mass von 1/2 mm Abtrag im Jahr zu Grunde gelegt, so kommt man für die *Dauer der Molassezeit auf 6 000 000 Jahre.*

Es gibt aber einige Gründe, die für eine *Vergrösserung dieser Zahl,* m.a.W. für eine längere Dauer der Molassezeit sprechen.

1. Das Hinterland der Molassevortiefe war kein Hochgebirge wie die heutigen Alpen, sondern in den Anfängen seines Auftauchens ein niedriges, mit tropischer Vegetation bedecktes Hügelland. Die Intensität des Abtrags, die in erster Linie eine Funktion des Gefälles ist, war namentlich am Anfang der Molassezeit, in der untern Meeresmolasse des Rupélien, relativ gering. Es gelangte denn auch nur pelitisches und psammitisches Material zur Ausfuhr, das auch auffallend regelmässig sich absetzte. Erst im obersten Rupélien erscheinen die ersten schwachen Geröllschübe.
2. Auch später, in aquitaner Zeit, scheint zeitweise die Ausfuhr nachgelassen und die Sedimentation langsam und sehr gleichmässig gewesen zu sein.
3. Die *heutige* Transportleistung des Rheins dürfte angesichts des Hochgebirgscharakters der heutigen Alpen mit ihrer hohen Reliefenergie stark über dem Mittel der Molassezeit stehen. Dazu kommen noch menschliche Einflüsse: die starke Entwaldung und der Ackerbau. Nicht umsonst gilt die Aufforstung als vorzügliches Mittel zur Befestigung rutsch- und rüfengefährdeter Hänge.

4. Es liegt nahe, anzunehmen, dass in den jüngern Schuttfächern teilweise *umgearbeitetes* Material der ältern Schüttungen transportiert wurde. Der Beweis für solche Umlagerung wurde m.W. bis jetzt noch nicht erbracht: es müssten Gerölle mit erkennbaren stampischen Fossilien gefunden werden. Ein Beweis für wiederholte Umlagerung wäre wohl auch auf petrographischer Grundlage denkbar. Auf alle Fälle würde der Faktor Umlagerung eine Verlängerung der Zeit bedingen, da der Fluss das gleiche Material mehr als einmal zu transportieren und abzulagern gehabt hätte.

Auf Grund dieser Überlegungen wird man kaum stark fehlgehen, wenn man als *Dauer der Molassezeit* die runde Zahl von *10 Millionen Jahren* annimmt.

Wie reimt sich diese Schätzung mit der Bestimmung der absoluten Dauer geologischer Perioden auf Grund des Zerfalls radioaktiver Elemente? Diese Bestimmungen gelten wohl mit Recht als die zuverlässigsten; bekanntlich haben sie dazu geführt, die geologische Vergangenheit als bedeutend länger einzuschätzen, als man es früher zu tun gewagt hätte.

Als Dauer des Känozoikums, umfassend das Diluvium und die ganze Tertiärzeit, werden in den Lehrbüchern 50 — 60 Millionen Jahre angegeben. Darin sind ausser der Molassezeit inbegriffen

das ganze Eozän,
das ältere Oligozän bis und mit Lattorfien,
das auf die Molassezeit folgende Pliozän,
das Diluvium.

Auf die Gefahr hin, bei dieser «Verteilung der Millionen» nicht ganz auf sicherer Grundlage zu stehen, halte ich es doch für wahrscheinlich, dass dem *Eozän* der Löwenanteil an Zeit zugemessen werden muss. Diesen Schluss darf man namentlich im Hinblick auf die gewaltige entwicklungsgeschichtliche Leistung des Eozäns, in dem vor allem der Stamm der Säugetiere sich machtvoll entfaltete, wohl verantworten. Es darf auch auf den Reichtum eozäner Sedimente im Alpengebiet und auf den erheblichen Abtrag älterer Schichten in der Festlandszeit des Eozäns erinnert werden. Eine Beobachtung gewinnt in diesem Zusammenhang besonderes Gewicht: In den ältesten Konglomeraten der stampischen Nagelfluh der Kräzerlischuppe fanden sich Gerölle mit eozänen Nummuliten! Es wurde demnach im Laufe des Eozäns nicht nur im Alpengebiet die entsprechende

Nummulitenkalkbank gebildet und verfestigt, sondern diese wurde überdies tektonisch gehoben, dann abgetragen, die Gerölle transportiert und sedimentiert. Ein ganzer Zyklus, der immerhin sehr viel Zeit beanspruchte.

Aber auch das Oligozän dürfte angesichts der erheblichen Mächtigkeit der fraglichen Schichtkomplexe noch einen wesentlichen Teil der zur Verfügung stehenden Zeit in Anspruch nehmen.

Namentlich aber erfordert die gewaltige Überschiebung der ostalpinen Decken, die in der Mitte des Oligozän sich vollzog, viel Zeit. Man muss sich davor hüten, die Alpen allzu stürmisch aufbauen zu wollen. Vielmehr war es vielleicht so, dass sich das Gebirge nicht viel schneller erhob, als es vorweg abgetragen wurde.

