Mikroorganismen in kondensierten Schichten der Dogger/Malm-Wende im Jura der Nordostschweiz

Autor(en): **Gehring, Andreas U.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **79 (1986)**

Heft 1

PDF erstellt am: **30.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-165822

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Eclogae geol. Helv.	Vol. 79	Nr. 1	Seiten 13–18	Basel, April 1986

Mikroorganismen in kondensierten Schichten der Dogger/Malm-Wende im Jura der Nordostschweiz

Von ANDREAS U. GEHRING[1])

ZUSAMMENFASSUNG

Eisenverkrustete und eisenoolithische Hartgründe der stark kondensierten Dogger/Malm-Grenzschichten wurden in Dünnschliffen und mit dem Raster-Elektronenmikroskop untersucht. Die Verkrustungen wie auch die goethitischen Ooide enthalten vererzte Strukturen von Mikroorganismen. Die biogene Anreicherung von Eisen und der Einfluss auf die Krusten- und Ooidbildung werden diskutiert.

ABSTRACT

Iron encrusted and iron oolitic hardgrounds from the Middle-Upper Jurassic boundary of the Jura region in northeastern Switzerland were analyzed using optical and scanning microscopy. Both, the encrustation and the goethitic ooids contain mineralized structures suggesting previous activity of microorganisms. This study supposes a relationship between the biogenic accumulation of iron and its influence on the formation of iron rich crusts and ooids in these condensed deposits.

Einleitung

Die Dogger/Malm-Grenze im Jura der Nordostschweiz ist durch stark kondensierte, geringmächtige, vererzte Schichten gekennzeichnet. Diese eisenreichen Schichten wurden sedimentologisch und paläoökologisch als Bildungen an einem leicht geneigten Abhang im Marginalbereich eines submarinen Schuttfächers beschrieben (GYGI 1981). Die Möglichkeit einer Eisenanreicherung durch Mikroorganismen und/oder organische Substanzen ist in zahlreichen Arbeiten behandelt worden (z. B. GATRALL et al. 1972; EHRLICH 1981; DEXTER-DYER et al. 1984). Der Zusammenhang von mesozoischen, eisenreichen Hartgrundbildungen und biogenen Prozessen ist weitgehend ungeklärt, da Strukturen von Mikroorganismen und organisches Material in solchen Gesteinen schlecht oder gar nicht erhalten sind. Studien an rezenten Sedimenten zeigen aber die grosse Bedeutung von organischen Substanzen auf das geochemische Verhalten des Eisens (z. B. PICARD & FELBECK 1976).

In der vorliegenden Arbeit werden Eisenverkrustungen in kondensierten Schichten nach mikrobiogenen Relikten untersucht.

[1]) Geologisches Institut, ETH-Zentrum, CH–8092 Zürich.

Geologischer Rahmen

Die untersuchten Proben stammen aus den Dogger/Malm-Grenzschichten der in Figur 1 aufgeführten Lokalitäten. Kondensation, Schichtlücken, komplizierte Aufarbeitungs- und Erosionsphänomene, Hartgrundbildungen mit Eisenverkrustungen und Eisenooiden sind markante Merkmale dieser Abfolgen, die sich im Aufschluss durch eine braunrote bis rote Farbe deutlich von den angrenzenden Formationen abheben. Die durchschnittlich weniger als 1 m mächtige, reduzierte Schichtfolge umfasst meist den Zeitraum des späten Callovian (*athleta*- und *lamberti*-Zone) und des frühesten Oxfordian (*mariae*- und *cordatum*-Zone). In diesen Schichten können aufgearbeitete Ammoniten des ganzen Callovian und spätesten Bathonian enthalten sein (ETTER 1984). Für eine ausführliche biostratigraphische Zusammenstellung wird auf die Arbeiten von GYGI (1969, 1977, 1981) verwiesen.

