

1. Phosphorkonzentrationen in Umweltproben

1.2 Konzentrationen in mineralischen Rohphosphaten

Karen Baumann, Dana Zimmer, Rhena Schumann

In der Natur kommt Phosphor (P) fast ausschließlich in Apatitmineralen ($\text{Ca}_5[(\text{F},\text{Cl},\text{OH})(\text{PO}_4)_3]$) vor, welche abhängig von ihrer Entstehungsgeschichte einen Gesamtphosphor-Gehalt (TP) von 2 bis 16 % haben (Gwosdz 2006 zitiert in Killiches 2013, Tabelle 1.1). Die Apatite können marin-sedimentär, magmatisch oder durch Guanoablagerung entstanden sein (Killiches 2013).

Das marine Sedimentgestein Phosphorit (engl. rock phosphate) besteht aus einem Gemenge an Apatit und organischen Komponenten. Es kommt als Knollen, Krusten und Konkretionen in marinen Tonen vor (Richter 1992) und enthält mehr P als magmatische Gesteine (Killiches 2013). Es entsteht durch biologische Prozesse (z. B. als Anreicherung von P aus tierischen Exkrementen/Knochen) oder chemische Prozesse (z. B. als Ausfällung aus Meerwasser). Das P-reiche marine Sedimentgestein wird durch geologische Prozesse an die Erdoberfläche gehoben (Filippelli 2011), wo es zumeist im Tagebau abgebaut wird. An der Erdoberfläche bildet sich Phosphorit, wenn Phosphorsäure aus Seevogel-Exkrementen mit darunter lagerndem Kalkstein reagiert (Hintze 1933). Dieser Phosphorit wird auch als "Guano" (Quechua: Dünger) bezeichnet. Das feinkörnige Gemenge besteht aus verschiedenen Phosphaten, u. a. Apatiten, Kalkstein und organischen Verbindungen. Phosphorite enthalten 10 bis 20 % TP (Filippelli et al. 2011).

Im magmatischen Gestein (z. B. Graniten) kommen die Apatit-Mineralen als Mikrolithe, mikroskopische Einschlüsse oder Kristalle in den Hauptgemengeteilen Feldspat, Quarz und Glimmer vor und/oder befinden sich in Drusenräumen der Granite, wo sie durch Absatz aus wässriger Lösung entstehen (Roth 1883). Die Apatit-Konzentrationen in diesem Gestein liegen aber unter $< 1\%$ (= akzessorischen Gesteinsanteile) (Fiedler 2001).

Apatite können auch durch Biomineralisation, z. B. im Boden, als Zahnbelag, in Knochen oder in Korallenskeletten entstehen. Dazu werden Apatitkristalle wohlgeordnet in geschaffenen Reaktionsräumen abgelagert (Mann & Ozin 1996). P-Konzentrationen einiger Produkte befinden sich in

Handbuch zur Auswahl der Aufschluss- und Bestimmungsverfahren für Gesamtphosphor in Umweltproben

den jeweiligen Kapiteln. Chemisch kann Hydroxylapatit z. B. aus CaCl_2 und Na_2HPO_4 in NaOH synthetisiert werden (Tiselius et al. 1956). Hochreines Hydroxyapatit wird als chromatografisches Trennmateriale für Biopolymere oder auch als Knochenersatzmaterial verwendet (Tiselius et al. 1956, Damien & Parsons 1991).

P-Konzentrationen in mineralischen Rohphosphaten werden in der Geologie und Mineralogie nach Säureaufschluss (z. B. Aydin et al. 2009) oder mittels Röntgenfluoreszenzanalyse (z. B. Fabbi 1971) bestimmt.

