

Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 62 (1969)
Heft: 2

Artikel: Zur Sedimentologie der Sandfraktion im Pleistozän des schweizerischen Mittellandes
Autor: Gasser, Urs / Nabholz, Walter
Kapitel: Resultate der Schwermineralanalyse
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-163708>

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: 17.02.2025

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

Resultate der Schwermineralanalyse

Als Grundlage unserer Betrachtungen sollen die Karten B, C und D der Tafel I sowie Tabelle 1 dienen.

Um das Verständnis für die etwas ungewohnte Darstellungsweise zu erleichtern, seien kurz die Arbeitsstationen rekapituliert, die uns zu dieser Darstellung bewogen haben: Schon früh sahen wir uns in unserer Hoffnung getäuscht, die einzelnen Gletschereinzugsgebiete würden sich in ihrer Schwermineralvergesellschaftung grundsätzlich unterscheiden. Alle untersuchten Sandproben der Gletscherareale lassen sich grob als hornblendereiche Granat-Epidot-Apatit-Assoziation kennzeichnen. Als höchst interessant erwiesen sich die gegenseitigen Mengenverhältnisse dieser Hauptminerale in bezug auf ihre geographische Lage.

Das eindrucklichste Beispiel bilden die Ablagerungen des Rhonegletschers im Bereich des Gletscheraustrittes ins Mittelland am oberen Genfersee (vgl. Tab. 1): Der Epidot als Hauptmineral inneralpiner Pleistozänablagerungen beherrscht bis in die Gegend östlich von Vevey das Bild. Im Gebiet des Mt. Pélerin tritt sein Anteil am Spektrum plötzlich fast ganz zurück, um dann in nordwestlicher Richtung gegen das Plateau hin wieder anzusteigen. Dieselbe Zunahme der Epidotgehalte von praktisch 0% am Alpennordrand auf z. T. über 90% im Mittelland lassen sich auch bei den Austrittsstellen des Saane-, Aare-, Sihl-, Linth- und Rheingletschers ins Alpenvorland beobachten. (Beim Reussgletscher ist die alpennahe Proben-dichte zu gering; vgl. Tafel I, Karte D.) Der epidotfreie Streifen in den Pleistozänablagerungen entlang des Alpennordrandes erinnert dermassen an die Schwermineralführung der Molassegesteine, dass wir uns entschlossen, alle verfügbaren und nach unserer Methodik eruierten Schwermineraldaten der Molasse-Literatur synoptisch darzustellen und mit unseren Pleistozändaten zu vergleichen.

Auf der Karte C der Tafel I wurden die Linien gleichen Epidotgehaltes der Molassesandsteine interpoliert. Die Darstellung hängt natürlich sehr von der Proben-dichte ab, welche durch die in der Literatur bearbeiteten Gebiete gegeben und sehr unterschiedlich ist¹⁾. Demnach hat die Karte nur rein schematischen Wert, doch charakterisiert sie die bisherigen Kenntnisse der Epidotverteilung in der Molasse recht treffend. Epidotfreie Molasseschichten finden sich nach den gesichteten und in der «Literaturliste für die Molasseproben» zusammengestellten Publikationen

- in der aufgeschuppten und gefalteten, stampischen bis (?) frühaquitane Molasse entlang des Alpennordrandes;
- in den ebenfalls stampischen Molassegesteinen entlang des Jurasüdfusses;
- in den Glimmersanden der Oberen Süsswassermolasse der Nord- und Nordostschweiz;
- in der Oberen Süsswassermolasse des südwestlichen Bodenseegebietes (Bodenseeschüttung nach HOFMANN, 1957, S. 306).

¹⁾ Die verwerteten Lokalitäten aus der Literatur sind in der Karte A der Tafel I eingetragen. Die beigefügten Buchstabenindizes beziehen sich auf die Publikationen und sind auch in der hintenstehenden «Literaturliste für die Molasseproben» aufgeführt. Sie erlauben so leicht das Auffinden der betreffenden Literatur.