Über den feinsandigen Kalken und Mergeln des höheren Bathonian (Variansschichten) und dem mehr oder minder vorhandenen früheren Callovian folgen die kondensierten Schichten des späteren Callovian und des früheren Oxfordian. Während der *athleta*-Zone lagerten sich eisenoolithische Mergelkalke ab, gefolgt von den rotbraunen, eisenverkrusteten Schichten der *lamberti*- und *mariae*-Zone. Die mergelig ausgebildete *cordatum*-Zone enthält einerseits noch Eisenooide, andererseits schon Schwammreste, die eine fazielle Verbindung zu den darüber liegenden Birmenstorfer-Schichten bilden.

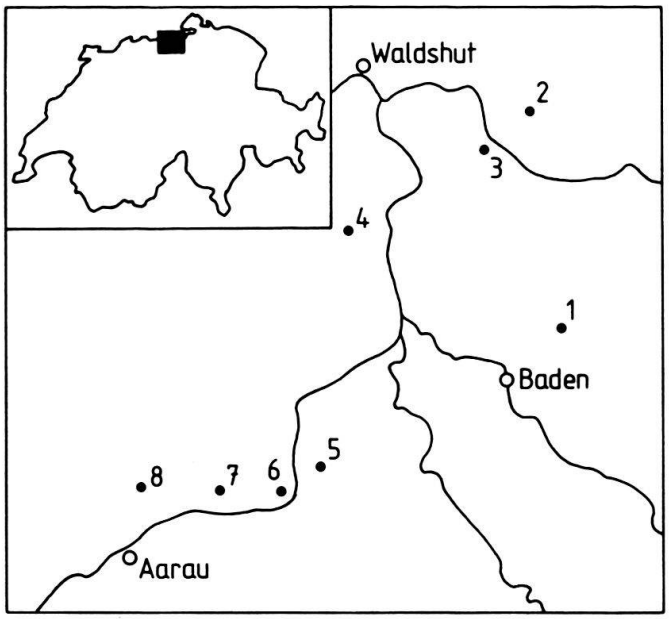

Fig. 1. Untersuchte Profile: 1. Oberehrendingen 669.075/260.100; 2. Dangstetten 666.500/272.750; 3. Zurzach 663.400/270.800; 4. Mandacher Egg 656.550/265.775; 5. Lupfig 655.150/254.100; 6. Jakobsberg 653.900/252.400; 7. Gatter 649.750/252.300; 8. Schellenbrücke 646.500/252.150

Diskontinuitätsflächen

Die kondensierten Schichten enthalten immer Diskontinuitätsflächen, die sich durch eisenimprägnierte Hartgründe mit einem erosiven Relief und Bohrspuren makroskopisch gut erkennen lassen. Bis zu zentimeterdicke Eisenverkrustungen an Schichtoberflächen

zeigen oftmals einen Wechsel von feingewellten, karbonat- und eisenreichen Lagen. Mit Vererzungen berindete, olivgraue und eisenooidführende, ockerfarbene Lithoklasten, knollenförmig vererzte Bioklasten, millimetergrosse, eisenhydroxidische Knollenbildungen und eckige, einseitig verkrustete Relikte eines Hartgrunds sind markante Anzeichen einer starken Aufbereitung. Die Art und die Formenvielfalt der Klasten in den kondensierten Schichten widerspiegeln die Komplexität des über mehrere Ammonitenzonen hinweg dauernden Aufarbeitungsprozesses. Die meisten aufgearbeiteten Relikte zeigen Umkrustungen oder feine, vererzte Berindung.

Die Diskontinuitätsschichten entstanden durch wiederholte Bioerosion, Korrasion, Resedimentation und Eisenanreicherung während einer Zeitspanne stark reduzierter Sedimentation. Aufgrund paläoökologischer Untersuchungen schliesst GYGI (1981) auf ein aerobes, normal salines Milieu während der Bildung dieser kondensierten Schichten.

