

**Zeitschrift:** Eclogae Geologicae Helvetiae  
**Herausgeber:** Schweizerische Geologische Gesellschaft  
**Band:** 62 (1969)  
**Heft:** 1

**Artikel:** Mineralogisch-Sedimentpetrographische Untersuchungen an den Flussbettsanden im Einzugsbereich des Alpenrheins  
**Autor:** Hahn, Christoph  
**Kapitel:** Zusammenfassung der Ergebnisse  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-163700>

### **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:** 27.04.2026

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

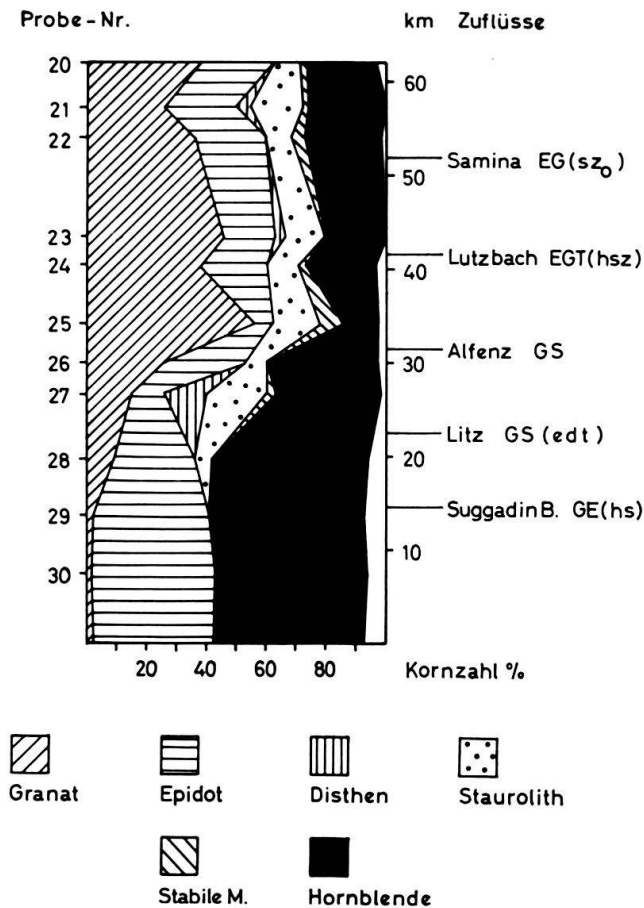


Fig. 17 Schwermineralführung der Ill.

bach, Litz und besonders der Alfenz vermischt. Die Ill beeinflusst die Flussbettsande des Rheins in starkem Masse.

Die Schwermineralführungen weiterer Zuflüsse lassen sich aus den Daten der Originalarbeit ersehen. Sie unterscheiden sich nicht wesentlich von den angeführten Beispielen.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

Rezente Flussbettsande im Einzugsbereich des Alpenrheins wurden qualitativ und quantitativ auf ihren Mineralbestand untersucht, um deren Einfluss auf die Sedimentbildung im Bodensee erfassen zu können. Mit Hilfe mechanischer, chemischer, optischer und röntgenographischer Methoden wurden 226 Proben aus allen Teilen des Einzugsgebietes analysiert.

A. Granulometrie

Zur Bestimmung der Korngrößenverteilungen wurden Siebanalysen angefertigt. Aus den Ergebnissen wurden die Verhältnisse Kies: Sand: Silt in den einzelnen Proben bestimmt und die Kornsummenkurven aufgezeichnet. Um die verschiedenen Proben besser vergleichen zu können, wurden mit Hilfe der Summenkurven die Korngrößenparameter  $M_Z$ ,  $\sigma_I$ ,  $Sk_I$  und  $K_G$  errechnet.

Bei den untersuchten Proben handelt es sich – wie aus einem Stoffdreieck Kies–Sand–Silt zu ersehen ist – meist um Sande, siltige Sande, kiesige Sande und Kies-sande, es treten aber auch Siltsande, Sandsilte und Sandkiese auf.

Für die mittleren Korndurchmesser wurden Werte zwischen  $M_Z = -1,61$  und  $5,27\Phi$  ermittelt. Besonders häufig sind solche zwischen  $M_Z = -1,0$  und  $3,5\Phi$ .

