

**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:** Schlussfolgerungen  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-163708>

#### 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:** 08.08.2025

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

da der feinere Bereich ( $< 0,02$  mm) einer schon feinen Probe per definitionem zum Schlämmstoff geschlagen wird.

In Figur 6 sind die Sortierungskoeffizienten in Beziehung zur mittleren Korngrösse aufgetragen. Wie erwartet fällt der Grossteil der Moränensande in die schlechten bis sehr schlechten Sortierungsgrade. Die schlecht sortierten Riss-Würm-Interglazialbildungen, die wieder aus dem Rahmen fallen, sind lakustre Sedimente. Die schlechte Sortierung kam dadurch zustande, dass bei der Probenahme mehrere ganz unterschiedliche physikalische Einheiten mitaufgesammelt wurden. Der Hauptschwarm der Punkte – überwiegend Schottersande – liegt im Sortierungsfeld «sehr gut» bis «mittelmässig» mit dem Schwerpunkt bei «gut». Die Korngrösse hat auf die Sortierung in diesem Fall keinen Einfluss. Es verwundert, dass fluvioglaziale Bildungen einen doch so guten Sortierungsgrad erreichen können und noch mehr, dass unverschwemmte Moränensande vereinzelt bis sehr gut sortiert sind. Da die Sortierungsgrade der Molassesande genau im Bereich «sehr gut» bis «mittelmässig» liegen, bietet sich der Schluss an, nicht die fluvioglazialen Kräfte hätten den Sanden zur guten Sortierung verholfen, sondern diese hätten bereits gut sortiert als Bestandteil der Molasse vorgelegen. Damit würde auch die Siebanalyse einen weiten Hinweis zu unserer These liefern, die Pleistozänbedeckung sei ein Abbild der unmittelbar unterliegenden Molasse. Leider sind Resultate der Siebanalysen von soviel unkontrollierbaren Faktoren beeinflusst, dass dieser Schluss sehr gut den wahren Gegebenheiten entsprechen kann, aber nicht muss: Wohl erhält FRIEDMANN (1962, S. 750) in seiner Arbeit über die Milieubedingtheit der Sortierung für fluvioglaziale Sande extrem schlechte Sortierungskoeffizienten. HAHN (1969, S. 243) findet für die fluviatile Sande des rezenten Rheineinzugsgebietes zu 90 % mässige bis schlechte Sortierung. Andererseits gibt GEES (1965, S. 213) für Sande aus den inneralpinen Oberläufen einiger Schweizer Flüsse durchwegs Werte an, die sich mit denen der Schottersande in unserem Diagramm decken. Einige Zehner von Kilometern Flusstransport müssten u.U. – aus den Daten von GEES zu schliessen – schon genügen, um einen Sand gut zu sortieren. Ob solche fluviatile Transportbedingungen bei der Bildung der vorliegenden pleistozänen Schotterfelder realisiert waren, ist heute noch eine umstrittene Frage (vgl. z.B. JAYET, 1966).

Zusammenfassend ist festzustellen, dass uns die Siebanalyse nur bedingt weitere Argumente liefert für unsere These der strengen Abhängigkeit der Pleistozänsande vom Molasseuntergrund. Dagegen konnten einige unterschiedliche Eigenschaften innerhalb der Pleistozänproben aufgezeigt werden. Dabei ist die Information, dass grössere Schwermineralanreicherungen ausschliesslich auf Schottersande, d.h. auf «durchwässerte» Proben beschränkt sind, die interessanteste.

### Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der Schwer- und Leichtmineralanalysen sowie der Karbonatbestimmungen lassen kaum Zweifel an der Richtigkeit unserer These, die – nochmals kurz wiederholt – lautet:

Die Pleistozänsande, unabhängig von ihrem Alter und unabhängig von ihrer Zugehörigkeit zu einer bestimmten geologischen Formation, spiegeln in ihrer Sedimentpetrographie den ihnen unmittelbar unterliegenden Molasseuntergrund wider.