Diese vier Areale zeichnen sich auf der Karte C eindeutig ab. Alle übrigen Molasseablagerungen – vom tieferen (?) Aquitan an aufwärts – weisen eine starke Epidotvormacht auf. Dies gilt vor allem für den Hörnlischuttfächer, dann auch für den hier nicht berücksichtigten Napfschuttfächer und die Gebiete des bernischen Mittellandes. Die Raffung der Konzentrationskurven im Thunerseegebiet ist auf den als stampisch geltenden, kristallinreichen Blumenschuttfächer zurückzuführen, dessen Sandmaterial Epidotvormacht zeigt. Diese Aussagen beruhen allerdings nur auf wenigen Stichproben. Eine eingehende sedimentpetrographische Untersuchung dieses Gebietes steht noch aus.

Die Karte D (Tafel I) zeigt nun die nach gleichen Kriterien gezeichnete Epidotverteilung in der pleistozänen Sandfraktion. Die Übereinstimmung mit dem Molasseuntergrund ist frappant. Obschon wegen der beschränkten Probenzahl etwas rudimentär, lassen sich deutlich die oben beschriebenen epidotarmen Areale wiedererkennen:

- Der Streifen entlang des Alpennordrandes, unterbrochen durch die Epidotausstrahlung im Bereich der Blumenschuppe.
- Allerdings nur schwach ausgeprägt, die subjurassische Zone im Gebiet von Solothurn.
- Das Ablagerungsgebiet über den Glimmersanden in der Nord- und Nordostschweiz.
- Andeutungsweise die Bodenseeschüttung im Gebiet von Konstanz.

Andererseits bilden die Gebiete des Hörnli, des östlichen Napfs und des westlichen Mittellandes – wie in der darunterliegenden Molasse – Zentren der Epidotvormacht. Besonders interessant sind in diesem Zusammenhang auch die frischen Epidote der Pleistozänproben im weitem Bereich des Napfschuttfächers. Für F. HOFMANN (1957, S. 9) sind nämlich gerade die unverwitterten Epidote für die Molasse dieser Gegend typisch.

Dem Vorwurf der Überinterpretation kann entgegengehalten werden, dass die Übereinstimmung der Schwermineralspektren der Pleistozänablagerungen mit der darunterliegenden Molasse durchaus nicht nur auf den Epidot beschränkt ist. Sie ist hier der extremen Gehaltsunterschiede wegen nur am augenfälligsten. Ganz eindeutig zeigen sich die Parallelen zur Molasse auch in folgenden Punkten (vgl. Tab. 1):

- im erhöhten Staurolithgehalt der Pleistozänproben im Bereich der tertiären Bodenseeschüttung (vgl. HOFMANN, 1957, S. 306);
- im sehr hohen Granatgehalt – begleitet von Staurolith und Disthen – über der nordostschweizerischen Glimmersandrinne (vgl. HOFMANN, 1960);
- in der Spinellführung des Pleistozäns über dem subalpinen Stampien (vgl. GASSER, 1968, S. 293), was für den Bereich des Sihlgletschers besonders schön zutrifft.

Bei unseren bisherigen Betrachtungen – ebenso bei der Anfertigung der Karten C und D der Tafel I – wurde bewusst eine Gruppe von Mineralen, die einen wichtigen Anteil der pleistozänen Schwermineralspektren ausmachen, ausgeklammert, nämlich die Hornblenden und sehr untergeordnet die Pyroxene²⁾. So sicher der Epidot der Pleistozänproben aus der Molasse stammen muss – dies beweist die epidotfreie

²⁾ Wird im folgenden von Hornblendekonzentrationen gesprochen, versteht sich der geringe Anteil an Pyroxenen immer miteingeschlossen.