Die Werte für die Sortierung variieren zwischen  $\sigma_I = 0,32$  (sehr gut sortiert) und  $\sigma_I = 2,64$  (sehr schlecht sortiert). Am häufigsten sind aber solche zwischen  $\sigma_I = 0,7$  und  $1,8$  (mässig bis schlecht sortiert), mehr als 90% aller Sortierungen liegen in diesem Bereich.

Die Symmetriewerte liegen zwischen  $Sk_I = -0,89$  und  $+0,76$ . Fast 70% der Proben weisen positive Werte auf, d.h. ihre Verteilungen sind asymmetrisch gegen den feinen Bereich.

Die Kurtosiswerte variieren zwischen  $K_G = 0,66$  und  $2,59$ . Bei fast 80% der Proben ist  $K_G > 1$ .

Weiter wurden die Beziehungen einzelner Parameter zueinander untersucht. Dabei bestätigten sich die in der Literatur beschriebenen Ergebnisse.

Tabelle 9 Kurze Charakterisierung der rezenten Rheinschüttung

Sedimenttyp	Siltsand
Sandanteil (Gew. %)	65–75
Siltanteil (Gew. %)	25–35
Tonanteil (Gew. %)	<1
Mean size $M_Z$ ( $\Phi$ )	3,5–4,0 (0,09–0,06 mm)
Standard deviation $\sigma_I$	1,2–1,4 (schlecht sortiert)
Skewness $Sk_I$	+0,3 – +0,5
Kurtosis $K_G$	1,2–1,4
spez. Gew. (g/cm <sup>3</sup> )	2,75
Tonminerale	di- und trioktaedrische glimmerähnliche Tonminerale und Mg-Chlorite und Mg-Fe(II)- Chlorite
Karbonatgehalt (Gew. %)	35–40
Calcit/Dolomit-Verh.	2–3
Quarz (Gew. %)	25
Plagioklase (Gew. %)	10
Kalifeldspäte (Gew. %)	<2
Benennung	karbonatreicher Feinsand mit Feldspäten und Phyllosilikaten
Schwermin.-Anteil (Gew. %)	1–2
Schwermin.-Gesellschaft	EGH, stz akzessorisch: r, d, ti usw.

## B. Tonminerale

Röntgenographische Untersuchungen an Textur- und texturfreien Präparaten ergaben, dass glimmerähnliche Minerale und Chlorite die charakteristischen Tonminerale ( $<0,002$  mm) im Einzugsgebiet sind. Bei den glimmerähnlichen Tonmineralen treten sowohl dioktaedrische Typen (Muskovit–Illit) als auch trioktaedrische Varietäten (Biotit–Ledikit) auf. Die dioktaedrischen Arten überwiegen. Die auftretenden Chlorite sind auf Grund der röntgenographischen Daten meist Mg-Chlorite und Mg-Fe(II)-Chlorite.

## C. Karbonate

Der Karbonatgehalt der einzelnen Proben wurde gasometrisch und das Verhältnis von Calcit zu Dolomit röntgenographisch bestimmt. Auf Grund der Ergebnisse konnte das Einzugsgebiet in vier distributive Karbonatprovinzen gegliedert werden.

### Provinz I

Der Karbonatanteil beträgt weniger als 5 Gew. %. Es tritt meist nur Calcit auf, selten Dolomit. Diese Provinz bildet die Umrandung des Einzugsbereiches im Westen, Süden und Osten. Im Anstehenden finden sich die kristallinen Gesteinsserien der Zentralmassive, der penninischen und der ostalpinen Decken.

### Provinz II

Der Karbonatgehalt liegt durchschnittlich bei 30–50 Gew. %. Es tritt meist nur Calcit auf, seltener Dolomit. Das Calcit/Dolomit-Verhältnis ist hoch. Diese Provinz umfasst die Kernzone des Einzugsbereiches. Im Anstehenden findet man die sedimentären Serien der helvetischen und penninischen Schichtfolgen.

### Provinz III

Der Karbonatgehalt beträgt zwischen 40 und 80 Gew. %. Der Dolomitanteil liegt zwischen 30 und 70 Gew. %, der mittlere Calcitgehalt liegt um 10–30 Gew. %. Das Calcit/Dolomit-Verhältnis ist immer  $<1$ . Im Anstehenden finden sich die Gesteine der ostalpinen Sedimentserien.