Detailuntersuchungen

Dünnschliffe eisenverkrusteter Hartgründe (Fig. 2) zeigen oft einen deutlichen Wechsel von karbonat- und eisenhydroxidreichen Lagen, die teilweise goethitische Ooide enthalten (GEHRING 1985). Untersuchungen mit dem Raster-Elekronenmikroskop (REM) an mit 10% HCl angeätzten Proben verdeutlichen diese wechsellagigen Struktu-

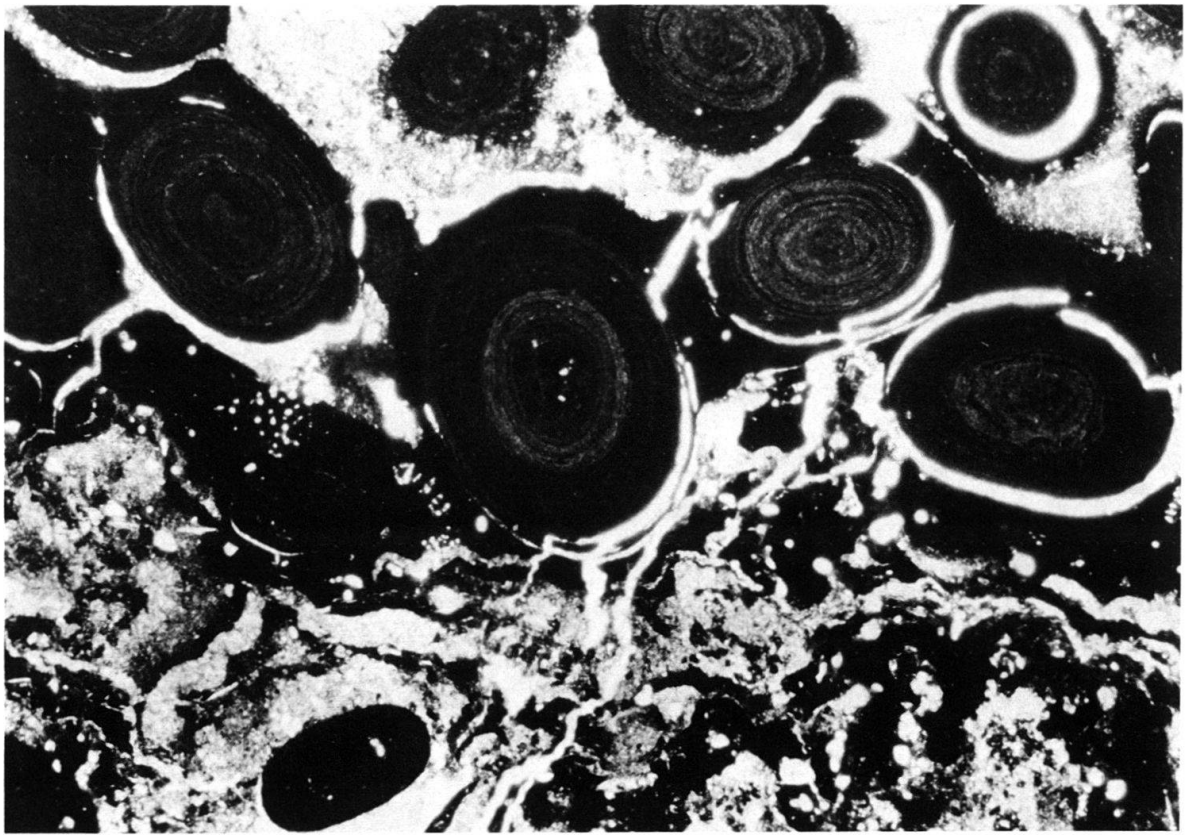

Fig. 2. Untere Bildhälfte: Diskontinuitätsflächen innerhalb eines Kondensationshorizontes. Hartgrundbildungen mit Eisenverkrustungen und Blumenkohlstrukturen; lagiger Aufbau von dunklen, eisenreichen und hellen, karbonatreichen Lagen. Obere Bildhälfte: Goethitooide in einer unterschiedlich stark eisenimprägnierten mikritischen Matrix. ×40.

