

**Zeitschrift:** Bulletin der Vereinigung Schweiz. Petroleum-Geologen und -Ingenieure  
**Herausgeber:** Vereinigung Schweizerischer Petroleum-Geologen und -Ingenieure  
**Band:** 34 (1967-1968)  
**Heft:** 85

**Artikel:** Phosphatkugeln im Muschelsandstein des Oberraargau, Kt. Bern  
**Autor:** Büchi, U.P. / Wiener, Gabriel / Hofmann, F.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-195289>

### **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:** 28.01.2026

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

## **Phosphatkugeln im Muschelsandstein des Oberaargau, Kt. Bern**

mit 2 Textfig. und 8 Photos

von U. P. BÜCHI, Forch/Zürich und GABRIEL WIENER, Liestal  
Sedimentpetrographie: F. HOFMANN, Schaffhausen

### *Abstract*

In a Neogene («Burdigalian») outcrop near his home E. GLANZMANN (Oschwand, Bernese middleland), farmer and passionate naturalist has found numerous black-coated globules which he believed to be fossil pearls. However the accompanying faunal assemblage as well as regional paleo-ecologic considerations led us to the conclusion that the «black pearls» originally have been echinid coprolithes transformed later into calciumphosphate pellets. The phosphatic horizon had also be discovered at a nearby location in the same stratigraphic situation. Possibily it might be traced as far as to the similar occurrences known from the Tertiary basin of Austria.

Motto: «Besser eine schwarze Perle in der Hand  
als eine echte hinter Glas»

### **1. Einleitung**

Eine Arbeit über «aufsehererregende, paläontologische Funde im Oberaargau» wurde in verschiedenen Zeitungen von Herrn H. E. BÄCHTOLD publiziert.

«U. a. wird berichtet, dass der Landwirt E. GLANZMANN in Oschwand in einem Muschelsandsteinbruch auf seinem Grundstück seit einiger Zeit aufsehererregende paläontologische Funde gemacht habe. In einer 10 cm dicken, mit unzähligen Muschelabdrücken durchsetzten Schicht der über 3 m hohen Meeresablagerung finden sich nebst Kalkgeröllen kugelförmige schwarze Gebilde («schwarze Perlen»), die der Wissenschaft bis jetzt unbekannt waren und gegenwärtig analysiert werden.»

Schon früher hat E. GLANZMANN mit seinen «schwarzen Perlen» bei Professoren und geologischen Instituten vorgesprochen, doch wurden ihm bisher in den meisten Fällen keine befriedigenden, wissenschaftlichen Auskünfte erteilt. Durch die von der «Wissenschaft» gefällten summarischen Urteile über die «sensationellen Funde» fühlte sich E. GLANZMANN oft zu Recht benachteiligt. So war er im vorliegenden Falle der Ansicht, dass es sich um fossile Perlen handelt, die den zahlreichen Muscheln aus der gleichen Schicht entstammen, eine Auffassung, die auch von wissenschaftlicher Seite a priori nicht von der Hand zu weisen war, da ja auch im Burdigalien von St. Gallen Perlen in Unien gefunden worden sind. (U. P. BÜCHI, 1950 u. 1956.)

Die u. a. abgebildeten Haifischzähne liessen darauf schliessen, dass die «schwarzen Perlen» aus dem Muschelsandstein stammen. Bei den «Perlen» selbst konnte es sich auf Grund der Abbildung nicht etwa um Pflasterzähne eines Fisches oder Reptils handeln, weshalb es angezeigt schien, dieser Entdeckung nachzugehen.

Anlässlich der verschiedenen Besuche bei Herrn E. GLANZMANN und bei den gemeinsamen Begehungen der Fundstelle im Muschelsandsteinbruch bei Oschwand lernten wir in Herrn Glanzmann einen begeisterten Forscher und Sammler kennen, der wohl wie kein Zweiter den Boden seiner näheren Heimat kennt. Im Muschelsandsteinbruch konnten wir in der erwähnten Sandsteinschicht selbst eine grössere Anzahl «schwarzer Perlen» aus dem Gestein gewinnen. Auch seine reichhaltige Fossilsammlung hat uns Herr GLANZMANN zur Durchsicht zur Verfügung gestellt. Vor allem erwähnenswert sind grosse, z. T. gut erhaltene Scutellen, die, wie wir uns selbst überzeugen konnten, der gleichen Schicht wie die «schwarzen Perlen» entstammen. Neben Haifischzähnen, Rochenstacheln und verschiedenen Muscheln wurde von Herrn Glanzmann auch ein Fischwirbel gefunden. Bei einer der genannten Exkursionen konnten im Muschelsandstein von Stouffenbach die «schwarzen Perlen» ebenfalls nachgewiesen werden. Schon bei der ersten Begehung vermuteten wir, dass es sich bei den «schwarzen Perlen» um phosphoritisches Material, bzw. um Koprolithen von Scutellen handeln könnte.

Auf den verschiedenen Exkursionen wurden wir jeweils von Fräulein L. EYMANN, Langenthal, begleitet, die sich schon seit langem für die Entdeckungen von Herrn GLANZMANN interessiert. Sie und Herr W. BIERI, Langenthal, standen bereits mit verschiedenen Wissenschaftlern wegen der «schwarzen Perlen» in Korrespondenz und haben uns u. a. auch den Briefwechsel mit Herrn Professor V. POKORNY in Praha zur Verfügung gestellt. Fräulein EYMANN hat ein grosses Photodossier über die «schwarzen Perlen» angelegt; vor allem erwähnenswert sind eine grosse Anzahl ausgezeichnete Dünnschliffphotos. Die verschiedenen abgebildeten Photos (1–8) hat uns Fräulein EYMANN für die Veröffentlichung zur Verfügung gestellt. Herr Professor M. REICHEL, Basel, hat sich 1964 ebenfalls zu den Dünnschliffphotos geäussert. Bei dieser Gelegenheit möchten wir dem Entdecker, Herrn E. GLANZMANN, wie auch Fräulein L. EYMANN für den lebenswürdigen Empfang und die Mitarbeit unseren herzlichen Dank aussprechen. Dank gebührt auch den Herren Professor V. POKORNY, Praha, und Professor M. REICHEL, Basel, für die Erlaubnis, den Fräulein EYMANN bzw. Herrn Dr. W. KÜENZI, Bern, schriftlich mitgeteilten Befund zu verarbeiten.

Herrn Professor Dr. H. BOLLI, ETH/Zürich, möchten wir für die mikropaläontologische Bearbeitung der ihm durch uns zugestellten Dünnschliffe von Gesteinsproben danken sowie für die Erlaubnis, die vorläufigen Resultate publizieren zu dürfen.

## **2. Regionalgeologische Verhältnisse im Gebiet von Oschwand**

Die beiden bisher bekanntgewordenen Fundstellen von «schwarzen Perlen» liegen im Muschelsandstein der Oberen Meeresmolasse (OMM). Die OMM des Gebietes von Oschwand lässt sich gut mit dem durch die benachbarten Erdölbohrungen bei Pfaffnau erschlossenen Profil wie auch mit der OMM im nordwestlichen Kanton Aargau und Luzern korrelieren.

Die obere Abteilung der OMM («Helvétien») ist durch 2 Sedimentationszyklen, beginnend mit einer Quarzitnagelfluh, gekennzeichnet. Bekanntlich kann der untere «Helvétien»-Zyklus gegen Norden lokal auskeilen (U. P. BÜCHI, 1959).

