

Zeitschrift: Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural

Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF)

Band: 87 (1989)

Heft: 1: Lebensraum Bodensee = L'espace vital du lac de Constance

Artikel: Geologie des Bodenseeraums

Autor: Hofmann, F.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-234008>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 20.02.2025

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

Geologie des Bodenseeraums

F. Hofmann

Die Existenz des Bodensees ist eng mit der Alpenfaltung verbunden: er liegt ganz im flachen Teil des Molassebeckens, dessen Füllung aus alpinem Abtragungsschutt besteht. Die tektonischen Vorgänge der Gebirgsbildung schufen die alpine Kulisse im Süden des Sees und kanalisierten Fluss-Systeme und Gletscher, die zur Entstehung des eigentlichen Sees führten.

L'existence du Lac de Constance est intimement liée à la formation des Alpes: il est entièrement situé dans le bassin molassique, rempli de débris alpins. Les montagnes au sud du lac sont le résultat des mouvements tectoniques alpins qui également dirigeaient les rivières et les glaciers dont l'érosion enfin créa le lac même.

Der geologische Rahmen

Wie Abb. 1 zeigt, liegt der Bodensee im Grenzgebiet zwischen schweizerischem Mittelland und schwäbisch-bayerischer Hochebene. Dieses Gebiet bildet eine geologische Einheit: das aus Abtragungsschutt aus der Zeit der Alpenfaltung bestehende Molassebecken, das im Süden durch die Alpen, im Nordwesten und Norden durch Ketten- und Tafeljura begrenzt ist.

Das Querprofil, Abb. 2, veranschaulicht diese Situation und zeigt zudem, wie die Molasseschichten von Schichtgesteinen aus der Jura- und der Triaszeit unterlagert werden, die ihrerseits auf dem Grundgebirge aufliegen. Die Lagerungsverhältnisse sind im Norden und unter dem Bodensee selbst sehr einfach, im Süden, im Voralpen- und Alpengebiet jedoch äußerst kompliziert.

Die geologische Geschichte

Der aus den Abbildungen 1 und 2 hervorgehende geologische Bau des weiteren Bodenseegebietes ist das Ergebnis einer Folge von Ereignissen, die weit in die Erdgeschichte zurückreichen. Die Tabelle, Abb. 3, soll dazu dienen, diese Vorgänge und deren nachfolgende Beschreibung verständlicher zu machen.

Das Grundgebirge

Verschiedene Tiefbohrungen im Bodenseegebiet trafen auf das unter dem Deckgebirge aus Molasse, Jura- und Triasschichten liegende Grundgebirge. Es besteht aus voralpinozoischen, ehemaligen Sedimentgesteinen, die durch mehrfache Umwandlung im Laufe von Gebirgsbildungen unter hohem Druck und hohen Temperaturen völlig verändert und zu kristallinen Silikatgesteinen in Form von Gneisen und bei völliger Umschmelzung sogar zu granitähnlichen Gesteinen wurden. Im Verlaufe der variszischen Gebirgsbildung im Devon und Unterkarbon drangen aus der

schichte sind die Strukturen des Grundgebirges sehr kompliziert und im einzelnen nicht prognostizierbar und nur durch Tiefbohrungen zu ergründen. Grundsätzlich sind sie aber unter dem Bodensee in ähnlicher Form zu erwarten wie im Schwarzwald, wo das Grundgebirge an die Oberfläche tritt.

Nach der herzynisch-variszischen Gebirgsbildung (Tabelle Abb. 3) fand im Grundgebirge des Hochrhein- und Bodenseegebietes eine Phase starker Bruchbildung statt. Es entstanden tiefe Tröge und Gräben, die mit molasseähnlichem karbonischem und permischem Abtragungsschutt des damaligen Gebirges gefüllt wurden. Solche 700 bis 1000 m mächtige Trogsedimente wurden in den Tiefbohrungen von Dingelsdorf (WNW Konstanz) und von Weiach (mit Steinkohlenflözen in gut 1400 m Tiefe; Bohrung der NAGRA) angefahren (Abb. 1 und 2).

Tiefe zudem granitische Schmelzflüsse empor und erstarrten in den älteren Gesteinskomplexen. Bedingt durch seine Entstehungsge-