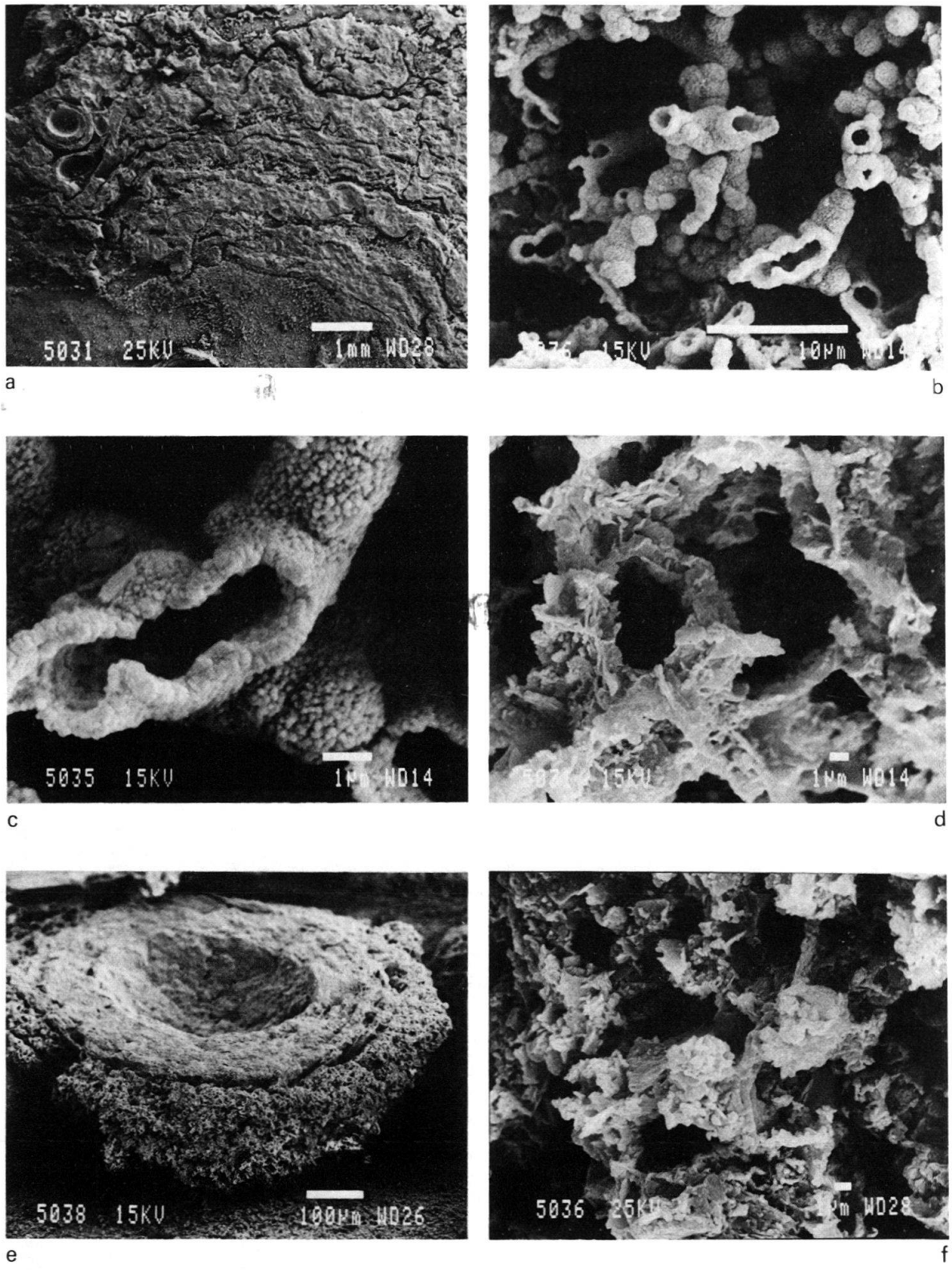

Fig. 3. a: Angeätzte Eisenverkrustungen mit karbonatarmen bzw. karbonatreichen, gewellten Wechsellagen und Eisenooiden. b: Verzweigte Gerüststruktur aus einem karbonatfreien Bereich. c: Detailaufnahme einer einzelnen Röhre mit kugelig vererzten Wänden. d: Polygonale Kristallite einer Gerüststruktur aus einem karbonatarmen Bereich. e: Aufgebrochenes Eisenooid mit kranzartiger, biogener Struktur, die durch das Weglösen der Karbonatmatrix deutlich sichtbar wird. f: Stark vererzte Strukturen aus dem peripheren Bereich des in Figur 3e gezeigten Ooids.

ren. Die eisenoxyhydroxidischen Ooide und Verkrustungen heben sich deutlich von den karbonatfreien Bereichen ab, in welchen nur noch säureresistente, gerüstartige Relikte erhalten bleiben (Fig. 3a). Bei einer Vergrösserung im µm-Bereich wird ein feines Gerüst von verästelten Röhrchen sichtbar (Fig. 3b). Die einzelnen Segmente sind nierenförmig bis sphärisch und haben einen Durchmesser von 1 bis 2 µm. Diese Röhrenstruktur wird durch kugelige, kompakt aneinanderliegende Kristallitaggregate aufgebaut (Fig. 3c). Die Grösse einzelner Kristallite liegt unter dem Auflösungsbereich des REM. In karbonatarmen Lagen finden sich analoge Gerüststrukturen wieder; diese Röhrenwände werden aus polygonalen Kristalliten gebildet (Fig. 3d). Die Form und die Grösse sind Indiz für einen höheren Kristallisationsgrad. Eine zunehmende Vererzung führt zu einem Überwachsen primärer Strukturen, so dass in stark verkrusteten Bereichen Gerüstformen völlig verdeckt werden können. Auch goethitische Eisenooide, die zusammen mit den Verkrustungen auftreten, zeigen an ihrer Peripherie gerüstartige Gebilde (Fig. 