Die tiefere Abteilung der OMM («Burdigalien») wird ähnlich wie in den benachbarten Gebieten durch einen markanten Muschelsandsteinhorizont untergliedert.

Im Bereich des nördlichen Beckenrandes nimmt die Mächtigkeit der OMM von Süden nach Norden relativ rasch ab. Auf Grund der Verhältnisse im Gebiet von Pfaffnau und Oschwand ergibt sich folgende ungefähre Mächtigkeit der einzelnen Abteilungen der OMM:

Obere Abteilung («Helvétien»)	Sandstein Quarzitnagelfluhen, markante Basisnagelfluh	ca. 120 + × m
Untere Abteilung («Burdigalien»)	Obere Sandsteinzone Muschelsandstein Untere Sandsteinzone lokal mit Basiskonglomerat oder Basis-Muschelsandstein	70–100 m ca. 4– 10 m 100–150 m

Der Muschelsandstein im Ostteil des Kantons Bern lässt sich längs des Nordrandes des Molassebeckens bis in das Gebiet der Lägern praktisch lückenlos durchverfolgen. Im Lägern-Gebiet geht der Muschelsandstein gegen Norden in eine Grobsandschüttung über, die ihrerseits mit dem Randengrobkalk des Kantons Schaffhausen und des angrenzenden Deutschland korreliert werden kann (U. P. BÜCHI und F. HOFMANN 1960). Der gleiche Muschelsandsteinhorizont liess sich auch in fast allen Erdölbohrungen der Zentral- und Ostschweiz nachweisen. (U. P. BÜCHI, G. WIENER und F. HOFMANN 1965.) Auf Grund seiner Stellung im Profil der OMM ist dieser Muschelsandsteinhorizont zudem mit der oberen Seelaffe von St. Gallen (Lokalname für den Muschelsandstein am Bodensee) zu korrelieren. Frühere Untersuchungen ergaben, dass der Muschelsandstein im Kanton Aargau Scutellen führt, lokal ist der Scutellenreichtum so gross, dass eine eigentliche Echinodermenbrekzie vorliegt. (U. P. BÜCHI 1957.) Östlich der Limmat treten Scutellen immer mehr zurück. Die Scutellenführung des Muschelsandsteins im Kanton Bern ist schon seit langem bekannt.

Die Untersuchung des Muschelsandsteins von Oschwand und Stouffenbach hat nun diesen Scutellenreichtum wieder bestätigt. Durch seine intensiven Forschungen im Steinbruch Oschwand hat E. GLANZMANN eine grössere Anzahl gut erhaltener Scutellen aufgesammelt, deren Durchmesser bis 8 cm betragen kann. Aus dem Steinbruch Oschwand konnten nachstehende Macro-Fossilien aufgesammelt werden (z. T. handelt es sich um Exemplare aus der Sammlung von E. GLANZMANN):

*Scutella* sp.  
*Pecten* sp.  
*Ostrea* (*Crassostrea*) *gryphoides* Schloth.  
*Tellina* sp.  
*Meretrix* sp.  
*Cardium* (*Trachycardium*) *multicostatum* Brocchi  
*Cardium* (*Cerastoderma*) *edule* L.  
*Hemipristis* *serra* L. Ag.  
*Notidanus* *primigenius* Ag.  
*Odontaspis* *cuspidata* Ag.  
*Odontaspis* *acutissima* Ag.  
*Oxyrhina* *hastalis* L. Ag.  
*Oxyrhina* *Desori* (Ag.)  
*Carcharodon* *megalodon* Ag.  
*Rhinoptera* *Studeri* Ag.  
Fischwirbel