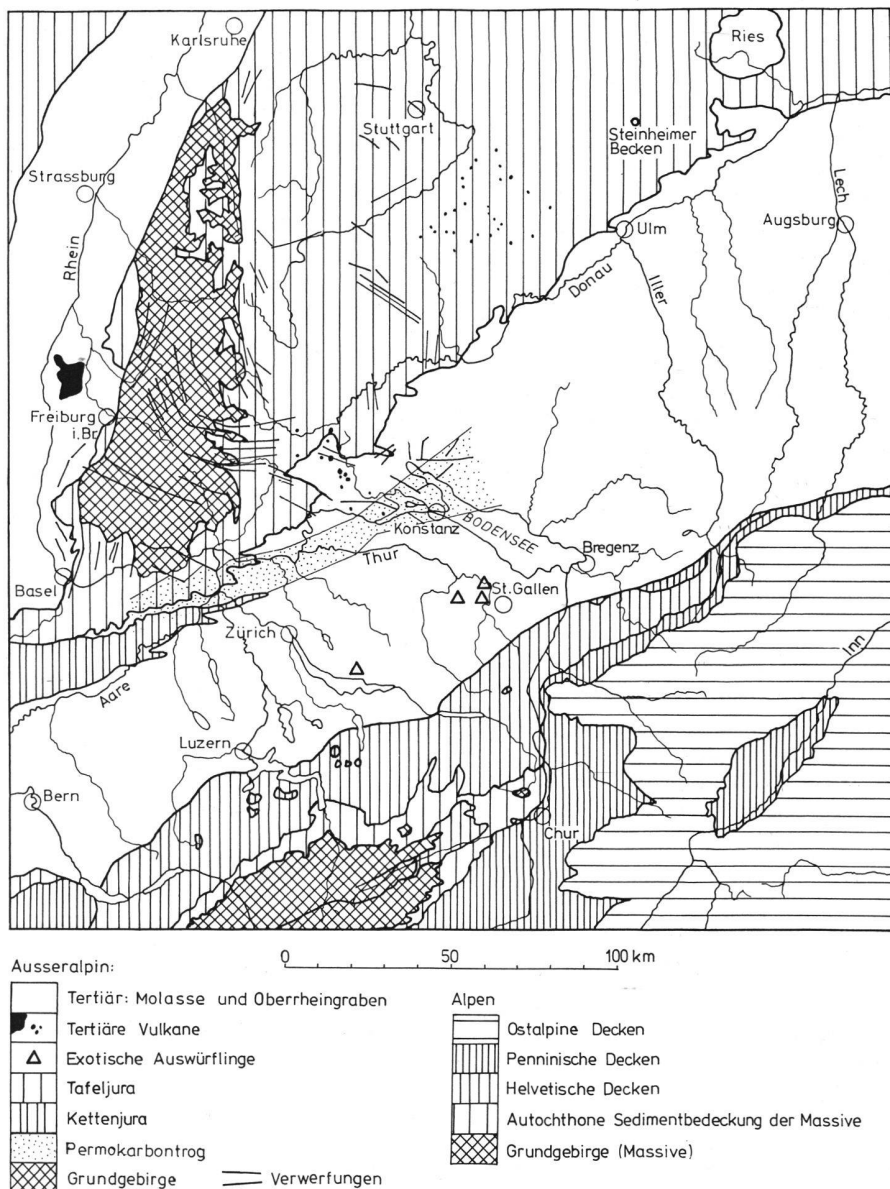


Abb. 1: Lage des Bodenseegebietes in seiner weiteren geologischen Umgebung.

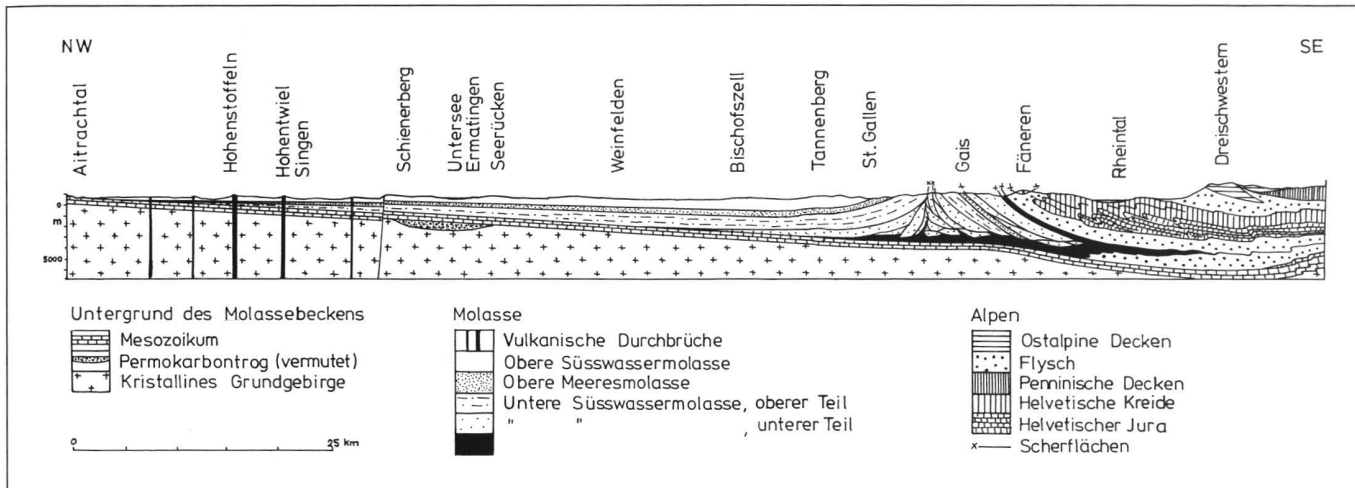


Abb. 2: Geologisches Querprofil Alpen-Hegau-Alb südwestlich parallel zum Bodensee.