Diese rein deskriptive Feststellung hat natürlich folgende wichtige genetische Konsequenz:

*Das pleistozäne Sandmaterial im schweizerischen Mittelland ist hauptsächlich an Ort und Stelle vom Gletscher aufgearbeitete Molasse und hat nach seiner Aufarbeitung nur noch einen unwesentlichen Transport in der Größenordnung von höchstens wenigen Kilometern erfahren. Nicht berücksichtigt ist in dieser Aussage jener Anteil, der als Flussfracht direkt in die Seen, bzw. über die Landesgrenzen hinaus gelangt ist.*

Unsere Aussage beschränkt sich wohlverstanden auf die Sandfraktion. Wie die hier anschliessende Arbeit von T. PETERS zeigt, lassen sich die Verhältnisse ohne weiteres auf die pleistozäne Tonfraktion übertragen. Was die Geröllfraktion anbelangt, meldet J. P. PORTMANN (1956 b:33) für Moränengerölle der Größenklasse 2–10 cm im Bereich des Neuenburger Juras ebenfalls sehr hohe Werte (ca. 70%) an autochtonem, jurassischem Material. Im Molassebecken dagegen besteht die Schotterfraktion praktisch aus rein alpinen Gesteinen. Dies führt zu der zunächst etwas paradox anmutenden Feststellung, dass Ton- und Sandanteil der Pleistozänablagerungen überwiegend aus dem lokalen Untergrund aufgearbeitet, während die Schotter aus den Alpen, bzw. aus den alpennahen Nagelfluhschuttflächen der Molasse herangetragen wurden. Verständlicher wird dieses Phänomen mit der Überlegung von der Verfügbarkeit des Materials: Natürlich werden aus den Alpen nicht nur Psephite heraustransportiert, die durch anschliessenden Flusstransport zu Geröllen geformt werden, sondern auch Sand und Ton. Nur stehen dem Gletscher und dem zugehörigen fliessenden Wasser, dem im Gletschernährgebiet keine sehr grosse Rolle zukommt, unverhältnismässig mehr Gesteinsbruchstücke in der Psephitfraktion zur Verfügung als Sand und Ton. Denn die in den Alpen stark verbreiteten Hartgesteine werden viel eher in der Psephit- als in der Sandfraktion anfallen. Man denke dabei auch an die im Pleistozän des Mittellandes weit verbreiteten erratischen Blöcke. Sandige Gesteinskoplexe, die leicht verwittern, sind demgegenüber in den Alpen eine grosse Seltenheit. Hinzu kommt, dass die leicht erodierbaren Mergel des Helvetikums und die Tonschiefer des Penninikums wesentlich mehr Pelit- als Sandfraktion liefern. (Absolut gesehen wird natürlich von einem Gletscher mit grossem Einzugsgebiet mehr alpiner Sand ins Mittelland befördert als von einem mit kleinem alpinem Einzugsgebiet.)

Genau umgekehrt liegen die Verhältnisse in der Molasse. Gerölle aus den Mergeln der Molasse gibt es kaum, aus den Sandsteinen nur in sehr untergeordneter Menge, da diese sehr wenig widerstandsfähig sind und sofort zu Sand desintegrieren. Allein die Nagelfluhablagerungen können im Molassebecken Gerölle liefern. Nur lassen sich diese zweitzklichen Gerölle, die ja ursprünglich auch aus den Alpen stammen, nur in speziellen Fällen von den erstzykligen, pleistozänen unterscheiden. So werden also im Molassebecken wenig Gerölle, mehr Ton und sehr viel Sand anfallen. Herrschen an einer gegebenen Stelle im Pleistozän des Mittellandes physikalische Bedingungen, die – wie sie im einzelnen auch geartet sein mögen – gerade zur Schüttung von Schottern führen, werden sich nur Schotter ablagern können, die zur Verfügung stehen, nämlich alpine. Sind dagegen die physikalischen Bedingungen zur Sandsedimentation gegeben, wird es Molassesand sein, der sich ablagent. Der wohl vorhandene

