### 3. Detailprofil durch den Muschelsandstein-Steinbruch Oschwand (Koord : 620 255/220 430)

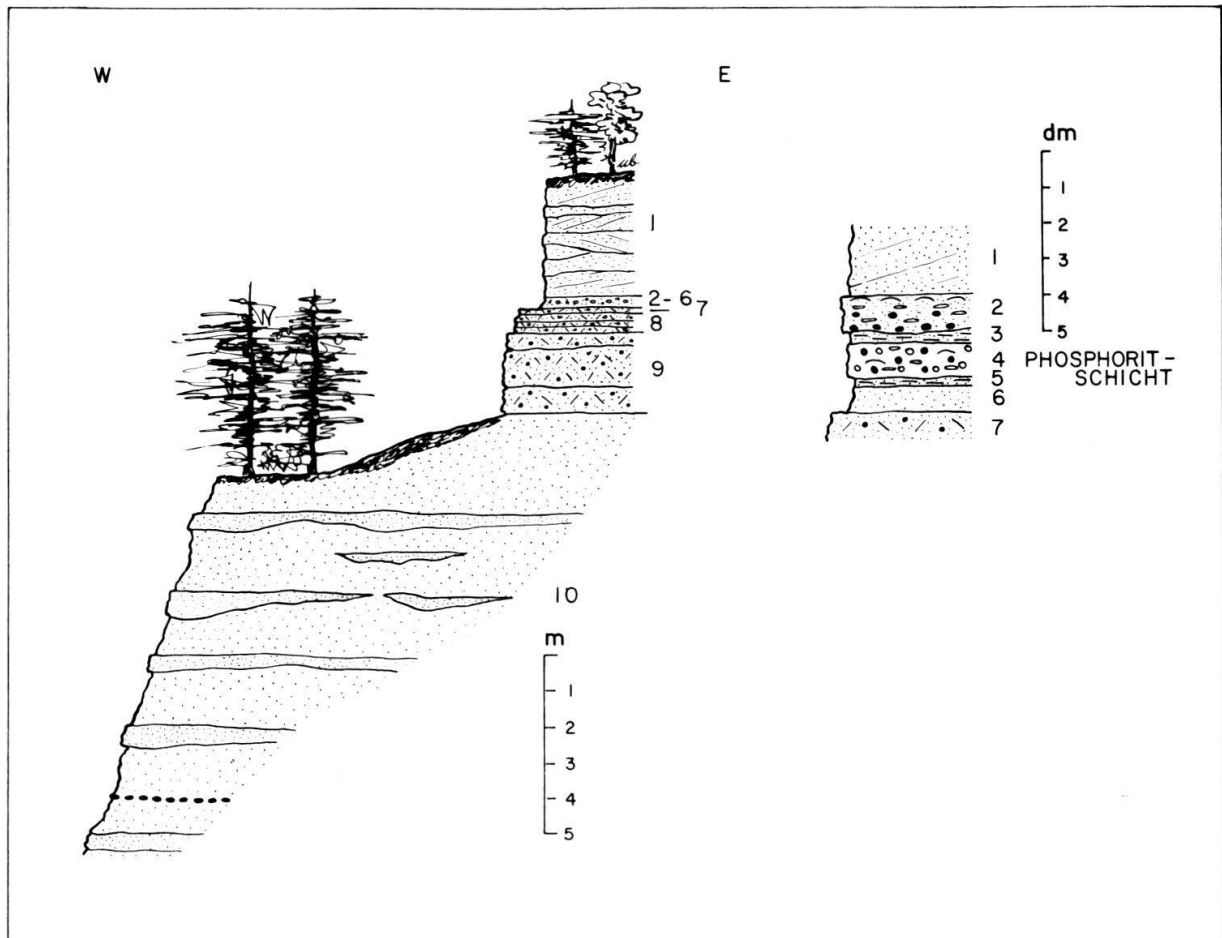


Fig. 1

1. Mittel- bis Grobsandstein, kalkig, grau, weich, grünstichig, oft rostrot bis rostbraun verfärbt; vor allem längs Schichtflächen stark glaukonitisch; auf Schichtflächen häufig kohlige Pflanzenreste und Schwemmholz, meist stark von Limonit durchsetzt und überkrustet; vereinzelte kleine Schalen-trümmer; Kreuzschichtung. min. 3.00 m
2. Mittelsandstein, kalkig, grau, fest bis hart, glaukonitisch, geröllführend, Geröllanreicherungen vor allem an der Basis, reichlich Mergelgallen; fossilführend: vor allem Muscheln und Scutellen (vor-wiegend im obersten Teil). 0.08–0.12 m
3. Mergel braun und beige, max. 10 mm dicke Lagen, im Wechsel mit glaukonitischen, bis 2 mm dik-ken, weichen Mittelsandsteinlagen. 0.01–0.03 m
4. Phosphoritschicht:  
(«Schwarze-Perlen»-Schicht)  
Mittelsandstein, kalkig, graubeige, grünstichig, hart bis weich, glaukonitisch; reichlich alpine Ge-  
rölle, vor allem auch viele stark polierte, schlecht gerundete Hornsteine; Mergelgallen, gelb, braun,  
grün, z. T. stark glaukonitisch; Fossilien: Pecten, Cardien, Steinkerne von meretrixartigen Mu-  
scheln, die meist millimeterdick von Glaukonit überkrustet sind, Scutellen, «schwarze Perlen». 0.01–0.12 m
5. Mergel hellbeige, max. 10 mm dicke Lagen, im Wechsel mit glaukonitischen bis 2 mm dicken wei-chen Mittelsandsteinlagen. 0.02–0.03 m
6. Mittelsandstein, kalkig, grünlichgrau, mittelweich, mit Mergelzwischenlagen, seitlich in limonitisch-rostbraun verfärbten Sandstein übergehend; kleine alpine Gerölle. 0.07–0.15 m
7. Muschelsandstein, kalkig, blaugrau, hart, geschichtet, Dicke der einzelnen Lagen meist unter 5 cm; alpine Gerölle. 0.22 m

8. Muschelsandstein, kalkig, blaugrau, hart, geröllführend, geschichtet, Dicke der Schichten meist 5–10 cm; kleine Scutellenquerschnitte erkennbar; auf Schichtflächen Rippelmarken. 0.70 m
9. Muschelsandstein, kalkig, blaugrau, hart, geröllführend, grob gebankt (30–100 cm dicke Bänke); auf Schichtflächen z. T. Rippelmarken. 2.00 m
10. Grob- bis Mittelsandstein, grau, mit stärker kalkigen Knauerlagen; ca. 11 m unter Basis des Muschelsandsteins: Geröllband; Schichtfallen ca. 8° in Richtung SE. 13.00 + × m

#### 4. Detailprofil Stouffenbach (Koord: 622 375/221 990)

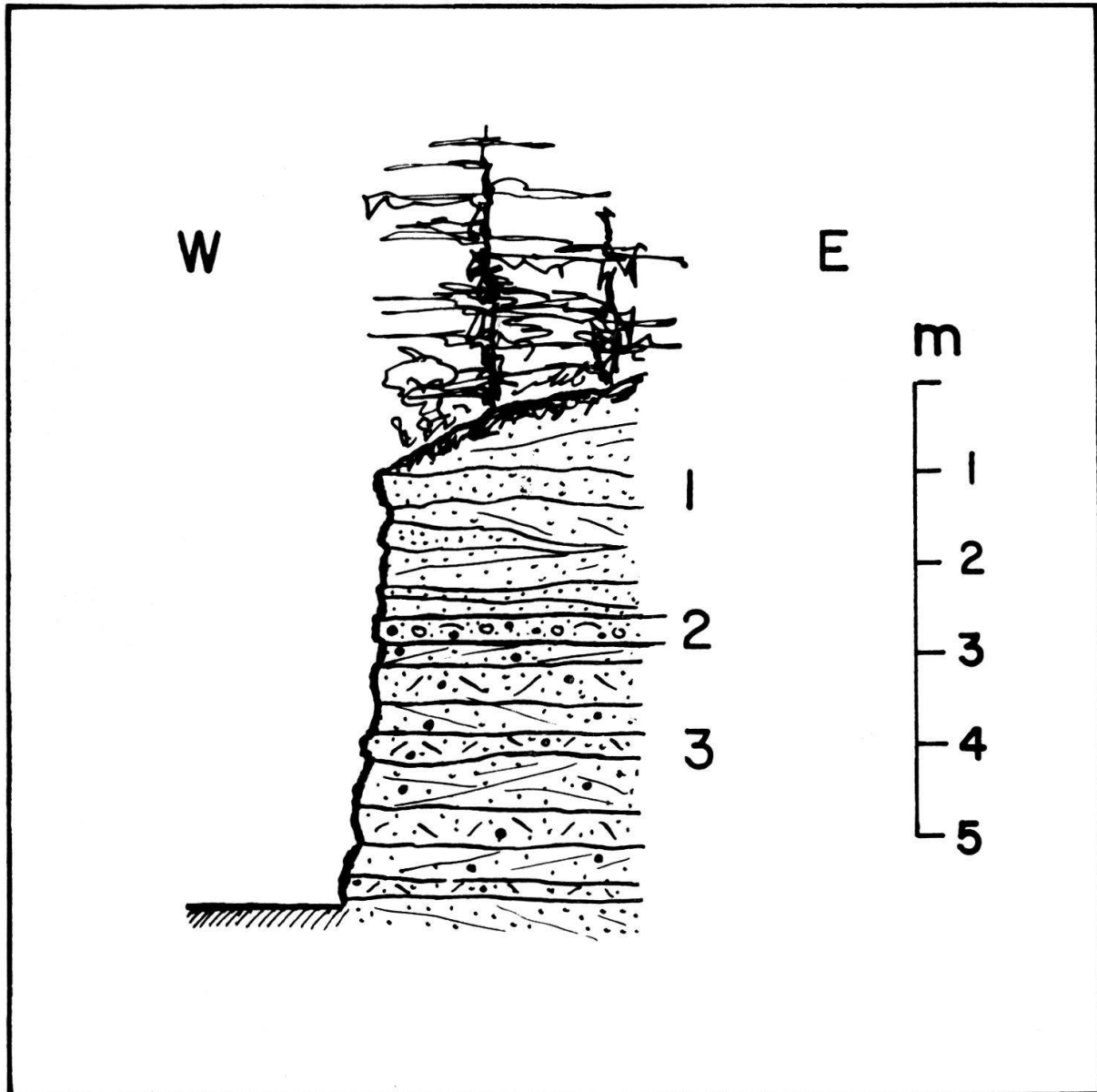


Fig. 2

1. Mittel- bis Grobsandstein, kalkig, schmutziggrau und beige, glaukonitisch, fest bis weich; Kreuzschichtung. 1.60 m
2. Phosphoritschicht:  
Mittelsandstein, kalkig, grau, gelblichgrau angewittert, fest, mit grobsandigen Lagen; reichlich alpine Gerölle, Ø bis 20 mm; sandgefüllte, wurmartige Röhren; fossilführend: Pecten, Scutellen, Muschel-Steinkerne mit stark glaukonitischem Überzug; «schwarze Perlen», grüne, ockergelbe, beige Mergelgallen, oft mit grünem, stark glaukonitischem bis 5 mm dickem Rand. 0.30 m
3. Mittelsandstein, kalkig, seltener Grobsandstein, gelbgrau, fest, im Wechsel mit harten, geröllführenden Muschelsandsteinlagen, Kreuzschichtung. 3.00 m