Das mesozoische Deckgebirge

Die Gesteinsserien der Triaszeit

Zu Ende des Paläozoikums (Erdmittelalter) waren das variszische Gebirge völlig eingebnet und die Permokarbontröge aufgefüllt. Mit scharfer Grenze begannen ab 225 Millionen Jahren vor heute ausgesprochen schichtige Ablagerungen der Triaszeit und später der Juraformation den alten Gebirgsrumpf zu überdecken. Buntsandstein fehlt unter dem Bodenseegebiet weitgehend; die Sedimente der Muschelkalk- und der Keuperstufe sind jedoch gut vertreten und gleichartig ausgebildet wie im Wutachgebiet, wo sie entsprechend der allgemeinen Schichtneigung in Richtung auf den Schwarzwald zutage treten.

Die Schichten der Jurazeit

Während der Jurazeit war der Bodensee-raum völlig vom Meer bedeckt. Es gehörte zum nördlichen Flachmeersaum eines ausgedehnten Meeres, der Tethys, das sich zwischen dem afrikanischen Kontinent und den europäischen alten Gebirgsrümpfen dehnte, die nördlich unseres Gebietes in Form eines grossen, belgisch-rheinisch-böhmischen Insellandes aus dem Meer ragten.

Die Juraschichten zeigen unter dem Bodensee einen Übergang von der Ausbildung, wie sie im Randen und in der Alb anzutreffen ist, zu mehr alpinen Verhältnissen. Zur Zeit der Lias- und der Doggerstufe der Jurazeit (schwarzer und brauner Jura) wurden betont mergelige Schichten abgelagert, während des Malm (weisser Jura) mächtige Kalksteinserien.

In der weiter südlich gelegenen Tethys entstanden während des ganzen Erdmittelalters die Sedimentgesteine, die heute in den Alpen anzutreffen sind.

Die Kreidezeit

Zwar bestehen die prächtigen Kulissen des Säntisgebirges im Süden des Bodensees aus mächtigen, wohlausgebildeten, vor allem kalkigen Schichtgesteinen der Kreidezeit. Unter dem Bodensee, wo sie über den Jurasedimenten zu erwarten wären, fehlen sie aber völlig (siehe Abb. 2). An der Wende von der Jura- zur Kreidezeit hob sich der Meeresboden im weiteren Bodenseegebiet über den Wasserspiegel empor, und es entstand ein mitteleuropäisches Inselland, dessen Südküste ungefähr längs einer Linie Biel-Sargans verlief. Das Bodenseegebiet wurde zusammen mit jenem des heutigen Tafeljura und des nördlichen Kettenjura für rund 100 Millionen Jahre zu Festland, auf dem praktisch keine Sedimentation stattfand. Bei warmem und feuchtem Klima verkarstete die trockengelegte Jurakalksteinoberfläche, und besonders in der älteren Tertiärzeit bildeten sich Roterde-Verwitterungsböden, in denen sich gelöstes Eisen in Form von Bohnerzen ausschied, wie sie besonders vom Südranden bei Schaffhausen bekannt sind.

Die bis zu 700 m mächtigen, imposanten Kalksteinformationen des Säntisgebirges und seiner Fortsetzung im Vorarlberg entstanden als Sedimente des Kreidemeeres weit südlich des heutigen Alpenrandes. Sie wurden erst während der Alpenfaltung von ihrem Untergrund abgeschert und wohl um 100 km nach Norden geschoben (vgl. Abb. 2).

Das Tertiär und die Alpenfaltung

Die Alpenfaltung, die in mehreren Phasen vom mittleren zum jüngeren Tertiär (siehe Tabelle Abb. 3) über einen Zeitraum von rund 30 Millionen Jahren ablief, war für die Gestaltung der weiteren heutigen Bodenseelandschaft von entscheidender Bedeutung.

Der afrikanische Kontinent bewegte sich damals gegen Norden in Richtung auf die europäischen Kontinentalteile, und das alpine Meer zwischen den beiden Blöcken, die Tethys, wurde mehr und mehr zusammengedrängt. Seine Sedimente und zum Teil auch tieferliegende Grundgebirgs-Erdkrustenteile wurden abgeschert und in Form von sogenannten Decken aneinander und übereinander nach Norden geschoben. Rechnet man die Zusammenschiebung und Hebungen auf durchschnittliche jährliche Beträge um, so liegen diese jedoch nur im Millimeterbereich. Während dieser Vorgänge in der Tethys entstand innermeeres alpinen Schutt, bestehend aus Sanden, tonigen Bildungen und eckigem Schotter- und Blockmaterial, zusammengefasst unter der Bezeichnung «Flysch», der vor allem an den Gesteinsserien des Vorarlbergs (Grosses Walsertal) wesentlichen Anteil hat.

