

**Zeitschrift:** Eclogae Geologicae Helvetiae  
**Herausgeber:** Schweizerische Geologische Gesellschaft  
**Band:** 87 (1994)  
**Heft:** 3: Concepts and controversies in phosphogenesis : proceedings of the symposium and workshop held on 6-10 September 1993

**Artikel:** Phosphorite geochemistry : state-of-the-art and environmental concerns  
**Autor:** Jarvis, Ian / Burnett, William C. / Nathan, Yaacon  
**Kapitel:** Introduction  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-167474>

### **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:** 26.04.2026

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

Sr-isotope ratios ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) may be used to measure nodule and grain growth rates and precisely date phosphogenic episodes. Nodules accumulate slowly at  $< 0.1\text{--}1\text{ cm kyr}^{-1}$  while phosphate grains may form in  $< 10$  years. Variations in  $\epsilon\text{Nd}$  values of francolite provide a basis for palaeoceanographic studies. Environmental issues associated with phosphate fertiliser production and use are discussed. Toxic metal, particularly Cd, and radionuclide contamination of the environment from phosphogypsum and fertilisers are considered. It is concluded that insufficient data are currently available for an accurate assessment to be made of the environmental impact and consequent human health implications of such contamination. Future advances in phosphorite geology will necessitate further experimental work, well-integrated field and laboratory studies using established geological and geochemical methods, and the application of new high-sensitivity spatially resolved analytical geochemical techniques.

## ZUSAMMENFASSUNG

Neue geochemische Studien haben unser Verständnis für die Genese und Diagenese mariner phosphatischer Ablagerungen (Phosphorite) stark erweitert. Diese Arbeiten sollen in der vorliegenden Studie im Überblick dargestellt werden; insbesondere soll auch der Aspekt der Umweltbelastung betrachtet werden, welcher bei der Nutzung von Phosphatsedimenten entsteht. Einziges Phosphatmineral in unveränderten Phosphoriten ist der Frankolith, ein Karbonat-Fluorapatit mit hoher Ionen-Austauschfähigkeit. Es ist vor allem die Mineralogie in dieser Phase, zusammen mit kinetischen und thermodynamischen Faktoren, welche für viele der primären geochemischen Charakteristika von Phosphoriten verantwortlich ist, obschon Metamorphose oder Verwitterung die Zusammensetzung solcher Sedimente massgeblich verändern können. Die Ausfällung von Frankolith wird durch Mg im Meerwasser verzögert; Frankolith erscheint aber trotzdem in  $\text{PO}_4$ -reichen Porenwässern auf dem Umweg über einen metastabilen Vorläufer. Phosphat bildet sich hauptsächlich aus dem Zerfall organischen Materials in Oberflächensedimenten, wobei Apatit innerhalb weniger cm bis dm unterhalb der Sediment/Wasser-Grenze ausfällt. Ein gekoppelter Redox-Zyklus von Fe und P ist eines der Mittel, um im Sediment hohe  $\text{PO}_4$ -Werte aufrecht zu erhalten. Der Einbau von Spurenelementen wie Cd, U, Y, Zn und seltenen Erden (REE) geschieht zusammen mit dem bakteriellen und Redox-gesteuerten Abbau von Feststoffen im Sediment während oder kurz nach der Bildung von Frankolith. Die Verteilung der REE's entspricht üblicherweise jener im Meerwasser. Uranium wird häufig als U(IV) eingebaut, kann aber durch die Verwitterung am Meeresboden auch zu U(VI) oxydiert werden. Studien über die Verteilung der stabilen Isotope von Sauerstoff ( $\delta^{18}\text{O}$ ), Kohlenstoff ( $\delta^{13}\text{C}$ ) und Schwefel ( $\delta^{34}\text{S}$ ) in Frankolith sagen sehr viel aus über das Paläomilieu; sie bestätigen aber auch, dass die Ausfällung im Allgemeinen unter oxydischen bis suboxydischen Bedingungen in den obersten Schichten des Sediments stattfindet. Die Datierung mit Hilfe von Uranium und  $^{14}\text{C}$  zusammen mit dem Sr-Isotopenverhältnis ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) kann benutzt werden, um Wachstumsraten an Körnern und Knollen zu messen und phosphogene Episoden genau zu datieren. Knollen wachsen langsam mit  $< 0.1\text{--}1\text{ cm}/1000\text{ J}$ , während Körner sich schon in weniger als 10 Jahren bilden können. Unterschiede im Gehalt an  $\epsilon\text{Nd}$  im Frankolith bilden eine Basis für paläoozeanographische Studien. Die Umweltbelastungen, welche durch die Produktion und Verwendung von Phosphat-Düngemitteln entstehen, werden diskutiert. Durch toxische Metalle, speziell Cd und Radionuklide ergeben sich Umweltverschmutzungen, welche ebenfalls betrachtet werden. Sie wirken sowohl beim Gebrauch von Düngemitteln wie auch bei der Erzeugung von „Phosphorgips“ (Abfallprodukt der Düngemittelproduktion). Es zeigt sich, dass für eine genaue Abschätzung der Umweltbelastung und der mit einer solchen Kontamination verbundenen menschlichen Gesundheitsprobleme noch nicht genügend Daten vorhanden sind. Zukünftige Fortschritte bei der Phosphorit-Geologie werden weitere Experimente, gut aufeinander abgestimmte Feld- und Laboruntersuchungen mit bekannten geologischen und geochemischen Methoden, sowie die Anwendung von neuen, hochsensitiven, räumlich auflösenden analytischen geochemischen Techniken notwendig machen.