3e). Die Form dieser Vererzungen ist identisch mit den in den Krusten enthaltenen Strukturen (Fig. 3f). Im Innern eines aufgebrochenen Ooids sind solche gerüstartigen Strukturen nicht erkennbar. Dieses Fehlen ist möglicherweise durch den Grad der Vererzung bedingt.

Diskussion

Die oben beschriebenen Strukturen werden als biogen interpretiert. Hierbei könnte es sich um fädige Bakterien, Pilzhyphen oder Algen handeln. Am ehesten lassen sich diese Strukturen mit Bakterien der rezenten Gruppen *Gallionella* sp. und *Siderocapsa* sp. (HANERT 1981 a, b) vergleichen. Mikroorganismen können Eisen reduzieren und oxydieren oder ein hydroxid-affines Substrat für die Adsorption von Eisenverbindungen bilden. Beispielsweise braucht die im neutralen pH-Bereich lebende *Gallionella* sp. das Eisen chemolithotrophisch, doch kann sie auch Eisenoxide passiv an ihrer Oberfläche fällen (EHRLICH 1981). Solche komplexen biogenen Prozesse können in natürlichen aeroben Milieus schwerlösliche Fe(III)-Verbindungen mobilisieren und anreichern. Die Erhaltung verästelter Röhrenstrukturen in den beschriebenen, kondensierten Schichten ist Indiz einer Eisenkonzentrierung. Dieser Prozess der biogenen Eisenanreicherung führte zu Hartgrundbildungen mit laminierten, welligen Verkrustungen. Darin enthaltene Goethitooide zeigen an ihrer Peripherie Relikte biogener Strukturen. Dies führt zum Schluss, dass auch diese Form einer Eisenanreicherung von biogenen Prozessen beeinflusst wurde. Die Bildung goethitischer Ooide wurde modellhaft als Chemisorptionsprozess beschrieben, bei dem Mikroorganismen und organische Substanzen die Mobilität von schwerlöslichen Fe(III)-Verbindungen bewirken (GEHRING 1985).