Die Molasse

Die übereinandergeschobenen alpinen Decken belasteten die darunterliegende, nachgiebige Erdkruste und drückten sie in die Tiefe. Vor dem Alpenrand entstand dadurch eine Depression, ein Vorlandtrog. Je höher die Alpen wurden, umso mehr wurden ihre Gesteinsmassen der Verwitterung und dem Abtrag ausgesetzt. Es entstanden Täler und Fluss-Systeme, die den Verwitterungsschutt in den Vorlandtrog verfrachteten und dort deponierten. Je mehr Material dort abgelagert wurde, umso grösser wurde wiederum die Belastung, und der Trog senkte sich der Sedimentation entsprechend ab, im Süden, am Alpenrand, wo das meiste Material abgelagert wurde, naturgemäss stärker als im Norden (Abb. 2).

Mitgeführtes Geröll blieb meist in Alpenrandnähe im Schuttfächerbereich der aus dem Gebirge austretenden Flüsse liegen.

Partie rédactionnelle

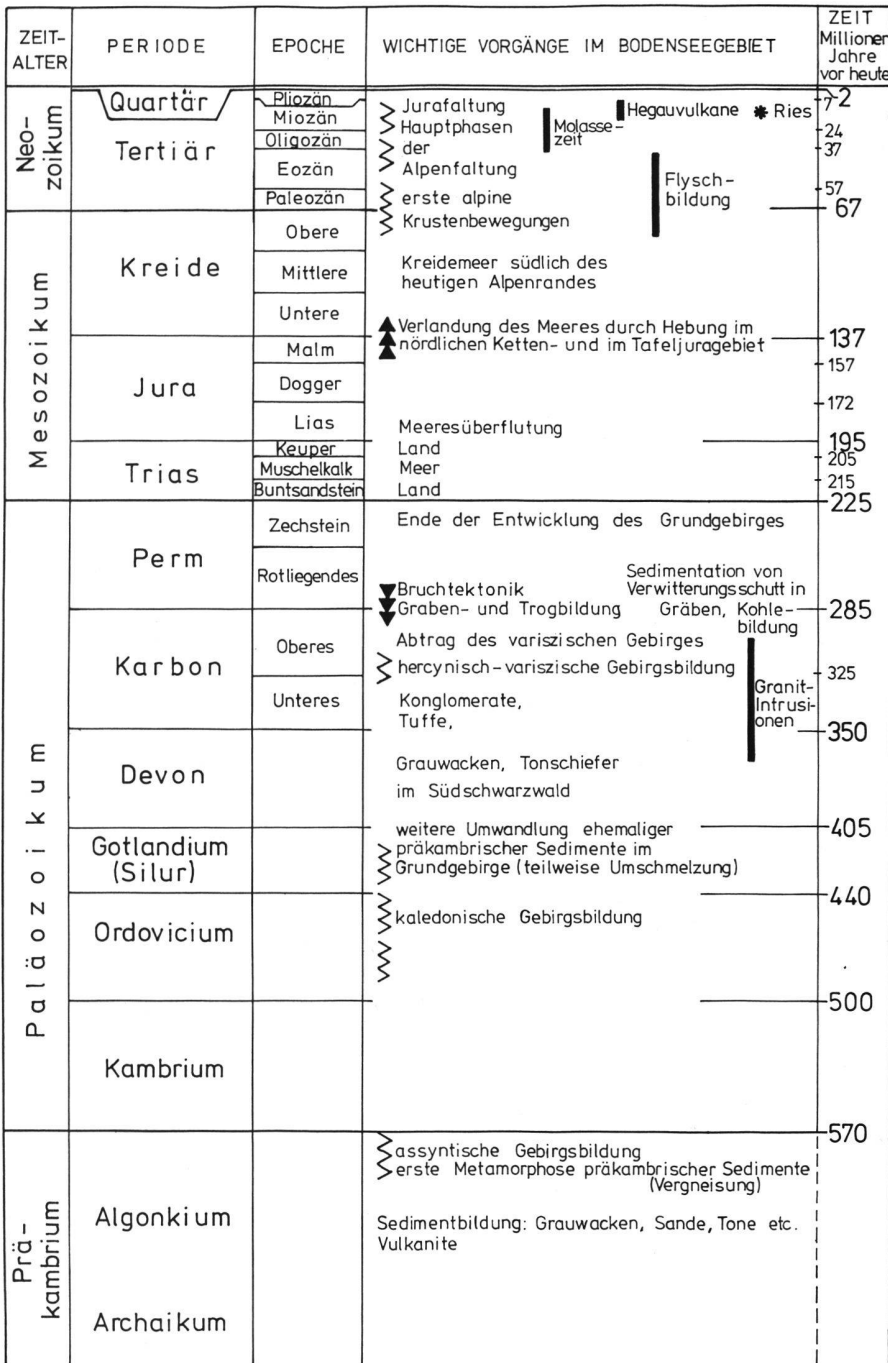


Abb. 3: Geologische Zeittabelle mit den wichtigsten, das Bodenseegebiet betreffenden Ereignissen.