## 5. Phosphoritschicht

Die «schwarzen Perlen» liegen in beiden Profilen im höchsten Teil des Muschelsandsteins. In beiden Fundstellen führt die Phosphoritschicht reichlich alpine Gerölle, vor allem resistentes Gesteinsmaterial wie Kalke, Hornsteine, feinkörnige Granite, Quarzite usw. Die Phosphoritschicht ist lokal stark fossilführend. Vor allem auffällig ist der Reichtum an *Meretrix*-artigen Steinkernen, die zudem dicke Glaukonitkrusten besitzen. Ferner treten grosse Scutellen mit Durchmessern bis zu 80 mm auf. Die «schwarzen Perlen» (Phosphoritkugeln) liegen meistens verstreut im Sandstein, vereinzelt jedoch kann auch eine lokale Anreicherung beobachtet werden. Der Durchmesser der meist kugeligen «schwarzen Perlen» schwankt zwischen 3 und 10 mm. Im Dünnschliff sind häufig Mikrofossilien und Fossilschutt zu erkennen.

## 6. Sedimentpetrographische Untersuchung

P.D. Dr. F. HOFMANN

Die Dünnschliff-Untersuchung der «schwarzen Perlen» zeigte eine sehr feinkörnige, homogene Struktur ohne irgendwelche Anzeichen eines konzentrischen Wachstums.

Eine qualitative chemische Untersuchung ergab eine sehr deutliche Phosphat-Reaktion nach der Ammoniummolybdat-Methode. Die Grundmasse besteht aus einem sehr feinen Skelett von Colophan, langsam löslich in HCl, nicht aber in organischen Säuren. Dieses Ca-Phosphat ist praktisch amorph und mit mikrokristallinem Kalzit imprägniert. Detritischer Quarz oder ähnliches Material, das die Einbettungsmasse (Muschelsandstein) aufbaut, fehlt oder ist selten und dann sehr feinkörnig (Silt).

Randlich sind die Kugeln stellenweise mit Glaukonit imprägniert. Die Sandkörner des Muschelsandsteins sind in der Oberfläche der Phosphat-«Pellets» eingedrückt, was darauf schliessen lässt, dass diese zum Zeitpunkt der Einbettung in den Sand relativ weich waren.

Phosphatgehalt und Struktur lassen den Schluss zu, dass es sich bei den «schwarzen Perlen» um Koprolithen handelt.

Der begleitende Muschelsandstein ist ein ausschliessliches Produkt der Napfschüttung. Die Karbonatgehalte erreichen bei den relativ gut zementierten Partien meist etwa 35%, bei einem Dolomitanteil von durchschnittlich etwa 5%. Glaukonit ist häufig.

Im gleichen Komplex vorkommende Mergelgallen zeigten keinerlei Phosphatreaktion. Teilweise sind sie stark glaukonitisch und führen im Mittel um 8% Kalk und um 4% Dolomit. Dies klassiert sie wiederum als feinsiltige Produkte der Napfschüttung mit authigenem glaukonitischem Anteil.

Ausser Mergelgallen führt der Muschelsandstein einzelne Gerölle der Napfschüttung.

Die sedimentpetrographische Untersuchung der «schwarzen Perlen» zeigt eindeutig, dass es sich nicht um fossile Perlen handeln kann, da einmal die chemische Zusammensetzung dies ausschliesst und zudem den schwarzen Kugeln der konzentrische Bau der Perlen fehlt.

## 7. Mikropaläontologischer Befund

(Photos 1–8)

Aus einem Brief von Professor Dr. M. REICHEL, Basel (1964), entnehmen wir folgenden paläontologischen Befund, der auf 29 von ihm durchgesehenen Dünnschliff-

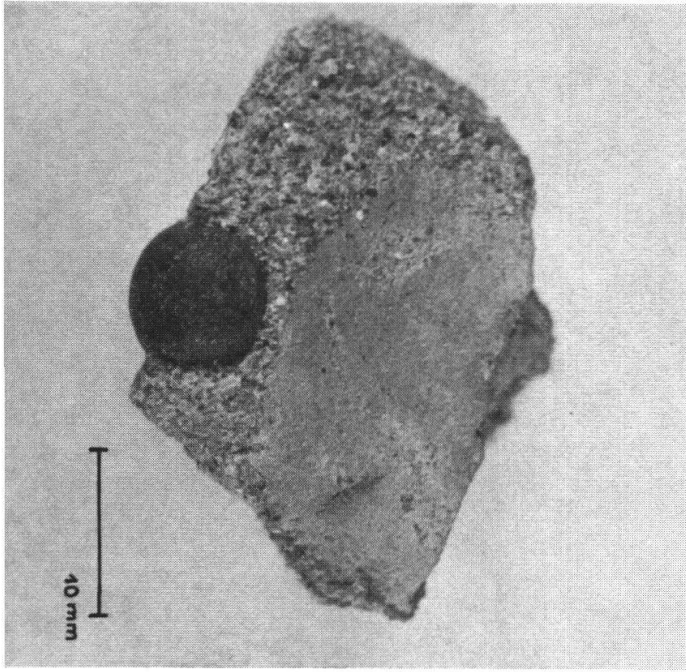


Photo 1 und 2

- Photo 1  
Phosphatkugel, Durchmesser 9 mm, im Sandstein
- Photo 2  
Phosphatkugel, Durchmesser 9 mm, die durch Sandkörner verursachten Eindrücke sind deutlich erkennbar
- Photo 3  
Aufgebrochene Phosphatkugel; die hellbeige-graue Kalziumphosphatmasse ist von einer dünnen, dunkelbraunen, partiell von Glaukonit imprägnierten Kruste umschlossen
- Photos 4, 5 und 6  
Dünnschliffe durch eine Phosphatkugel. Das feine Korn und die Reste kleinwüchsiger Foraminiferen sind bemerkenswert
- Photo 7  
Dünnschliff durch eine Phosphatkugel. Kleinwüchsige Globigerina sp.
- Photo 8  
Dünnschliff durch eine Mergelgalle aus der Phosphorit-schicht mit zahlreichen Resten von kleinwüchsigen Foraminiferen, meist Globigerinen und anderen Microfossilien, Radiolarien