Tabelle 1

Proben-Nr.	Koordinaten	Formation und Alter	Siebanalyse						Schwerminerale ohne Granat in TiO <sub>2</sub> -Gruppe								
			n = nicht entkalkt	Medianwert mm	Quartil 1: 25 %	Quartil 3: 75 %	Sortierungskoeffizient	Schlammstoffsanteil < 0,02 mm in %	Granat	Epidot	Apatit	Turmalin	Spinell	Zirkon	Rutil	Brookit	Anatas
264	752980/260980	Sch W	n	0,145	0,105	0,195	1,36	9,3T	28	43	16	2	0	2	0	0	0
266	732950/250900	vM W	n	0,246	0,178	0,345	1,39	15,4	51	70	1	3	1	4	2	0	0
267	736380/255450	vM W							26	33	9	2	0	5	1	0	0
268	730350/259980	vM W	n	0,295	0,182	0,410	1,50	8,9	15	51	6	2	0	1	1	0	0
269	724850/260620	vM W							26	83	5	0	0	4	0	0	1
270	722350/253050	vM W	n	0,295	0,217	0,410	1,37	5,8	30	55	6	4	1	5	1	0	0
271	716200/258360	vM W	n	0,082	0,049	0,163	1,82	19,4	28	42	3	2	0	1	1	0	0
272	710000/261850	Sch W	n	0,117	0,082	0,160	1,40	9,2	27	35	8	0	0	1	3	0	0
255	686650/282850	Sch W	n	0,236	0,185	0,299	1,27	6,2	295	22	15	1	0	3	4	0	0

im Jurainnern

pleistozäne alpine Sand nimmt in der Masse des Molassesandes einen so geringen Anteil ein, dass er darin zur Bedeutungslosigkeit verurteilt ist. Bei Tonablagerungen wird sich das Verhältnis um so mehr zugunsten des Molassetons verschieben, je weiter diese vom Alpenrand entfernt sind (vgl. anschliessende Arbeit von T. PETERS). Der Vorgang wird von F. J. PETTIJOHN (1957, S. 565ff.) als «progressiv dilution», als fortschreitende Verdünnung des Ursprungsmaterials bezeichnet. Diese Verdünnung ist in der pleistozänen Sandfraktion auf das eindrücklichste verwirklicht. Sie ist aber nur möglich, wenn immer neues Material zum alten hinzugefügt wird. Und damit kommen wir zu einem Hauptresultat unserer Untersuchung:

*Die pleistozänen Sandablagerungen des Mittellandes liefern ein genaues Mass für die erosive Wirkung der Gletscher in den weichen Molassegesteinen<sup>4)</sup>. Da bis anhin sicher nicht der überwiegende Teil der Pleistozänsande als Molassesand angesehen wurde, hat man die Erosionskraft der Gletscher über der Molasse entsprechend stark unterschätzt.*

Mit den bisherigen Ausführungen ist wohl gezeigt, wie intensiv die Gletschererosion über dem Molasseuntergrund gewesen sein muss. Über die Art dieser Erosion ist noch nichts ausgesagt. Das Vorhandensein von Schichtung und oft sehr schöner Schrägschichtung deutet auf starke Wassereinwirkung. Man würde deshalb ohne wei-

<sup>4)</sup> Natürlich wurden von den späteren Eiszeiten neben Molassematerial je nach Örtlichkeit auch Ablagerungen der jeweils früheren Eiszeiten mitaufgearbeitet. Da aber auch der Sand dieser früheren Ablagerungen unmittelbar aus dem Molasseuntergrund stammt, müssen die Aufarbeitungsprozesse in allen Eiszeiten gleich gewesen sein. Das Pleistozän dürfte deshalb unter diesem Aspekt als Einheit betrachtet werden.