Es baute sich teilweise zu kilometermächtigen Nagelfluhmassen auf. Sande wurden hingegen oft über Hunderte von Kilometern in der Längsachse des Vorlandgebietes durch Stromsysteme verfrachtet und blieben in Form von Flussbettsanden und Sandsteinen erhalten. Schlamm überschwemmte periodisch das Vorland und wurde zu Mergelschichten. Die Sedimentation verlief nicht kontinuierlich, sondern zyklisch, mit grösseren und kleineren Unterbrüchen.

Die Füllung des Vorlandtroges mit alpinem Abtragungsschutt, der zu Nagelfluhen, Sanden, Sandsteinen und Mergeln wurde,

wird gesamthaft als Molasse bezeichnet. Sie wurde in vier deutlich zu unterscheidenden Phasen abgelagert als

- Untere Meeresmolasse
- Untere Süsswassermolasse
- Obere Meeresmolasse
- Obere Süsswassermolasse.

Die *Untere Meeresmolasse* wurde zu Beginn der Alpenfaltung in einem schmalen, vor dem nördlichen Gebirgsrand noch verbleibenden Restmeer in Form von grauen, sandigen Mergeln und plattigen Sandsteinen abgelagert. Man findet sie in der subalpinen, von der Alpenfaltung noch erfass-

ten, verschuppten Molasse im Toggenburg, in der Gegend von Appenzell und im Vorarlberg.

Die *Untere Süsswassermolasse* entstand während der bedeutendsten Phase der alpinen Gebirgsbildung, die im Molassebecken durch Hebung das Meer vor den Zentralalpen völlig zum Verschwinden brachte. Sie bildete sich rein festländisch als Resultat periodischer Überschwemmungen des Molasselandes, mit grossen Geröllfächern am Austritt der Flüsse aus den Alpen, die heute in der zusammengeschobenen, sogenannten subalpinen Molasse in Form mächtiger, schiefgestellter Nagelfluhkomplexe vorliegen (Rigi, Speer, Kronberg, Gäbris, Hochgrat).

Während langer Zeit verfrachtete ein bedeutendes, nach Osten entwässerndes Fluss-System zuerst aus dem Hohronengebiet, dann aus dem Napfschuttdelta grosse Mengen an granitischen Sanden, vorwiegend aus Quarz- und Feldspatkörnern bestehend und aus alpinen Graniteinzugsgebieten stammend, in Richtung auf das östlich von München noch vorhandene Meer (Abb. 4). Granitische Sandsteine blieben in Form mächtiger Strombettfüllungen erhalten und sind noch heute geschätzte Bausteine (Steinbrüche von St. Margrethen und Teufen): aus ihnen bestehen beispielsweise die Türme der Kathedrale von St. Gallen (Renovation in den dreissiger Jahren unseres Jahrhunderts mit Teufener Stein). Am See selbst findet man Untere Süsswassermolasse nur gerade am nördlichen Überlingersee. Die *Obere Meeresmolasse* war das Ergebnis von Senkungsvorgängen, die es dem Meer erlaubten, von Südwesten (Lyon) wie von Osten (Wien-Ungarn) her das Molassebecken zu überfluten und dort einen schmalen und seichten Meeresarm zu bilden (Abb. 5). Im Bodenseegebiet entstand zu dieser Zeit die geologisch sehr bekannte Meeresmolasse von St. Gallen, die sich jenseits des Rheintals im Pfändergebiet fortsetzt und von der Alpenfaltung gerade noch erfasst und schief gestellt wurde (Neigung etwa 20° gegen Nordwest).

Die Meeresmolasse von St. Gallen besteht vorwiegend aus graublauen, feinkörnigen Plattensandsteinen, die schon im Mittelalter als Baustein geschätzt waren, in zahlreichen Steinbrüchen, vor allem am Rorschacherberg, abgebaut und im ganzen Seegebiet und bis nach Schaffhausen verwendet wurden. Heute ist noch ein grösserer Steinbruch südlich Buchen, 1,3 km östlich von Rorschach, in Betrieb. Ein fossilreicher Schiefermergelkomplex, der in der Meeresmolasse (Sitter, Goldachtobel) eingelagert ist, deutet auf zeitweilige Wattenmeerverhältnisse.