Schranke entlang des Alpennordrandes –, so eindeutig gelangten die Hornblende und der Pyroxen mit den Gletschern ins Mittelland hinaus, denn die Molassesedimente führen nur sehr untergeordnet Hornblende und praktisch keinen Pyroxen. Damit liefert uns die Hornblende ein geeignetes Mittel, die Ausstrahlung des inneralpinen Sandmaterials im Pleistozän des Mittellandes zu studieren. In der Karte B der Tafel I sind die Linien gleicher Hornblendekonzentrationen in der schon bekannten Weise dargestellt. Die Austrittsstellen der Gletscher ins Mittelland zeichnen sich durch hohe Hornblendegehalte aus, die dann in der allgemeinen Fließrichtung des Eisstromes sehr rasch abnehmen. Deutlich ausgeprägt ist dieses Phänomen beim Rhone-, Aare- und Reussgletscher.

Etwas komplexer sind die Verhältnisse im Bereich des Rheingletschers: hier halten die hohen Hornblendewerte bis weit ins Vorland an. Der Grund dafür bleibt fraglich. Das Argument eines grösseren kristallinen Liefergebietes mag im Vergleich mit den aus dem Helvetikum stammenden Gletschern stimmen, nicht aber für den Rhonegletscher, dessen Liefergebiet zur Hälfte kristallin ist. – Möglich ist auch, dass die absolute Grösse des Einzugsgebietes – der Rheingletscher hatte weitaus das grösste (vgl. S. 482) – eine Rolle spielt. Leider sind Untersuchungen an entsprechenden rezenten Flußsanden nur am Rhein (MÜLLER, G. und HAHN, C., 1964; HAHN, C., 1969) durchgeführt worden, so dass auch auf diese Weise keine vergleichenden Rückschlüsse möglich sind. Die rezenten Hornblendegehalte des Alpenrheins sind nach den obigen Autoren (1964, S. 374) nie höher als 25% des gesamten Schwermineralspektrums. – Eine andere Deutungsmöglichkeit wäre in der leichten Spaltbarkeit der Hornblenden gegeben. Bei fortschreitendem Transport zerteilen sich die Hornblenden immer mehr, so dass sie ihren Kornzahlprozentgehalt trotz entgegenwirkenden Faktoren bis weit ins Vorland hinaus beibehalten konnten. Dies würde allerdings für den Rheingletscher bedingen, dass er eine von den andern Gletschern verschiedene Hornblendezusammensetzung führt, oder dass er etwas anders geartete Transporteigenschaften besass. – Eine letzte Deutungsmöglichkeit, die uns plausibel erscheint, beruht auf folgender Überlegung: Nur im Einzugsgebiet des Rheingletschers – und nirgends weiter westlich – kommt Silvrettakristallin vor, das umfangreiche Amphibolitkomplexe enthält. Diese Amphibolitkomplexe, die potentielle Hornblendelieferanten sind, bedecken im Einzugsgebiet des Rheins eine grössere Fläche als die penninischen Ophiolithe oder andere Gesteinskomplexe, die man als potentielle Hornblendelieferanten bezeichnen könnte. Gegen den Rhein zu wird das Silvrettakristallin mit seinen Amphiboliten und anderen basischen Gesteinen vorwiegend durch das Talsystem der Ill entwässert, die erst bei Feldkirch, d. h. wenig südlich des Bodensees in den Rhein mündet. Die Ill führt heute in ihrem Oberlauf unter den Schwermineralen – ohne Berücksichtigung von Granat und Apatit – etwa 50 Korn-% Hornblende, an ihrer Mündung in den Rhein noch über 35% (vgl. HAHN, 1969, Fig. 17, S. 271; die aus den Figuren HAHN herauslesbaren Werte haben wir auf das in der vorliegenden Arbeit angewandte System, bei dem der Granat gesondert von den übrigen Schwermineralen gezählt wird, transformiert). Der Hornblendegehalt des heutigen Rheins springt bei der Mündung der Ill von weniger als 10 Korn-% der Schwerminerale auf über 20% hinauf (op. cit. Fig. 14, S. 269). Im Pleistozän müssen wir entsprechende Verhältnisse annehmen, was die hohen Hornblendewerte im Rheingletschergebiet bis weit ins Mittelland hinaus erklären könnte.