### Provinz IV

Der alluviale Talboden des Rheins bildet eine sedimentäre Mischprovinz des Materials der anderen Provinzen. Es lassen sich zwei Zonen unterschiedlicher Karbonatführung erkennen. Der Gesamtkarbonatgehalt beträgt in beiden Zonen etwa 35–40 Gew. %, nur das Verhältnis von Calcit zu Dolomit ändert sich von 5–6 im Oberlauf auf 2–3 im Unterlauf. Ursache ist der Zufluss der dolomitreichen Ill, deren Sande grösstenteils der Provinz III zuzuordnen sind.

Im weiteren wurde die Karbonatführung einiger wichtiger Zuflüsse des Rheins (Vorderrhein, Hinterrhein und Ill) in Diagrammen dargestellt und der Einfluss ihrer Nebenflüsse untersucht. Alle drei führen in ihren Oberläufen karbonatarmer Flusssande, flussabwärts nehmen die Karbonatanteile zu. Beim Zusammenfluss enthalten Sande des Vorderrheins 25–30 Gew. % Karbonat bei sehr geringen Dolomitanteil,

Sedimente des Hinterrheins weisen 30–35 Gew. % Karbonatanteil auf bei Calcit/Dolomit-Verhältnissen von 1–2. Die Ill führt im Unterlauf Sande mit 50–60 Gew. % Karbonat bei Calcit/Dolomit-Verhältnissen von 0,3–0,4.

Ein allgemeiner Zusammenhang zwischen Korngrößenverteilung und Karbonatgehalt konnte nicht nachgewiesen werden.

Röntgenographische Untersuchungen an den auftretenden Dolomiten ergaben, dass diese stöchiometrisch zusammengesetzt sind. Daraus folgt, dass die anstehenden alpinen Dolomite in ihrer Mehrheit ebenfalls stöchiometrisch zusammengesetzt sein dürften.

#### D. Leichtminerale

Der silikatische Leichtmineralbestand wurde röntgenographisch und optisch ermittelt. Am Aufbau der Sande beteiligen sich Quarz, saure bis intermediäre Plagioklasse, Kalifeldspäte, di- und trioktaedrische Glimmer und Mg-Chlorite und Mg-Fe(II)-Chlorite. Stellenweise findet sich reichlich Serpentin.

In sechs quantitativen Phasenanalysen wurden die Quarz-, Plagioklas- und Kalifeldspatgehalte röntgenographisch bestimmt. Jede dieser untersuchten Proben ist für ein grösseres Einzugsgebiet repräsentativ. Auf Grund ihres Mineralbestandes sind sie als feldspatführende, phyllosilikathaltige, karbonatreiche Sande zu bezeichnen.

#### E. Schwerminerale

Der qualitative und quantitative Schwermineralbestand der einzelnen Proben wurde ermittelt. Auf Grund der Ergebnisse kann das Einzugsgebiet in folgende sieben distributive Schwermineralprovinzen gegliedert werden, wobei sich der Einfluss provinzfremder Moränen oft sehr störend bemerkbar macht.

##### Helvetische Provinz

Sie ist durch eine Zirkon-Turmalin-Rutil-Schwermineralassoziation mit Granat als Nebenbestandteil gekennzeichnet (ZTR, g). Gebietsweise tritt als charakteristisches Mineral akzessorisch Chloritoid auf. Diese Assoziation ist typisch für Sande aus Tamina, dem Oberlauf der Frutz und einigen kleineren Zuflüssen von Rhein und Vorderrhein. Im Anstehenden finden sich die sedimentären Gesteine der helvetischen Zone.

##### Silvrettaprovinz

Sie ist durch eine Granat-Staurolith-Assoziation mit Zirkon, Turmalin und Disthen als Nebenbestandteilen (GS, ztd) und eine Hornblende-Epidot-Assoziation mit Granat (HE, g) gekennzeichnet. Beide Assoziationen sind oft miteinander vermischt. Sande dieser Art finden sich hauptsächlich in den Oberläufen von Ill, Landquart und Landwasser und deren Zuflüssen. Ausgangsgesteine sind mineralreiche Paragneise und Amphibolite des oberostalpinen Silvrettakristallins. Weitere charakteristische Minerale in den Sanden dieser Provinz sind in geringen Mengen Andalusit, Sillimanit, Topas und bestimmte Pyroxene.