Am Überlingersee taucht die Meeresmolasse aus dem Untergrund des Bodensees Richtung Nordwest auf und ist dort durch die relativ weichen Heidenlöcher-

sandsteine vertreten; ihre grünliche Farbe verdanken sie dem kali- und eisenreichen Tonmineral Glaukonit, das sich im Meer in Form kleiner Körnchen möglicherweise durch Umwandlung von Glimmer bildete. Das Material für die Plattensandsteine und für die Überlingersandsteine wurde durch Meeresströmungen aus der Westschweiz ins Bodenseegebiet transportiert. Nördlich des Bodensees lässt sich zeitweilig ein Fluss-System nachweisen, das Grobsande aus Franken und dem nordwestlichen Böhmen ins Molassemeer zuführte. In der Gegend von Schaffhausen mündete in der Endphase der Oberen Meeresmolasse dieses Fluss-System als Trichtermündung ins Meer und lagerte die Quarzsande von Benken-Wildensbuch am Cholfirst und von Riedern-Griessen im badischen Klettgau ab, denen weiter östlich die Grimmelfinger Graupensande der Gegend von Ulm entsprechen.

Die *Obere Süswassermolasse* wurde nach einer erneuten Hebung des Molassevorlandes abgelagert. Es stellten sich wieder festländische Verhältnisse ähnlich wie zur Zeit der Unteren Süswassermolasse ein, keineswegs aber ein Süswassersee. Hauptmerkmal war ein von einer Ur-Enns und einer Ur-Salzach abstammendes Fluss-System (Abb. 6), das sich über das nördliche Bodenseegebiet und den Kettenjura in Richtung Mittelmeer verfolgen lässt. Es lieferte die hellgrauen Glimmer- oder Steinbalmensande von Meersburg, vom nördlichen Seerücken und vom Schienenberg und war während mehreren Millionen Jahren in Aktion. Von der Seite her sedimentierten alpine Geröllschuttfächer (Napf, Hörnli, Pfänder, Adelegg) Kies, Sand und Schlamm ins Molassebecken, von Norden her (Hegau) wurde Juranagelfluhmateriale geliefert. Im Bodenseegebiet verzahnen sich die Gesteine dieser seitlichen Schuttfächer randlich mit den Glimmersanden.

Noch während des Zweiten Weltkrieges wurden Glimmersande (Höri, Mammern) als Giessereisande in Singen und Schaffhausen verwendet; für die heutige Binde-mitteltechnologie sind sie nicht mehr verwendbar. Hingegen werden sie als sehr geeigneter Rohstoff für die Ziegeleiindustrie in der Gegend von Wäldi auf dem thurgauischen Seerücken abgebaut (Ziegeleien Berg, Istighofen).

In die Zeit der Oberen Süswassermolasse fällt der *Hegauvulkanismus*, der von mindestens 16,5 Millionen bis vor 7 Millionen Jahren vor heute aktiv war. Die vulkanischen Auswurfsmassen (Tuffe) wurden laufend in der Molasse einsedimentiert, bis auf eine Höhe einer Landoberfläche, die heute bei 850 m ü.M. liegt und am Ende der Molassezeit noch von den Hegau-«Basalten» (petrographisch nennt man sie heute Olivin-Nephelinite) durchstossen wurde. Die heutigen Hegauberge sind keine vulkanischen Bergformen, son-

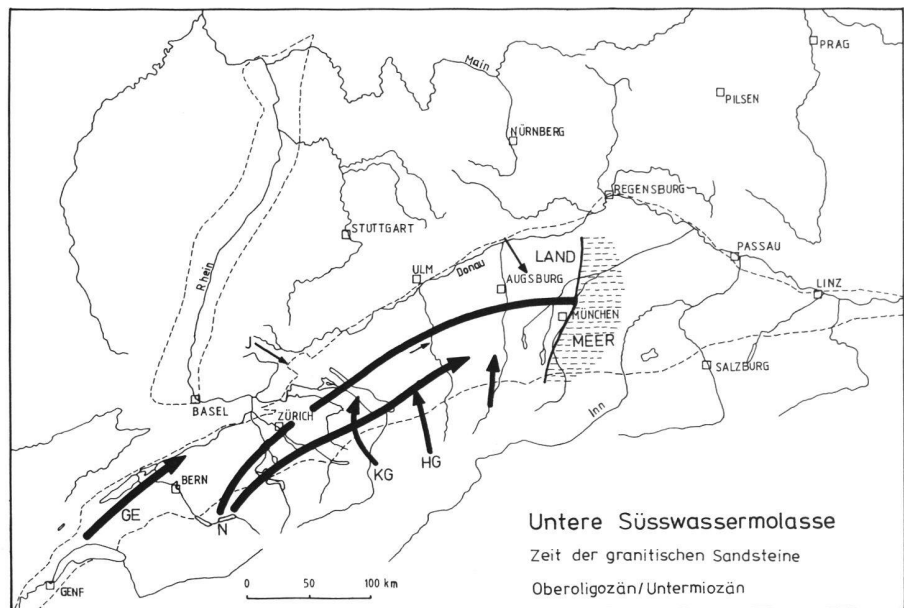


Abb. 4: Paläogeographie des Alpenvorlandes zur Zeit der Unteren Süswassermolasse. Hauptsächlich nach H. Füchtbauer.

