

Zeitschrift: Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen =
Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie

Band: 56 (1976)

Heft: 1

Artikel: Die Anwendung der Phosphorsäure-Aufschlussmethode zur
sedimentpetrographischen und geotechnischen Erfassung der
stofflichen Zusammensetzung von Sanden

Autor: Hofmann, Franz

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-43682>

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: 30.04.2026

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

Die Anwendung der Phosphorsäure-Aufschlussmethode zur sedimentpetrographischen und geotechnischen Erfassung der stofflichen Zusammensetzung von Sanden

Von *Franz Hofmann* *)

Mit 1 Tabelle

Abstract

A simplified phosphoric acid digestion test is described as a convenient method to determine the quartz grain content in sands in presence of silicate grains. In combination with the determination of the content of fines, of lime and dolomite grains and of heavy minerals, it offers a possibility to determine the percentages of the various essential components of sands with an accuracy sufficient for sedimentological and geotechnical purposes.

Einleitung und Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wird eine stark vereinfachte Phosphorsäure-Aufschlussmethode zur Bestimmung des Gehaltes an Quarz in Gegenwart von Silikat Körnern in Sanden beschrieben. Die Methode wurde zunächst für die Untersuchung des Quarzgehaltes in betrieblich veränderten Giessereiformsanden entwickelt (F. HOFMANN, 1975). In Kombination mit der Bestimmung des Gehaltes an Kalk- und Dolomitkörnern, an Schlammstoffen und Schwermineralien ist es damit aber ganz allgemein möglich, die stoffliche Zusammensetzung von Sanden mit einer für geotechnische und sedimentpetrographische Zwecke ausreichenden Genauigkeit zu erfassen.

Die Anwendung der Phosphorsäure-Aufschlussmethode zur Untersuchung von Sanden

PRINZIP DER METHODE

Das nachfolgend beschriebene Verfahren beruht auf der Feststellung von N. A. TALVITIE (1951), wonach Quarz in Gegenwart von Silikaten einfach

*) Georg Fischer Aktiengesellschaft, Formstofflaboratorium, CH-8201 Schaffhausen.

gravimetrisch durch Phosphorsäure-Aufschluss zu bestimmen ist. Dabei werden die vorkommenden Silikate mit wenigen Ausnahmen (zum Beispiel Zirkon) eliminiert. Es wurde mit Erfolg versucht, die Methode in stark vereinfachter Form zur Bestimmung des Quarzgehaltes in Sanden anzuwenden, ohne dass die Proben gemahlen werden müssen.

PROBENAHEME UND PROBENVORBEREITUNG

In der Regel wird der zu untersuchende Sand in geschlämmtem (gewaschenem) Zustand untersucht, das heisst nach Abtrennung der Feianteile $< 20 \mu$.

Sande mit karbonatischen Körnern werden vor dem Phosphorsäure-Aufschluss mit verdünnter Salzsäure behandelt und säurefrei gewaschen. Ist auf vorhandenen Apatit Rücksicht zu nehmen, so muss mit verdünnter Ameisensäure oder Essigsäure entkarbonatisiert werden.

Eine repräsentative Probe von etwa 50 g des zu untersuchenden und für den Aufschluss vorbereiteten Sandes wird – falls er nicht schon feucht ist – zur Verhinderung von Entmischungserscheinungen mit einigen Tropfen Wasser angefeuchtet und homogenisiert. Man entnimmt nun eine Probe von wenig mehr als 10 g, trocknet und korrigiert zweckmässigerweise auf genau 10 g Einwaage.

Bei Sanden, die wesentliche Anteile an nicht aus Quarz bestehenden Körnern über 0,4 mm Durchmesser enthalten, ist es empfehlenswert, diesen Anteil (in der Ausgangsprobe von etwa 50 g) in einem Mörser zuerst gerade soweit zu zerdrücken, dass die Körner durch ein Sieb von 0,4 mm lichter Maschenweite gehen. Man gibt diesen Anteil wieder zur Gesamtprobe und homogenisiert.