Tabelle 1.2-1 TP-Konzentrationen (% = g P 100 g Trockenmasse Mineral⁻¹) in Apatitmineralen und Rohphosphaten

Matrix		Kon- zen- tration (% P)	Bemerkung	Quelle
Apatit- Minerale	Allgemeine Mineral- formel: $\text{Ca}_5[(\text{F},\text{Cl},\text{OH})(\text{PO}_4)_3]$	2-16	abhängig von der Entstehung	Killiches (2013)
Phosphorit	marines Sedimentgestein	10-20	charakteris- tisch: Carbo- nat-Fluor- Apatit	Fillippelli et al. (2011)
	Guano (Vogel- exkremente auf Kalkstein)		Carbonat- Fluor-Apatit	Schenker (2012), Hintze (1933)
magma- tisches Gestein	in Graniten: häufig als Einschluss in anderen Mineralen	< 1	charakteris- tisch: Fluor- Apatit	Roth (1983), Fiedler (2001)

Literatur

- Aydin I, Imamoglu S, Aydin F, Saydut A, Hamamci C (2009) Determination of mineral phosphate species in sedimentary phosphate rock in Mardin, SE Anatolia, Turkey by sequential extraction. *Microchem J* 91: 63-69, DOI: [10.1016/j.microc.2008.08.001](https://doi.org/10.1016/j.microc.2008.08.001)
- Damien CJ, Parsons JR (1991) Bone graft and bone graft substitutes: A review of current technology and applications. *J Appl Biomaterials* 2: 187-208, DOI: [10.1002/jab.770020307](https://doi.org/10.1002/jab.770020307)

- Fabbi BP (1971) Rapid X-Ray fluorescence determination of phosphorus in geologic samples. Appl Spectrosc 25: 41-43, DOI: [10.1366/000370271774371137](https://doi.org/10.1366/000370271774371137)
- Fiedler HJ (2001) Böden und Bodenfunktionen. In Ökosystemen, Landschaften und Ballungsgebieten. Expert-Verlag, Renningen
- Filippelli GM (2011) Phosphate rock formation and marine phosphorus geochemistry: The deep time perspective. Chemosphere 84: 759-766, DOI: [10.1016/j.chemosphere.2011.02.019](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.02.019)
- Hintze C (1933) Handbuch der Mineralogie. Borate, Aluminate und Ferrate. Phosphate, Arseniate, Antimoniate, Vanadate, Niobate und Tantalate. Band 1, Abteilung 4 Hälfte 1. Walter de Gruyter & Co-Verlag, Berlin
- Killiches F (2013) [Phosphat: Mineralischer Rohstoff und unverzichtbarer Nährstoff für die Ernährungssicherheit weltweit](#). Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) im Auftrag des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ)
- Mann S, Ozin GA (1996) Synthesis of inorganic materials with complex form. Nature 382: 313-318, DOI: [10.1038/382313a0](https://doi.org/10.1038/382313a0)
- Richter D (1992) Allgemeine Geologie. de Gruyter Verlag Berlin, New York. 4. erweiterte Auflage
- Roth JLA (1883) Allgemeine und chemische Geologie. Band 2, Wilhelm Hertz Verlag, Berlin
- Schenker F (2012) Phosphor und Phosphate. In: Rohstoffe der Erde. Skript ETHZ [http://www.sgtek.ch/rkuendig/dokumente/Skript RdE 2012 Seiten 5 1-73.pdf](http://www.sgtek.ch/rkuendig/dokumente/Skript_RdE_2012_Seiten_5_1-73.pdf)
- Tiselius A, Hjertén S, Levin Ö (1956) Protein Chromatography on Calcium Phosphate Columns. Arch Biochem Biophys 65: 132-155, DOI: [10.1016/0003-9861\(56\)90183-7](https://doi.org/10.1016/0003-9861(56)90183-7)

For citation: Baumann K, Zimmer D, Schumann R (*year of download*) Kapitel 1.2 Konzentrationen in mineralischen Rohphosphaten (Version 1.0) in Zimmer D, Baumann K, Berthold M, Schumann R: Handbuch zur Auswahl der Aufschluss- und Bestimmungsverfahren für Gesamtphosphor in Umweltproben. DOI: 10.12754/misc-2018-0001

Handbuch zur Auswahl der Aufschluss- und Bestimmungsverfahren für Gesamtphosphor in Umweltproben