Klar prägt sich dagegen die hornblendefreie Hörnli- und östliche Napfmasse sowie der westschweizerische Molasseuntergrund durch. Ob der leichte Hornblendeanstieg mit wesentlichem Anteil an Alkalihornblende am Jurafuss auf Molasseeinfluss zurückzuführen ist – hier sind wir im Bereich der oligozänen Glaukophanschüttung (FÜCHTBAUER, 1964, S. 201) –, oder ob es sich um pleistozän zugeführte Hornblende aus den Alpen handelt, kann nicht entschieden werden.

Undiskutiert blieb bislang auch die Gruppe der Granate. Die Gehalte sind besonders in der Molasse derart unterschiedlich, dass ihnen bei der gegebenen Probedichte überhaupt keine Aussagekraft zukommt. Sie wurden ja auch, wie es sich bei Schwermineraluntersuchungen im Alpenvorland ausgespielt hat, für sich gezählt und auf die Summe der nicht opaken Schwerminerale umgerechnet. Zu erwähnen bliebe die generell niedrigere Granatführung der Pleistozänablagerungen, verglichen mit dem Molasseuntergrund.

Zusammenfassend stellen wir folgendes fest: Die Schwermineralführung des Molasseuntergrundes paust sich mit erstaunlicher Genauigkeit auf die pleistozänen Gletscherablagerungen durch. Einzig die Hornblende und der wenig häufige Pyroxen sind neue Elemente im Schwermineralspektrum, die nur durch pleistozäne Vorgänge ins Mittelland gelangen konnten.

Wir halten uns an dieser Stelle bewusst an die nur deskriptive Schilderung der gefundenen Tatbestände, um dann im letzten Kapitel, den «Schlussfolgerungen», den möglichen Mechanismus, der zum beschriebenen Zustand führte, zu diskutieren. Zunächst interessiert aber die Frage, ob auch in den Hauptgemengteilen der pleistozänen Sande – den Leichtmineralen und den Karbonaten – eine solche Durchpausung des Molasseuntergrundes zu beobachten ist.

Resultate der Leichtmineralanalyse

Sinnvoll ist ein Vergleich der Hauptgemengteile der Pleistozänsande mit den Sandsteinen des Molasseuntergrundes erst dann, wenn eine deutliche sedimentpetrographische Gliederung des letzteren gegeben ist. Durch das schwache Axialgefälle des gesamten Molassebeckens nach E werden sedimentpetrographische Unterschiede des stratigraphischen Molasseprofils auf die Fläche übertragen: in der Westschweiz besteht der Molasseuntergrund vorwiegend aus Oligozän und älterem Miozän, und gegen E lagern sich die jüngeren Molassestufen dachziegelartig auf die älteren im W. Am besten lassen sich die sedimentpetrographischen Gegebenheiten am Feldspatgehalt darlegen. Die Figur 1 zeigt – der wenigen verfügbaren Daten wegen stark schematisiert – die Konzentrationen des Feldspats in der Molasse: Das feldspatreichste Glied der Molassegesteine ist die Granitische Molasse des «Aquitans». So lassen sich die hohen Feldspatwerte auf Figur 1 auch direkt mit dem Auftreten von Granitischer Molasse in Verbindung bringen. Zusammenhängende Gebiete Granitischer Molasse finden sich

- im Plateau suisse (auf Fig. 1 unterbelegt), im bernischen Seeland und in einem Streifen, der dem Unterlauf der Aare im S folgt;
- in der subalpinen Zone, die sich von der westlichen Thunerseegegend bis zum Bodensee hinzieht.