PHOSPHORSÄURE-AUFSCHLUSS

Man gibt die Probe von 10 g in ein Becherglas von 600 ml Inhalt, hohe Form, und übergiesst sie mit 200 ml konzentrierter Phosphorsäure (85%, technische Qualität genügt). Zu geringe Säuremengen können beim Aufschluss zu starker Kieselsäuregel-Bildung führen und die weitere Behandlung der Probe empfindlich stören.

Bei Sanden mit Nichtquarzanteilen (insbesondere Feldspatkörnern) über etwa 40% ist es zu empfehlen, eine Einwaage von nur 5 g Sand, aber ebenfalls 200 ml Phosphorsäure zu verwenden, weil sonst gleichfalls die Gefahr starker Kieselsäuregel-Ausscheidung besteht und die Sandkörner zudem am Boden des Becherglases anfritten können.

Man bringt den Inhalt des Becherglases über einem Bunsenbrenner oder auf einer Heizplatte zum Kochen. Nach einiger Zeit hat sich das in der

Säure enthaltene Wasser weitgehend verflüchtigt und es werden Aufschlusstemperaturen gegen 300°C erreicht. Die Probe wird eine Stunde über mittlerer Gasflamme beziehungsweise entsprechender Heizplattentemperatur heiss gehalten. Vorsicht: kein Wasser und auch keine kalte Säure in die heisse Säure giessen.

Nach dem Aufschluss lässt man 10–15 min abkühlen und sedimentieren. Die Säure soll dann in noch heissem Zustand und nach einigen Minuten der Ruhe bei schräg gestelltem Becherglas so weit als möglich in ein anderes Becherglas oder einen Erlenmeyerkolben dekantiert werden. Einmal gebrauchte Säure kann nicht wiederverwendet werden.

Man lässt das Becherglas mit dem verbleibenden Inhalt noch weiter bis auf unter 100°C abkühlen. Dann wird mit heissem Wasser aufgefüllt. Man lässt 5 min stehen und hebert dann das Wasser auf etwa 2 cm über dem Boden des Becherglases ab oder dekantiert vorsichtig.

Man spült nun die Probe auf ein Papierfilter, wäscht mit heissem Wasser nach, trocknet und bestimmt den Gewichtsverlust, wobei es normalerweise genügt, diesen auf 1% genau anzugeben. Dazu ist eine Waage mit einer Skalenteilung von 0,1 g zweckmässig. Der Aufschlussrückstand entspricht dem Quarzgehalt der untersuchten Probe, der Gewichtsverlust bei natürlichen Sanden praktisch dem Feldspatgehalt im Sand, vorausgesetzt, dass die Karbonate vorher entfernt wurden. Bei Sanden mit besonderer Zusammensetzung ist fallweise vorzugehen.

ANWENDUNGSBEISPIELE IN KOMBINATION MIT ANDEREN BESTIMMUNGEN

Die Phosphorsäure-Aufschlussmethode erlaubt es, den Gehalt an Quarz- und Silikatkörnern in Sanden weit genauer zu bestimmen, als dies mit mikroskopischen Auszählmethoden oder Färbetests möglich ist. Werden zudem die Gehalte an Karbonatkörnern und an Schwermineralien bestimmt, so kann die Zusammensetzung eines Sandes mit einer für geotechnische und sedimentpetrographische Zwecke bei weiten ausreichenden Genauigkeiten ermittelt werden.

In Tabelle 1 sind einige Beispiele von Sandanalysen dargestellt, die unter Anwendung der beschriebenen Aufschlussmethode erhalten wurden.

An den Sanden wurde zunächst der Schlämstoffgehalt (Feinanteil < 20 μ) bestimmt. Mit Hilfe des Passon-Apparates (gasometrische Karbonatgehaltsbestimmung unter Verwendung verdünnter Salzsäure, vgl. V. JENNY und F. DE QUERVAIN, 1960; F. HOFMANN, 1960) wurde der Gesamtkarbonatgehalt ermittelt, wobei es möglich ist, den Kalk- und den Dolomitgehalt differenziert zu messen. Der Kalkanteil reagiert mit der Salzsäure inert weni-

ger als einer Minute, während der Dolomitanteil nur sehr langsam angegriffen wird und erst nach etwa 15 min völlig aufgelöst ist. Dieses Verhalten ermöglicht eine für sedimentpetrographische Zwecke in den meisten Fällen völlig ausreichende, getrennte Bestimmung von Kalk und Dolomit. Im ungewaschenen Sand ist stets ein Teil des Kalk- und Dolomitgehaltes im Schlammstoff, ein anderer Teil in der Sandfraktion $> 20 \mu$ enthalten. Die Angaben der Bestimmungen am ungewaschenen Sand vermitteln eine wesentliche Information über dessen Beschaffenheit im Naturzustand (vgl. Tabelle).