Photo 3

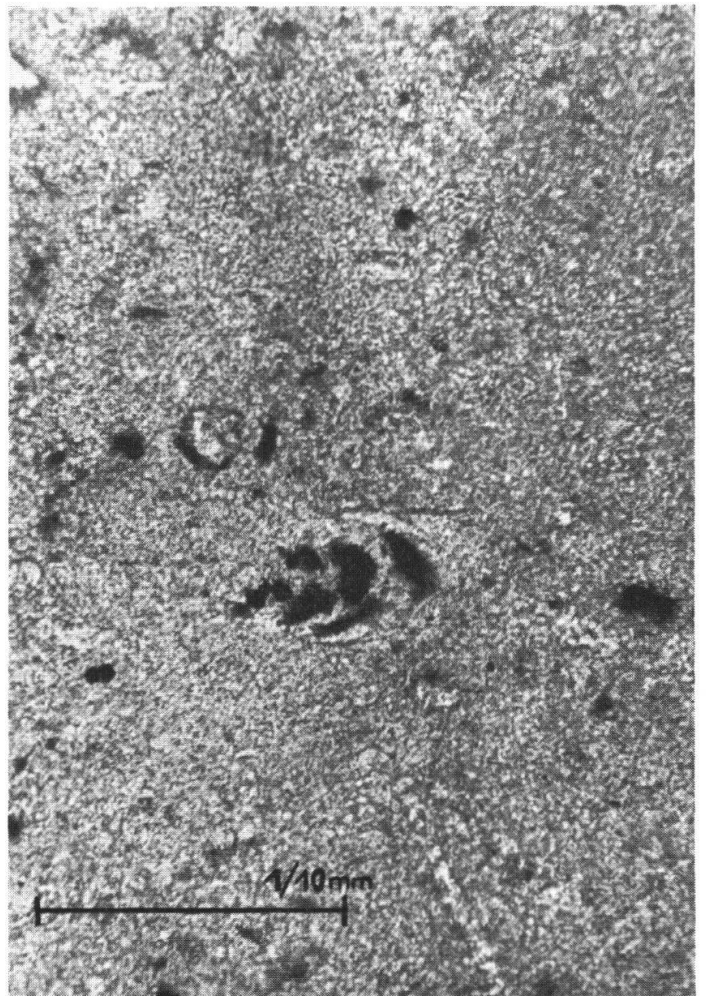


Photo 4



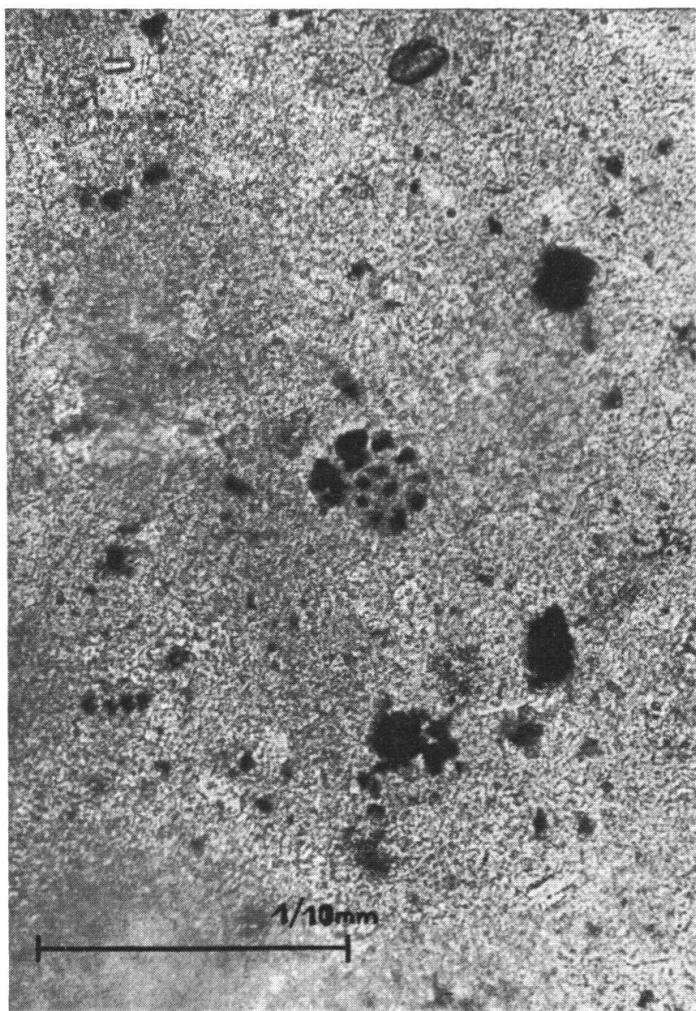


Photo 5

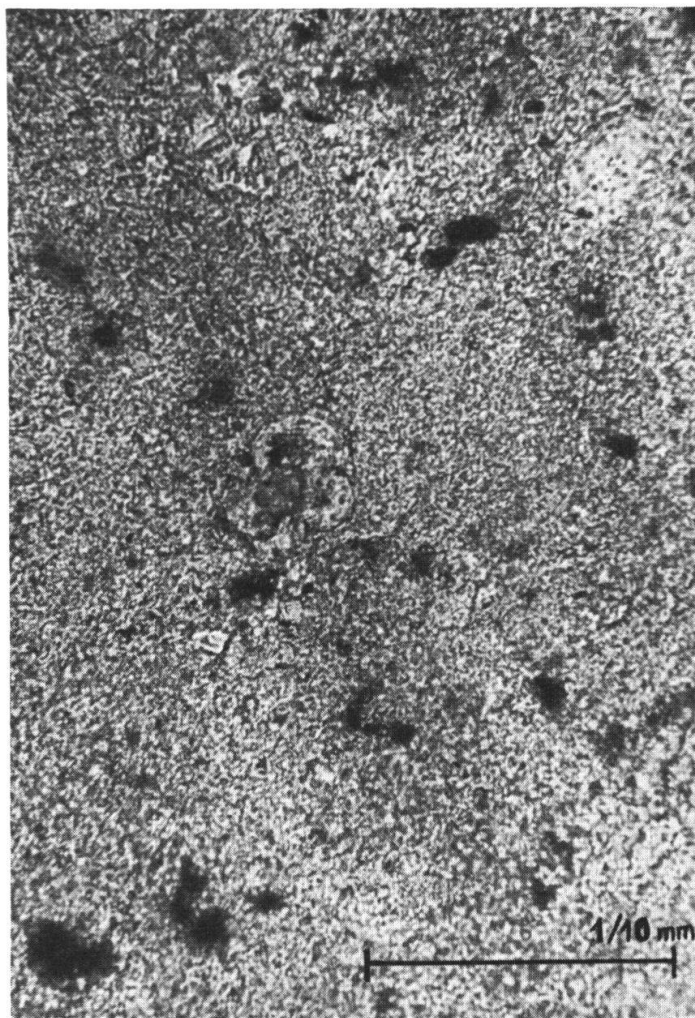


Photo 6

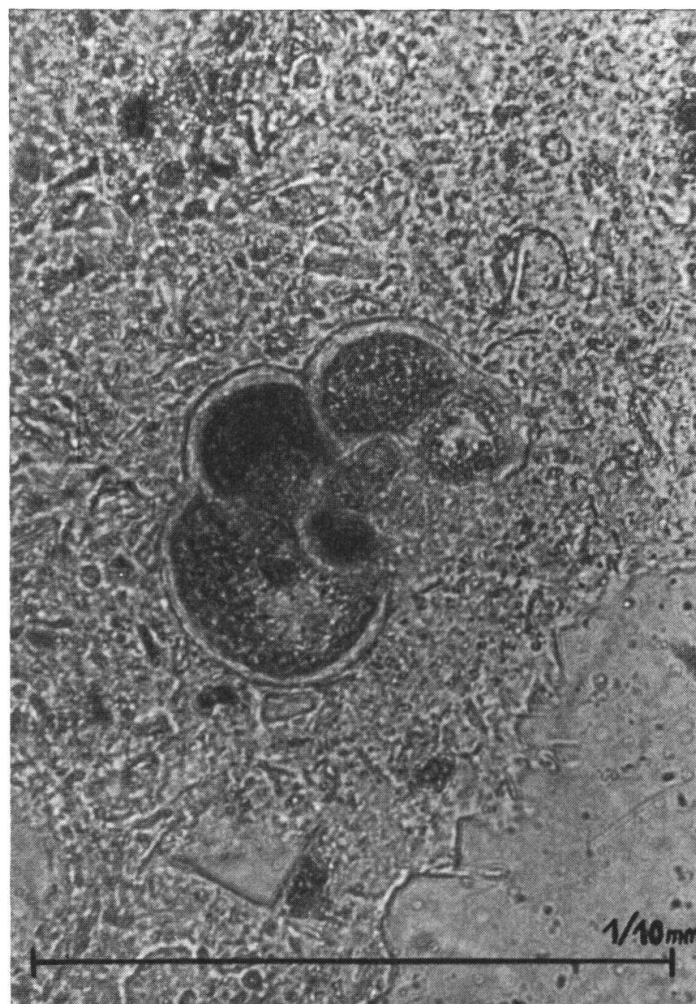


Photo 7

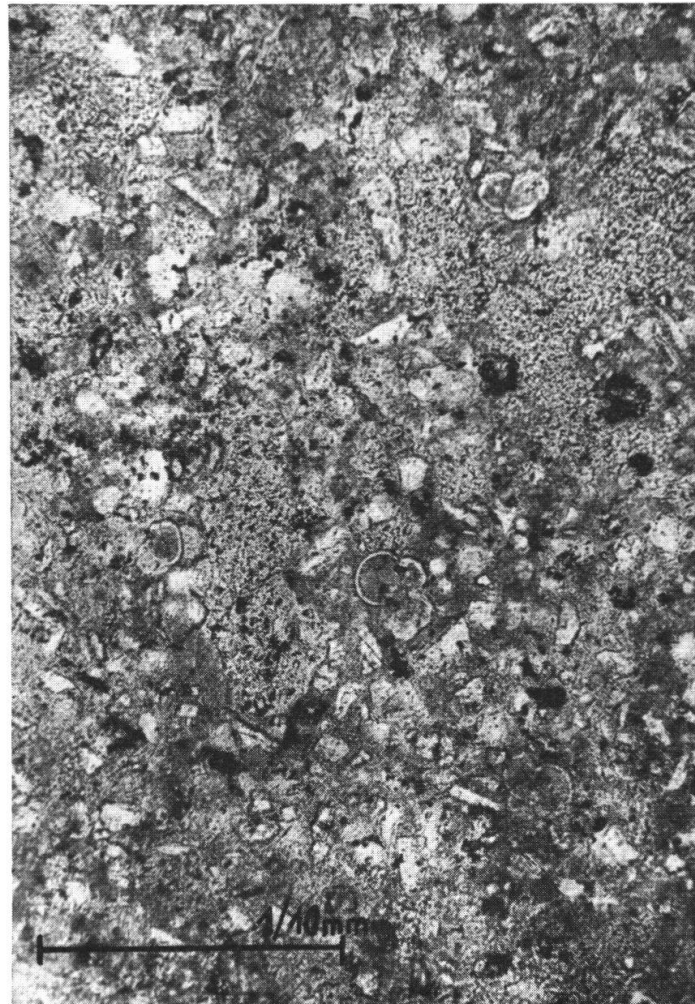


Photo 8

photos und auf einem Dünnschliff der Phosphatkugeln basiert: «Auffallend kleine Formen von Foraminiferen: Globigeriniden, Heterohelicien und unbestimmbare Foraminiferensteinkerne; unbestimmbare Microfossilreste, ?Radiolarienartige sphärische Formen mit Gitterschale, einzelnes ?Coccolithen-ähnliches Gebilde.

Eine genaue Altersbestimmung ist auf Grund des eigenartigen Fossilgehaltes nicht möglich, doch deuten die Heterohelicien-Reste auf mögliche Umlagerung der Kugeln (Koprolithen) hin.»

Gemäss brieflicher Mitteilung von Herrn Professor Dr. H. BOLLI (1967) konnte in den Dünnschliffen durch die Phosphatkugeln nur *Globigerina* sp. (evtl. *Globigerinoides tribola* s.l.) nachgewiesen werden; die andern Fossilreste lassen keine nähere Bestimmung zu.

Von den 9 untersuchten mergeligen Gesteinsproben enthielten 3 keine Fauna; auch in den andern war die Ausbeute äusserst «mager» und lässt keine stratigraphische Einstufung zu.

Die 6 fossilführenden Proben entstammen der Phosphatschicht und den unmittelbar hangenden und liegenden Schichten des Muschelsandsteins; darin liessen sich folgende Fossilien nachweisen:

*Globigerina* sp. (möglicherweise eingeschwemmt)

*Elphidium* sp.

?*Rotalia* sp.

Seeigelstachelbruchstücke

?*Chara* sp.

Das Vorkommen von *Elphidium*, wie das gleichzeitige Auftreten von ?*Chara* bestätigt das küstennahe Seichtwasser-Ablagerungsmilieu des Muschelsandsteins.