Schliesslich ist dem Abschluss der Tertiärzeit, dem nachmolassischen *Pliozän,* in dem sich die letzte Phase der Emporpressung und des Schubes gegen und auf die vorgelagerte Molasse vollzog, eine nicht zu karg bemessene Zeit einzuräumen. Aus pliozäner Zeit fehlen jegliche Sedimente im nördlichen Teil unseres Landes; dafür wurde das Gebiet bis auf das Niveau der Deckenschotterbasis abgetragen.

Auf Grund der vorstehenden Überlegungen scheint es nicht unmöglich zu sein, zu einer Verteilung zu gelangen, die sowohl der auf dem Atomzerfall beruhenden Zeitberechnung als auch unserer eigenen Schätzung der Dauer der Molassezeit einigermassen gerecht wird. Es wäre vermessen, auf diesem Gebiet mehr als wahrscheinliche Annäherungen an die wirklichen Werte zu erwarten. Wir glauben aber, dass unser Weg immerhin zu einem Punkt geführt hat, von dem aus eine *vorläufige Orientierung* möglich ist.

Dass die Geschichte des Menschen, die Urgeschichte inbegriffen, nur einen winzigen Bruchteil der geologischen Geschichte ausmacht, wusste man längst, und es fehlt auch nicht an drastischen Vergleichen, um diesen Sachverhalt einzuprägen. Der *Säntis* mit seinen Trabanten wurde am Ende der Molassezeit, also vor vielleicht drei Millionen Jahren, durch die letzte Anstrengung der gebirgsbildenden Kräfte auf die Molasse geschoben, dabei in herrlichen Falten emporbrandend. Erst wesentlich später, im Bereich der jüngsten Jahrmillion, kam die *Eiszeit* mit ihren wiederholten Vorstössen und Rückzügen der grossen Alpengletscher. Und erst gegen das Ende der Periode der Vereisungen besetzte der Urmensch die im Zuge der Zerstörung des Kalkgebirgs entstandenen Höhlen. Wenn

wir mit E. Bächler den Altpaläolithiker des Wildkirchlis und des Drachenlochs ob Vättis in die letzte Zwischeneiszeit verweisen, so geben wir ihm damit ein Alter, das kaum mehr als 100 000 Jahre zurückliegt. Soll der Mensch das Mass aller Dinge sein, so ist er diesen Zeiträumen gegenüber ein winziges Mass. Im Strom der geologischen Zeit erscheint die angebliche «Weltgeschichte» des Kulturmenschen als eine verschwindend kurze Episode.

Wichtigste Literatur:

Alb. Heim: Geologie der Schweiz 1918/22.
J. Oberholzer: Geologie der Glarner Alpen. Beitr. Geol. Karte der Schweiz 1933.
A. Ludwig: Geol. Atlas der Schweiz, Blatt 4, 1930.
R. Staub: Alpine Morphologie. Denkschriften SNG 1934.
H. H. Renz: Subalpine Molasse zwischen Aare und Rhein. Ecl. geol. helv. 1937.
K. Habicht: Geologische Untersuchungen im südl. st. gall.-appenz. Molassegebiet. 1945.

Zeittafel des Kaenozoikums der Ostschweiz

	Stufen				Orogenese	Mächtigkeit in m	Verm. Dauer in Mio. Jahren
	Quartär			Eiszeiten und Zwischeneiszeiten	Isostatische Nachwirkungen		1
	Pliozän			Keine Ablagerungen Hebung und Abtrag	Schlussphase der Alpenfaltung Aufsch. d. Säntis-Hebung u. Faltung der Molasse		2
Miozän	Tortonien	ob. Süsswasser-molasse	Molassezeit	Hörnligebiet, Untertoggenburg, Nollen, Tannenberg, Rosenberg	kräftige Hebung im Alpengebiet	1200	4
	Helvétien	ob. Meeres-molasse		Rorschach – St. Gallen – Herisau mit limnoterrestrischer Entsprechung im Bereich des Hörnlischuttfächers		600	
	Burdigalien						
Oligozän	Aquitanien	unt. Süsswasser-molasse		Granitische Sandsteine St. Margrethen, Walzenhausen, Kaien, Eggen bei St. Gallen/Teufen Bunte Nagelfluh des Gäbris und Kronbergs		1200	6
	Stampien: Chattien			Kalknagelfluh Speer-Stockberg Kalksandsteine an der Basis der Kronberg- und Gäbriszone	Überschiebung der ostalpinen Decken!	2000	
	Stampien: Rupélien	unt. Meeres-molasse		Marine oder brackische Mergel und Sandsteine an der Basis des Speer-Stockberg-Fächers Weissbad, Basis der Fähnern, Aubach, Eichberg		500	
	Lattorfien (Alpen) Sannoisien (Jura)	Vormolassische Sedimente Im Mittelland (wenn vorhanden) von Molasse bedeckt		Dachschiefer z. B. bei Ragaz Tavayannaz-Sandsteine			10
Eozän	Priabonien Auversien Lutétien			Globigerinenschiefer Nummulitenkalk Bohnerz			30
Mesozoische Unterlage, Kreide etc.							