Eine zweite, detailliertere Serie von Prüfungen wurde am geschlämmten Sand (Anteil $> 20 \mu$) durchgeführt, der nur noch körnige Mineralien enthält. Bestimmt wurde wiederum, wie vorstehend beschrieben, der Kalk- und der Dolomitanteil, und zusätzlich der Gehalt an Schwermineralien, an Quarz- und an Silikatkörnern (Leichtfraktion), welche letztgenannter praktisch mit dem Feldspatgehalt gleichgesetzt werden kann. Der Quarz- und Feldspatgehalt wurde mit Hilfe der Phosphorsäure-Aufschlussmethode bestimmt. Der Glimmergehalt wurde approximativ ermittelt (Aussieben und Trennung von anderen Mineralien durch Abrollenlassen derselben auf schiefer Ebene). Am gewaschenen Sand wurden jeweils zuerst die Gehalte an Kalk- und Dolomitkörnern mit dem Passon-Apparat bestimmt. Anschliessend wurde eine Probe des Sandes durch Behandeln mit verdünnter Salzsäure völlig entkalkt. Vom Rückstand wurde wieder eine Probe von 10 oder 5 g für den Phosphorsäureaufschluss entnommen, nachdem zuvor der Schwermineralanteil abgetrennt und bestimmt worden war. Sämtliche Prozentzahlen wurden auf den geschlämmten, aber nicht weiter behandelten Sand umgerechnet.

KURZER KOMMENTAR ZU DEN UNTERSUCHTEN PROBEN (Tabelle 1)

Der Sand aus der Rhone bei Mörel (Probe 1) hat einen relativ niedrigen Quarzgehalt, aber einen erstaunlich hohen Schwermineralanteil, der allerdings vorwiegend aus polykristallinen, schweren Gesteinsbruchstücken besteht.

Der Löss aus dem Kaiserstuhl (Probe 2) deutet mit seinem hohen Kalk- und Dolomitgehalt auf eine wesentliche Beteiligung alpinen Materials.

Bemerkenswert hoch ist der Quarzgehalt im eiszeitlichen Sand von Solenberg, Schaffhausen (Probe 3). Der Karbonatgehalt ist für quartäre Sande des schweizerischen Alpenvorlandes unterdurchschnittlich klein (siehe auch V. JENNY und F. DE QUERVAIN, 1960, 1961). Er deutet, wie der hauptsächlich aus Granat bestehende Schwermineralanteil auf umgelagerte Glimmersande der Oberen Süsswassermolasse und Sande der Oberen Meeresmolasse.

Der Glimmersand der Oberen Süsswassermolasse von Steckborn (Probe 4) ist frisches, unverwittertes Material, jener von der Käshalde, Seebach (Probe