Die Schwierigkeiten einer näheren Bestimmung der wenigen Foraminiferen-Kleinformen aus den Phosphatkugeln lassen keine sichere Altersbestimmung der Kugeln selber zu. Für die Untersuchung der Frage einer eventuellen Umlagerung sind wir aus diesem Grunde auf andere als auf paläontologische Kriterien angewiesen.

## 8. Zur Entstehung der Phosphatkugeln im Muschelsandstein

Grundsätzlich kann die Entstehung der Phosphoritkugeln anorganisch wie auch organisch erklärt werden. Aus der Molasse Oberösterreichs werden von J. SCHADLER (1932, 1934, 1944) aus dem Oligozän und dem Miozän Phosphoritvorkommen beschrieben, die teilweise anorganischen Ursprungs sind. Sicher haben aber auch Organismen zur Bildung dieser Phosphatanreicherungen beigetragen. Aus den verschiedenen Publikationen von J. SCHADLER entnehmen wir die folgenden Details:

J. SCHADLER (1932)

... Die Grobsande enthalten neben kristallinen Geröllen Tonmergelplatten und Fossilresten (Zähne und Wirbel von *Lamna*, *Carcharias* spec. usw.), oft sehr reichlich 1 bis 10 cm grosse Knollen von unregelmässiger, flachplattig-, walzenförmig- bis kugeligrunder Gestalt. Letztere zeigen konzentrisch strahlige Struktur. Aussen sind die Knollen meist von einer dünnen, metallisch glänzenden Haut überzogen. Die Knollen selbst bestehen aus einem dichten dunkelbraunen Mineral, das verwittert hellgraubraune Farben aufweist.

Die chemische Prüfung ergab einen Gehalt von 26,9%  $P_2O_5$ , die mikroskopische Untersuchung zeigte neben hellbraunen isotropen Partien schwach doppelbrechende, feinfaserige Massen mit eingelagerten Quarzkörnern, Globigerinenresten und kleinen Sphärolithen.