	Staurolith / Titanit	Baryt	Monazit	Chloritoid	Hornblende	Übrige Schwerminerale	Total-Kornzahl	Gewichtsprozent	Leichtminerale in Kornzahl %				Karbonat				
									dunkel	undulös	Feldspat	Gesteinsbruchstücke inkl. Chert	Glimmer	Calcit in Gewichts %	Dolomit in Gewichts %	Gesamt-Carbonat in Gewichts %	Calcit-Dolomit- Verhältnis
2	5	0	0	1	29		100	0,7	27	32	31	10	0	19,2	6,4	25,6	3,0
2	4	0	1	0	11	1 P	100	0,8	25	40	27	8	1	29,1	12,1	41,2	2,4
1	4	0	0	0	42	1 P, 2 D	100	1,5	32	30	29	9	1	27,2	8,5	35,7	3,2
0	0	0	0	0	31	6 P, 1 D	100	2,2	26	36	26	12	0	27,2	6,3	33,5	4,3
0	4	0	0	0	0	2 P, 1 D	100	1,0	31	30	28	11	2	15,3	29,5	44,8	0,5
1	3	1	0	0	22	2 P	100	2,6	26	41	16	17	0	31,4	18,8	50,2	1,7
1	4	1	0	0	39	3 P, 3 D	100	1,6	26	43	17	14	0	29,9	12,7	42,6	2,4
abgelagert	13	0	0	0	34	3 P, 2 D	100	1,8	25	38	27	10	1	28,6	11,4	40,0	2,5
3	10	6	0	0	21	5 P, 10 D	100	0,7	29	35	15	21	0	16,0	5,5	21,5	2,9

teres annehmen, dass im subalpinen, südlichen Bereich aufgearbeitete Molasse irgendwo in der Nordschweiz zur Ablagerung gelangt. Dadurch müssten sich die aus der Molasse bekannten, sedimentpetrographischen Zonierungen im Pleistozän völlig verwischen. Demgegenüber steht unser eindeutiger Untersuchungsbefund, dass sich die sedimentpetrographischen Grenzen des Molasseuntergrundes prägnant in die Pleistozänsande durchpausen. Das an einer bestimmten Stelle aufgearbeitete Sandmaterial muss zum grössten Teil in unmittelbarer Nähe wieder abgesetzt worden sein. Es stellt sich fordernd die Frage nach dem Ablagerungsmechanismus. Und damit erreichen wir zugleich die Leistungsgrenze unserer Arbeitsmethodik sowie den uns selbst gesetzten Rahmen dieser Arbeit. Unser lose gespanntes Probennetz ist zu dünn, die physikalischen Bedingungen zu vielfältig und demnach unsere genetische Gliederung in Schottersande und Moränensande zu verallgemeinert, um über den Ablagerungsmechanismus mehr als einige Vermutungen zu äussern. Dass die Verhältnisse in den Hauptachsen des Eisabflusses, wo auch die grösste Durchwässerung stattfindet, von den übrigen Gebieten abzuweichen scheinen, ging aus unseren Leichtmineralanalysen (S. 479) hervor. In jedem Fall musste unmittelbar nach der Aufschürfung des Molasseuntergrundes durch den Gletscher ein *transporthindernder* Prozess einsetzen. Man könnte z. B. an die Einfrierung des Materials in Toteismassen denken oder an komplizierte Entwässerungssysteme unter der Eiskalotte, wo das Material wohl aufgewirbelt wird, aber nur zum kleinsten Teil den Ausweg aus dem Labyrinth findet. Solche Gedankengänge bleiben Spekulation. Nur die detaillierte Kartierarbeit des unsere Resultate im Auge behaltenden Quartärgeologen und die am rezenten Gletscher durchgeföhrten Beobachtungen des Glaziologen können weiterhelfen.