Materialherkunft (Schüttungen): GE Genfersee, N Napf, KG Kronberg-Gäbris, HG Hochgrat, J ältere Juranagelfluh

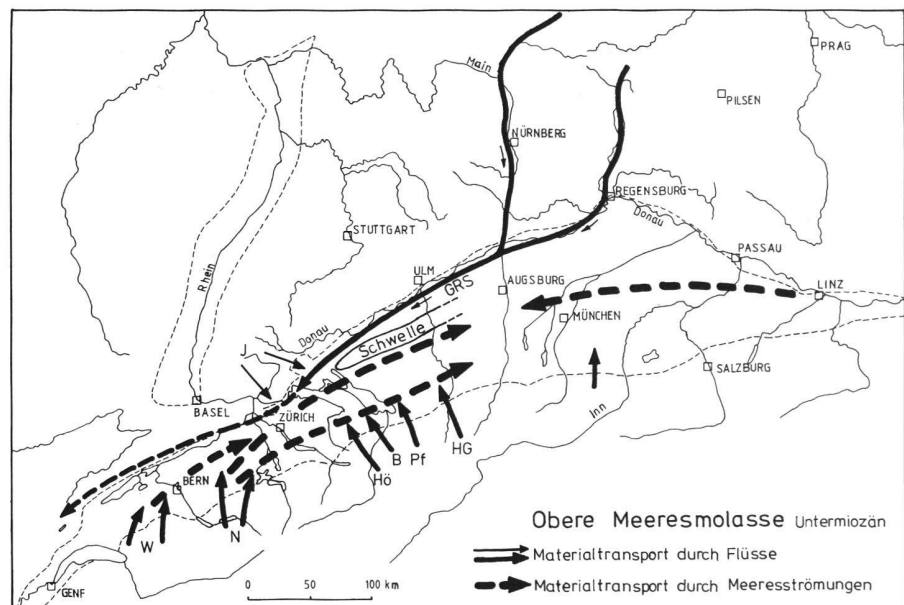


Abb. 5: Paläogeographie des Alpenvorlandes zur Zeit der Oberen Meeresmolasse. Hauptsächlich nach K. Lemcke, H. Füchtbauer, U. P. Büchi und eigenen Befunden.

Materialherkunft (Schüttungen) und Transport: W Westschweiz, N Napf, Hö Hörnli, B Bodensee-Sommersberg, Pf Pfänder, HG Hochgrat-Hauchenberg, J Juranagelfluh, GRS Grobsand-Zufuhr (Graupensande).

dern das Ergebnis der späteren Erosion, der die in der Molasse steckenden Lavagesteinspfropfen als Härtlinge widerstanden.

Die Entwicklung nach dem Ende der Molassezeit

Die Molasse-Sedimentation endete vor etwa 10 Millionen Jahren mit einer Hebung des Landes vor den Zentralalpen und auch des Schwarzwaldes um mehrere

hundert Meter. Die Ebene des aufgefüllten Molassebeckens kam im Bodenseegebiet auf 850 bis 900 m zu liegen. Dies bewirkte, dass an die Stelle der Sedimentation auch im Alpenvorland Erosion und Durchtalung traten, die bis heute anhalten. Kurzfristig existierte ein Aare-Donau-System, aber noch kein Bodensee-Rheintal im heutigen Sinne, was hochgelegene, jungmiozäne Schotter aus dem Vorarlberg auf dem Tannenberg nordwestlich von St. Gallen beweisen.

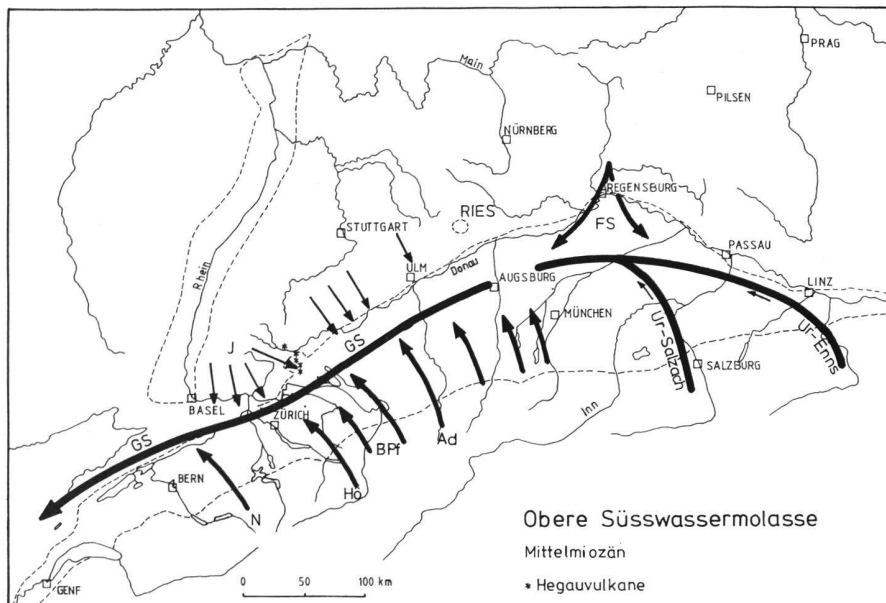


Abb. 6: Paläogeographie des Alpenvorlandes zur Zeit der Oberen Süsswassermolasse. Hauptsächlich nach K. Lemcke, H. Füchtbauer und eigenen Befunden. Materialherkunft (Schüttungen) und Transport: N Napf, Hö Hörnli, BPf Bodenseepfänder, Ad Adelegg, J Juranagelfluh, FS Feldspatsande, GS Glimmersand-Stromsystem.