J. SCHADLER (1934)

... Gemäss den bisherigen Untersuchungen sind Phosphorite derzeit in Oberösterreich am Südrande des kristallinen Grundgebirges auf eine Erstreckung von etwa 50 km (Zirking bei Mauthausen bis Manzing bei Waizenkirchen) nachgewiesen. Sie liegen entweder in grünlichen, feldspatreichen Grob-



sanden (Phosphoritsande) oder in einem bituminösen Schlierton (Phosphorittonen). Während erstere auf sekundärer Lagerstätte sich befinden und wahrscheinlich dem Miozän (Burdigal) angehören, finden sich letztere noch in primärer Lagerung und sind wahrscheinlich dem Oberoligozän zuzuzählen.

#### J. SCHADLER (1944)

... In diesen Mergeln sammelte A. König im Jahre 1925 hellgelbbraune, feinerdige, rundlichwulstige Bildungen von 3–4 cm Durchmesser und 7–8 cm Länge, die er ins Linzer Landesmuseum brachte. Ich fand sie dort vor und es ergab die chemische Prüfung, dass sie im wesentlichen aus Kalziumphosphat bestehen. Es handelt sich demnach um Koprolithen, und zwar um Kotballen vermutlich jener Landsäuger, deren Knochen gemäss alten Berichten im Kohlenbergbau 1840 gefunden wurden, leider aber nicht mehr erhalten sind.

Die Phosphoritknollen des oligozänen Schiefertones unterscheiden sich von den Knollen der Miozänsande durch einen Überzug mit einer schwarzen, glänzenden, offenbar aus Wad (Manganoxyd  $MnO_2$ ) bestehenden Oberflächenhaut, welche letztere zeigen. Die Phosphoritknollen der Schiefertone lösen sich zwar meist leicht aus dem Muttergestein heraus, zeigen aber doch keine randliche scharfe Abgrenzung und Krustenbildung, wie die der Phosphoritsande. Diese letzteren sind in den Kernteilen ähnlich denen der Schiefertoneknollen beschaffen, randlich aber ist ihr Gefüge dichter, auch dunkler gefärbt und von einer schwarzen glänzenden Haut überzogen. Auffällig an den Phosphoritknollen von Prambachkirchen sind die feinsten Röhrchen von 0,05 bis 0,1 mm, selten bis 0,5 mm Querschnitt, von denen die Knollen durchzogen werden. Diese Röhrchen laufen in feinen Rinnen an der Oberfläche der Knollen aus, dringen von diesen ins Innere ein und durchziehen die Kernteile als unregelmässiges, wirres Kanalsystem.

Der Durchmesser der Knollen sinkt nur selten unter 1 cm herab. Die mittleren Knollen mit einem Durchmesser bis zu 10 cm überwiegen. Diese zeigen meist flach ellipsoidische, kugelige bis walzenförmige Gestalt und gleichen so den ursprünglichen, diagenetischen Verhärtungen in den oligozänen Schiefertönen.

Auffallend sind röhrenförmige Knollen von 5–6 cm Länge und 1,0–1,5 cm lichter Weite der Röhren bis 0,5–0,8 cm Wandstärke. Einige lassen im Innern der Röhren Längsrillen, ähnlich Abdrücken von Holzfasern erkennen.

Auch sind die Knollen häufig von Bohrmuscheln oder Bohrschnecken durchlöchert.

Die grösseren Knollen über 10 cm Durchmesser haben meist das Aussehen von zerbrochenen Platten von 10–15 cm Dicke und erreichen ein Gewicht bis zu 7,5 kg. Sie enthalten reichlich Sandkörner, auch ist deutlich erkennbar, dass sie in einen sandigen Geröllboden zapfenförmig von oben nach unten hineingewachsen sind, wobei mehrere Phosphatausscheidungen aufeinander folgen.

Die Oberseite dieser Phosphoritplatten zeigt zumeist wulstartige Formen, die an Koprolithen erinnern. Von Phosphatsubstanz durchtränkt, wurden diese mit kleinen Phosphoritknollen zu grösseren Klumpen verkittet.

Mehrfach enthalten diese grösseren Phosphoritknollen phosphatisierte Hölzer. Da diese Hölzer häufig vom Schiffsbohrwurm (*Teredo* sp.) durchbohrt und siebartig durchlöchert sind, handelt es sich bei den Hölzern um Treibholz, das an der Meeresküste angetriftet wurde. Die Bohrröhren sind von Phosphorit erfüllt. Verschiedentlich fanden sich Rollstücke, die fast ausschliesslich aus einem dichten Knäuel der Phosphoritsteinkerne von *Teredo*-Bohrgängen bestehen.

Die Phosphoritkugeln des Gebietes von Oschwand und Stouffenbach unterscheiden sich in wesentlichen Punkten von den aus Österreich beschriebenen Funden. Bei den Phosphoritkugeln aus dem bernischen Muschelsandstein handelt es sich um meist kugelige Gebilde, deren Grösse max. 1 cm erreicht. Ein Teil der österreichischen Phosphoritvorkommen wird als Kotballen von Landsäugethieren bezeichnet. Für die Phosphoritkugeln des Berner Muschelsandsteines liegt ebenfalls die Vermutung nahe, dass es sich um Koprolithen handeln könnte.

Die Frage, ob irgendwelche Anhaltspunkte für die Herkunft solcher Kotballen vorliegen, kann bejaht werden, da in unmittelbarer Nachbarschaft von Phosphoritkugeln Echiniden in grösserer Menge auftreten. Gerade von Echiniden sind nun kugelförmige Kotballen bekannt. Die innerhalb des ursprünglichen Koprolith-Raumes angetroffenen, kleinwüchsigen, nicht der Lebenszeit (Burdigalien) der Scutellen entsprechenden Fossilreste, könnten ein Teil der unverdauten Scutellen-Nahrung sein, weil diese Tiergruppe als Algenfresser z. T. Sand oder Schlamm aufnimmt und nur das Verdauliche zurückbehält. Die Vermutung liegt deshalb nahe, dass die Entstehung der sogenannten «schwar-

zen Perlen» auf Kotballen der in der gleichen Schicht auftretenden Scutellen zurückzuführen ist. Der Erhaltungszustand der Scutellen in der Phosphoritkugeln-führenden Sandsteinschicht ist so gut, dass weiträumige Umlagerungen nicht stattgefunden haben können.

Selbstverständlich wurde auch die Frage geprüft, ob sich die Phosphoritkugeln auf sekundärer Lagerstätte befinden. Als Herkunftsgebiet für eine sekundäre Einschwemmung kommen verschiedene alpine Gesteine, besonders die untere Kreide und das Tertiär sowie die Kreideschichten des Jura in Frage. Gegen eine Einschwemmung aus einem alpinen Einzugsgebiet spricht die Tatsache, dass die Phosphoritkugeln, soweit bekannt, nur im scutellenreichen Horizont des Muschelsandsteins auftreten. Andere Horizonte, die die gleichen alpinen Gerölle wie die Phosphoritschicht enthalten, führen keine Phosphoritkugeln. Eine Herkunft aus dem Jura ist sicher auszuschliessen, da im Muschelsandstein keine Juragerölle auftreten und das gesamte sedimentpetrographische Bild eindeutig auf Napfprovenienz (alpine Schüttung) des Sand- und Geröllmaterials hinweist. Da zudem die Phosphoritkugeln Eindrücke von Sandkörnern aufweisen, die darauf schliessen lassen, dass sie zur Zeit ihres Einbettungszustandes relativ weich waren, ist der Schluss naheliegend, dass sich die Phosphoritkugeln auf «primärer Lagerstätte» befinden.