Tabelle 1. Stoffliche Zusammensetzung einiger ausgewählter Sandtypen

| Untersuchter Sand | Ungewaschener Sand | | | Sand gewaschen, geschlämmer Anteil > 20 μ | | | | | |
|---|----------------------------------|-----------|--------------|---|--------------|-----------------------|------------|---------------|--------------|
| | Schlammstoffe < 20 μ % | Kalk % | Dolomit % | Kalk % | Dolomit % | Schwermineralien % | Quarz % | Feldspat % | Glimmer % |
| | | | | | | | | | |
| Sand aus der Rhone, Mörel, Wallis | 1,5 | 3 | 2 | 3 | 2 | 8,0 | 49 | 37 | 0,5 |
| Löss, Kaiserstuhl, Oberrotweil | 64 | 29 | 7 | 34 | 8 | 0,25 | 41 | 17 | + |
| Eiszeitlicher Sand, Rheingletscher-System, Solenberg, Schaffhausen | 2,5 | 11 | 9 | 11 | 8 | 1,8 | 66 | 13 | + |
| Glimmersand, Obere Süswassermolasse, Seehof, Steckborn | 5,8 | 2 | 10 | 0,5 | 8 | 2,5 | 64 | 23 | 2 |
| Glimmersand, Obere Süswassermolasse, Käshalde, Seebach, Zürich | 14 | — | — | — | — | 1,5 | 62 | 35 | 1,5 |
| Knauersand Hörnlischüttung, Obere Süswassermolasse, Erlenbach, Zürich | 22 | 33 | 36 | 28 | 40 | + | 23 | 9 | + |
| Stubensandstein, Keuper, Schleitheim | 13 | 42 | + | 33 | + | + | 57 | 10 | — |
| Schiffsandstein, Keuper, Schleitheim | 23 | — | — | — | — | 1,0 | 51 | 48 | + |
| Kristalltuff, Trias, Monte S. Giorgio | 55 | — | — | — | — | 1,0 | 19 | 80 | — |

+ Zu weniger als 0,1% vorhanden.

5), ist hingegen sekundär entkalkt. Im übrigen sind sich beide Sande sehr ähnlich, mit relativ hohem Quarzgehalt (siehe auch F. HOFMANN, 1960).

Der Knauersand der Hörnlichüttung (Erlenbach, Probe 6) ist mit seinem hohen Kalk- und noch höheren Dolomitkornanteil ein typischer Vertreter seiner Schüttung. Das Quarz/Feldspat-Verhältnis ist aber etwa gleich wie bei den Glimmersanden.

Der Stubensandstein aus dem Keuper von Schleithem (Seewisteinbruch, Kanton Schaffhausen, Probe 7) enthält sehr viele Kalkkörner, aber fast keinen Dolomit und relativ wenig Feldspat. Die Probe entstammt einer nicht mit kalkigem Bindemittel zementierten Partie. Der Schilfsandstein (Probe 8) aus dem gleichen Steinbruch ist sehr feinkörnig und unterscheidet sich erheblich vom Stubensandstein.

Die Daten des sanidinreichen Kristallstuffs vom Monte S. Giorgio, Tessin (Probe 9, Schicht Nr. 79, Grenzbitumenzone, Fossilgrabungsstelle des Paläontologischen Instituts der Universität Zürich), zeigen, dass auch vulkanische Tuffe, insbesondere von der Art des dargestellten Beispiels sich sehr gut mit den beschriebenen Methoden, insbesondere mit dem Phosphorsäure-Aufschluss untersuchen lassen.

Die Anregung zur Anwendung der Phosphorsäure-Aufschlussmethode auf Sande ergab sich aus dem fachlichen Gedankenaustausch innerhalb der Schweizerischen Arbeitsgemeinschaft für Steine und Erden (SASTE) mit dem Laboratorium der Zürcher Ziegeleien, wobei der Verfasser insbesondere Herrn Dr. Rolf Iberg für wertvolle Hinweise zu Dank verpflichtet ist.

LITERATUR

- JENNY, V. und F. DE QUERVAIN (1960): Untersuchungen von Kalk- und Dolomitgehalt an Sanden quartärer Ablagerungen der Nordostschweiz, 1. Teil. – Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 40/1, 55–67.
 — (1961): idem, 2. Teil. – Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 41/1, 471–480.
 HOFMANN, F. (1960): Beitrag zur Kenntnis der Glimmersandsedimentation in der oberen Süsswassermolasse der Nord- und Nordostschweiz. – *Eclogae geol. Helv.* 53/1, 1–25.
 — (1975): Le circuit du sable de moulage en fonderie et son influence sur les composants du sable. – *Hommes et Fonderie* 53, 23–32.
 TALVITIE, N. A. (1951): Determination of Quartz in Presence of Silicates Using Phosphoric Acid. – *Analyt. Chem.* 23/4, 623–626.

Manuskript eingegangen am 6. Januar 1976.