## Introduction

Phosphorus, potassium and nitrogen are all nutrients critical for plant growth. Of these, it may be argued that phosphorus is of primary concern in terms of long-term availability. Nitrogen is present in abundance as  $\text{N}_2$  in the atmosphere, from which it is extracted naturally by certain plants. If necessary, it may be fixed artificially by well-known industrial processes. Potassium is available in many large-scale geological evaporite deposits, and can

be recovered from modern seawater if necessary. Only phosphorus, a critical life-sustaining nutrient, is unavailable except via the exploitation of geological phosphate deposits.

Agricultural crops are harvested, so to maintain yields phosphate must be added continually to replace that lost from the soil. With human population growth close to 2%, a doubling of agricultural output is required every 35 years, just to maintain current levels of nutrition. Thus, there remains a need to continually expand the phosphate raw-material resource base. The problem lies not so much in the limited nature of World resources, but in the geographic and economic distribution of producers and users. A decline in the use of fertilisers in recent years has seen a marked fall in World production of phosphate rock, from 156 Megatonnes in 1988 to only some 135 Mt in 1992, and an estimated 117 Mt in 1993. About 74% of the World output is provided by China, the FSU (countries of the former Soviet Union), Morocco, and the USA. Much of the production from Morocco, by far the World's largest exporter, and from other major suppliers in the Middle East, North and West Africa, is destined for Western European markets. The use of phosphate fertilisers in the undeveloped nations of the Third World remains minute, yet it is these very nations which have the most pressing need to increase crop yields. It remains essential, therefore, to establish programmes of co-operation between developed and developing countries in order to initiate improved exploration, mining and processing strategies which will locate and produce new local phosphate reserves at low cost.

Exploitable phosphate deposits (see Notholt et al. 1989 for a comprehensive review) may be subdivided into three types: (1) marine sedimentary rocks or "phosphorites", such as those of the Cretaceous-Palaeocene rocks of North Africa and the Middle East, and the Miocene-Pliocene of the SE United States; (2) apatite-bearing igneous rocks, particularly the carbonatite and other alkaline igneous complexes of the Kola Peninsula NW Russia, Goiás and Sao Paulo Brazil, and Phalaborwa South Africa; (3) insular deposits found on certain tropical islands of the Pacific and Indian Oceans. Of these, sedimentary phosphorites are by far the most important, constituting more than 80% of the total ore produced.

Commercial phosphorite deposits invariably have elevated phosphate contents, commonly expressed as  $P_2O_5$  concentrations. The detailed mineralogical and geochemical composition of a deposit are fundamental in determining its commercial viability, controlling the extraction, beneficiation and processing which must be adopted, and strongly influencing the environmental impact of its development. Furthermore, phosphorite geochemistry provides unique information concerning the age and genesis of a deposit, and the palaeoceanographic and other palaeoenvironmental conditions which prevailed during its formation.

Over the last two decades, major advances have been made in the acquisition and interpretation of elemental and isotopic geochemical data from sediments. This paper aims to present an overview of present knowledge concerning the inorganic geochemistry of marine phosphorites. Biological processes and aspects of the organic geochemistry of phosphorites are discussed in a companion paper by Krajewski et al. (1994), while sedimentological and palaeoceanographic factors are reviewed in more detail by Glenn et al. (1994b). Here, we will describe how geochemical methods may be employed to understand the processes which lead to their formation, we will consider how these data may be used to constrain regional and global palaeoceanographic and tectonic models, and we will discuss current environmental concerns relating to their exploitation.