Das der Phosphatbildung und -konzentration nach allgemeiner Ansicht förderliche Milieu – Ästuares Flachmeer, Beckeninnenrand, Nähe von glaukonitischen Bildungen, phosphatliefernde Fauna (Fische usw.) und/oder phosphatliefernder alpiner Detritus sowie im Meerwasser gelöste Phosphate – ist ebenfalls vorhanden. Die Bedingung eines prä-orogenen ruhigen Milieus, um grössere Phosphatlager zu ermöglichen, ist allerdings nicht erfüllt. Es herrscht hier eine fast rein detritische Schüttung vor. Jedenfalls scheint das Koproolithmaterial während oder ganz kurz nach seiner Ablagerung mit koloidalem Kalziumphosphat imprägniert worden zu sein. Da die Kugeln relativ klein sind, ist es nicht möglich, eine von aussen nach innen gedrungene Phosphatisierung nachzuweisen.

Die Phosphoritkugeln des Gebietes Oschwand wurden bisher nur an 2 Stellen gefunden. Der Grund liegt einfach darin, dass noch keine systematische Überprüfung aller Aufschlüsse der Gegend erfolgte. Wir sind jedoch überzeugt, dass in der näheren und weiteren Umgebung von Oschwand solche Phosphoritkugeln in analoger biostratigraphischer Lage, entsprechend der regionalen Verbreitung von Scutellen im Muschelsandstein der Kantone Bern, Luzern und Aargau vorhanden sein könnten.

Ob sich die phosphoritführenden Horizonte für eine regionale Korrelation verwenden lassen, hängt von den weiteren stratigraphischen Untersuchungen ab; vor allem eine Bearbeitung der Scutellen aus dem Muschelsandstein der Schweiz drängt sich auf. Jedenfalls scheint neben stratigraphischer eine ökologische Ähnlichkeit der Vorkommen Oschwand-Stouffenbach mit einem Teil der von J. SCHADLER aus der österreichischen Molasse beschriebenen Profile zu bestehen.

## Literaturverzeichnis

- V. BRAUN, E. (1953): Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im Hochrheingebiet zwischen Zurzach und Eglisau. *Eclogae Geol. Helv.* 46/2.
- BÜCHI, U. P. (1950): Zur Geologie und Paläogeographie der südlichen mittelländischen Molasse zwischen Toggenburg und Rheintal. Diss. Zürich.
- (1956): Zur Geologie der Oberen Meeresmolasse von St. Gallen. *Eclogae geol. Helv.* 48/2.
- (1957): Zur Gliederung des Burdigalien im Kanton Aargau. *Bull. Ver. Schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing.* 23/65.

- (1959): Zur Geologie der Molasse zwischen Reuss und Seetal. *Eclogae geol. Helv.* 51/2.
- BÜCHI, U. P. & HOFMANN, F. (1960): Die Sedimentationsverhältnisse zur Zeit der Muschelsandsteine und Grobkalke im Gebiet des Beckennordrandes der OMM zwischen Aarau und Schaffhausen. *Bull. Ver. Schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing.* 27/72.
- BÜCHI, U. P., WIENER, G. & HOFMANN, F. (1965): Neue Erkenntnisse im Molassebecken auf Grund von Erdöltiefbohrungen in der Zentral- und Ostschweiz. *Eclogae geol. Helv.* 58/1, 87–108.
- CHARLES, G. (1953): Sur l'origine des gisements de phosphates de chaux sédimentaires, Congrès Géol. Internat. Alger. Fasc. XI.
- EMMENEGGER, CH. (1962): Géologie de la région sud de Fribourg, Molasse du Plateau et Molasse sub-alpine. Thèse Fribourg.
- HOFMANN, F. (1957): Untersuchungen in der subalpinen und mittelländischen Molasse der Ostschweiz. *Eclogae geol. Helv.* 50/2.
- (1959): Materialherkunft, Transport und Sedimentation im schweizerischen Molassebecken. *Jb. St. Gall. Naturw. Ges.* 76.
- HOFMANN, F. & GYGI, R. (1961): Ein Vorkommen von Oberer Mariner Molasse am Chestenberg (Kanton Aargau). *Eclogae geol. Helv.* 54/2.
- HÜRZELER, J. (1932): Die Helvétien-Tortonien-Grenze im aargauischen Mittelland. *Eclogae Helv.* 25.
- KOPP, J. (1935): Zur Geologie von Langenthal, Langenthaler Heimatblätter (mit geol. Karte).
- (1952): Die Erdölbohrung Altishofen. *Bull. Ver. Schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing.* 19/57.
- KRUMBEIN, W. C. & SLOSS, L. L. (1955): *Stratigraphy and Sedimentation*. San Francisco.
- LADOO, R. B. & MEYERS, W. M. (1951): *Nonmetallic Minerals*. 2nd. Ed. New York.
- LEMCKE, K., v. ENGELHARDT, W. & FÜCHTBAUER, H. (1953): Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im Westteil der ungefalteten Molasse des deutschen Alpenvorlandes. *Beitr. Geol. Jb.* 11, Hannover.
- LIECHTI, W. (1928): Geologische Untersuchungen der Molassenagelfluhregion zwischen Emme und Ilfis (Kt. Bern). *Beitr. geol. Karte Schweiz (N.F.)* 61.
- PETTIJOHN, F. J. (1957): *Sedimentary Rocks*, 2nd. Ed. New York.
- RENZ, H. H. (1937/38): Zur Geologie der östlichen st. gall.-appenzellischen Molasse. *Jb. st. gall. naturf. Ges.* 69.
- RUTSCH, R. F. (1927): Geologie des Belpberges. *Mitt. natf. Ges. Bern.*
- (1929): Die Gastropoden des subalpinen Helvétien der Schweiz und des Vorarlberges. *Abh. Schweiz. paläont. Ges.* 49.
- (1933): Beiträge zur Geologie der Umgebung von Bern. *Beitr. geol. Karte Schweiz. N.F.* 66.
- (1945): Neue Auffassung über die Entstehung von Molassesedimenten. *Eclogae geol. Helv.* 38/2.
- (1947): Molasse und Quartär im Gebiet des Siegfriedblattes Rüeggisberg. *Beitr. geol. Karte Schweiz. N.F.* 87.
- (1957): Das Typusprofil des Helvétien. *Eclogae geol. Helv.* 51/1.
- SCHADLER, J. (1932): Ein neues Phosphoritvorkommen (Plesching bei Linz, Oberösterreich). *Verh. Geol. Bundesanst. Nr. 7/8. 1932, Wien*, S. 129 + 130.
- (1934): Weitere Phosphoritfunde in Oberösterreich. *Verh. Geol. Bundesanst. Nr. 4/5, 1934, Wien*, S. 58–60.
- (1944): Fundumstände und geologisches Alter der Pflanzenreste aus dem Phosphoritvorkommen von Prambachkirchen in Oberdonau. *Palaeontographica Bd. LXXXVIII, Abt. B, Lief. 1–3, Stuttgart*.
- SCHÄFER, W. (1962): *Aktuo-Paläontologie nach Studien in der Nordsee*. Frankfurt am Main.
- SCHUPPLI, H. M. (1952): Erdölgeologische Untersuchungen in der Schweiz. IV. Teil. *Beitr. Geol. Schweiz. Geotechn. Ser.* 26/4.
- STUTZER, O. (1911): *Die wichtigsten Lagerstätten der «Nicht-Erze» 1. Teil*, Berlin.