##### Vorderrheinprovinz

Sie ist durch eine Epidot-Granat-Assoziation mit Zirkon, Turmalin und Hornblende als Nebenbestandteilen charakterisiert (EG, zth). Diese Assoziation ist kenn-

zeichnend für Sande des oberen Vorderrheins und seiner Zuflüsse. Unter den Hauptbestandteilen überwiegt Epidot sehr stark. Im Anstehenden finden sich die Gesteinsserien der Zentralmassive.

#### Hinterrheinprovinz

Sie ist durch eine Assoziation der stabilen Minerale Turmalin und Zirkon mit Rutil als Nebenbestandteil gekennzeichnet (TZ, r). Man findet sie in Sanden der Flüsse Rabiusa, Nolla, Gelgia, Plessur und Landquart und deren Zuflüssen. Ausgangsgesteine sind die der penninischen Schichtfolgen, die gebietsweise schon alpidisch metamorphe Mineralbildungen wie Granat, Hornblende u. a. führen. Diese Minerale finden sich auch in den Flussanden jener Gebiete, ihre Herkunft ist aber nicht eindeutig bestimmbar, da sie ausserdem alten Moränen entstammen können. In einigen Gebieten trifft man auf einige typische Minerale wie Glaukophan, monokline und rhombische Pyroxene, Aktinolith, Vesuvian u. a., die ebenfalls für diese Provinz kennzeichnend sind. Liefergesteine sind die den penninischen Schichtfolgen konkordant eingelagerten basischen Eruptiva, die alpidisch metamorphen Ophiolithe.

#### Rheinwaldprovinz

Sie ist durch eine Epidot-Granat-Hornblende-Assoziation mit Zirkon (EGH, z), eine Epidot-Assoziation mit Zirkon, Granat und Hornblende (E, zgh) und eine Granat-Epidot-Assoziation mit Turmalin (GE, t) charakterisiert. Sande dieser Art finden sich im oberen Valserrhein, oberen Hinterrhein, Averserrhein und deren Zuflüssen, ebenso in der oberen Gelgia und Albula. Im Anstehenden finden sich die kristallinen Serien der penninischen und der unterostalpinen Decken.

#### Ostalpine Provinz

Sie ist durch eine Assoziation der Minerale Zirkon, Rutil und Turmalin mit Granat als Nebenbestandteil gekennzeichnet (ZRT, g). Teile von Ill, Landwasser und Albula und deren Zuflüsse führen Sande solcher Art. Liefergesteine sind die der Schichtfolgen der ostalpinen Decken und Schubmassen.

#### Alpenrheinprovinz

Die Alpenrheinprovinz – der alluviale Talboden des Rheins – ist eine Mischprovinz, die vorwiegend von Sanden der Vorderrhein-, der Silvretta- und der Rheinwaldprovinz geprägt wird. Der Einfluss der anderen Provinzen ist vergleichsweise gering. Die Alpenrheinprovinz ist, bedingt durch den Zufluss der Ill, durch zwei Assoziationen charakterisiert. Eine Epidot-Granat-Assoziation mit Hornblende, Turmalin und Zirkon kennzeichnet die Zone des Oberlaufes (EG, htz). Eine Epidot-Granat-Hornblende-Assoziation mit Staurolith, Turmalin und Zirkon ist für die Zone des Unterlaufes typisch (EGH, stz). Für den rezenten Abtrag im alpinen Rheingebiet ist ein epibis mesozonal geprägtes Schwermineralspektrum charakteristisch.

In Diagrammen wurden die Schwermineralführungen des Vorderrheins, des Hinterrheins und der Ill dargestellt. Vorderrhein und Hinterrheinsande enthalten als wesentliche Schwerminerale Epidot, Granat, stabile Minerale und Hornblende, während die Ill neben Granat, Hornblende, Epidot und stabilen Mineralen auch Staurolith und Disthen in grösseren Mengen führt.