Der Hebung folgte die Faltung des Kettenjura, die die Aare von der Donau abtrennte. Gleichzeitig wurden die nördlichen (helvetischen) alpinen Schubmassen, insbesondere die Kreidedecke des Säntisgebirges mit ihrer Fortsetzung in Vorarlberg, in die heutige Position geschoben, verschuppt und verfaultet. Von den gewaltigen Bewegungskräften wurden auch die mehrere Kilometer mächtigen, südlichen Molassegesteinskomplexe erfasst,

zusammengeschoben, zerbrochen und in Schuppen schräg gestellt (Abb. 2). Das Südostende des Bodensees reicht gerade noch an den aufgerichteten Südrand der flachliegenden Molasse.

Zu dieser Zeit akzentuierten sich auch die teilweise schon früher angelegten Bruchsysteme, insbesondere ein solches, das von Freiburg i.Br. her quer durch den Schwarzwald und als Randenerverfugung und längs des Nordabfalls des Schiener-

bergs zum Bodensee verläuft (Abb. 1). Bemerkenswerterweise liegt die Längsachse des Bodensees in der Richtung dieser Bruchsysteme, und nicht etwa in der geradlinigen nördlichen Fortsetzung des Bodensee-Rheintals. Dieses wurde allerdings zur Zeit des Zusammenschubs der helvetischen Decken und der subalpinen Molasse wenigstens teilweise tektonisch angelegt. Dies ist erkennbar an der Depression der Kreidedecken im Rheintalquerschnitt zwischen Alpstein und Vorarlberger Alpen. Die Kreideschichten des Säntisgebirges sind vom Hohen Kasten zum Rheintal an zahlreichen Verwerfungen um rund 1300 Meter tiefer versetzt und steigen im Vorarlberg wieder auf.

Im Gebiet des unteren Bodenseerheintals, im Bereich der subalpinen Molasse, sind solche Versetzungen weniger offensichtlich, aber wohl auch vorhanden. Sie wiesen dem nun entstehenden Alpenrheinsystem den Weg. Es muss sich schon früh über die heutige Bodenseeachse zum Aare-System gewandt haben. Die spätpliozänen, ins Eiszeitalter überleitenden Phasen der Entwicklung des Bodenseerheins sind aber erst äusserst lückenhaft bekannt.

Der Bodensee und seine Richtung wurden zweifellos tektonisch vorgezeichnet; er ist aber nicht das Ergebnis eines Grabenbruchs, sondern hauptsächlich jenes der eiszeitlichen Erosion.

Adresse des Verfassers:

Dr. Franz Hofmann, Geologe
Rosenbergstrasse 103
CH-8212 Neuhausen am Rheinfall

Die eiszeitliche Reliefentwicklung im Bodenseeraum

E. Krayss, O. Keller

Im Bodenseeraum bewirkten die eiszeitlichen Vorlandvergletscherungen die Umlenkung des Alpenrheins von der Donau zur Aare, was eine beträchtliche Umgestaltung des Reliefs zur Folge hatte. Die heutigen Reliefformen spiegeln vor allem die Geschichte der letzten Vorlandvereisung (Würm).

Dans la région du Lac de Constance les glaciations pléistocènes ont fait tourner le Alpenrhein de la Danube à l'Aare, ce qui avait pour conséquence une transformation considérable du relief. Les formes de relief actuelles reflètent avant tout les procès pendant la dernière glaciation (wurmienn).

1. Der Kampf um die Wasserscheide

Zu Beginn des Quartärs vor rund 2 Millionen Jahren mag das Landschaftsbild des Bodenseeraums viel Ähnlichkeit mit den heutigen Landformen der östlich angrenzenden Schwäbisch-Bayerischen Hochebene aufgewiesen haben. Die kontinentale Wasserscheide zwischen dem Donaugebiet und dem Aaresystem verlief damals vermutlich von den Glarner Alpen über das Hörnli-Bergland und den Randen zum Schwarzwald (Abb. 1). Alpenrhein und Inn bildeten die mächtigsten Zuflüsse der Donau, die das Alpenvorland-Becken ostwärts 2800 km weit zum Schwarzen Meer entwässerte. Einen um mehr als die Hälfte kürzeren Weg zum Meeresspiegel fand