Die Erhaltung der biogenen Strukturen ist oftmals vom Grad ihrer Vererzung abhängig. Eine starke Eisenanreicherung führte zu Hartgründen, in denen biogene Strukturen teilweise bis zur Unkenntlichkeit verkrustet sind. Wenig vererzte Mikrostrukturen sind oftmals schlecht zu erkennen und lassen sich kaum isolieren. Die verschieden stark vererzten Strukturen in den Dogger/Malm-Grenzschichten treten sowohl in Verkrustungen als auch an der Peripherie von goethitischen Ooiden auf und sind Indiz für den Einfluss von Mikroorganismen auf die unterschiedlichen Formen der Eisenanreicherung. Die mikrobiogenen Strukturen sind aber nicht indikativ für das Bildungsmilieu der Dogger/Malm-Grenzschichten.

Diese kondensierten Schichten lassen sich bis weit in den Südosten und Nordwesten Frankreichs verfolgen und treten häufig an Rändern von Massiven oder von Becken auf (MEGNIEN 1980; DEBRAND-PASSARD et al. 1984). Die geringmächtigen Abfolgen können als Bildungen auf marginalen Hochzonen von Massiven oder Schwellen betrachtet werden. Die durch die relative Lage bedingte Mangelsedimentation, die mehrere Ammonitenzonen überdauern kann, ist eine wichtige Voraussetzung für die Eisenanreicherung.

Zusammenfassend lassen sich die Schichten der Dogger/Malm-Grenze des Juras der Nordostschweiz als kondensierte Ablagerungen mit biogenen Eisenanreicherungen in einem Schwellenbereich interpretieren.

Verdankungen

Für die kritische Durchsicht des Manuskripts danke ich Prof. H. Rieber und H. P. Funk, für die Unterstützung in technischen und mikrobiologischen Fragen D. Dietrich (REM) und K. Hanselmann.

LITERATURVERZEICHNIS

DEBRAND-PASSARD, S., & COURBOULEIX, S. (1984): Synthèse géologique du Sud-Est de la France. – Mém. Bur. Rech. géol. min. *126*.

DEXTER-DYER, B., KRETSCHMAR, M., & KRUMBEIN, W. E. (1984): Possible microbial pathways in the formation of Precambrian ore deposits. – J. geol. Soc. (London) *141*, 251–262.

EHRLICH, H. L. (1981): Geomicrobiology. – Marcel Dekker, New York.

ETTER, W. (1984): Das Callovian von Dangstetten (BRD). – Unpubl. Diplomarb. Paläont. Inst. Univ. Zürich.

GEHRING, A. U. (1985): A microchemical study of iron ooids. – Eclogae geol. Helv. *78*/3, 451–457.

GYGI, R. A. (1969): Zur Stratigraphie der Oxford-Stufe (oberes Jura-System) der Nordschweiz und des süddeutschen Grenzgebietes. – Beitr. geol. Karte Schweiz [N.F.] *136*.

— (1977): Revision der Ammonitengattung *Gregoryceras* (Aspidoceratidae) aus dem Oxfordian (Oberer Jura) der Nordschweiz und von Süddeutschland. Taxonomie, Phylogenie, Stratigraphie. – Eclogae geol. Helv. *70*/2, 435–542.

— (1981): Oolitic iron formations: marine or not marine? – Eclogae geol. Helv. *74*/1, 233–254.

GATRALL, M., JENKYNS, H. C., & PARSONS, C. F. (1972): Limonitic concretions from the European Jurassic, with particular reference to «snuff-boxes» of southern England. – Sedimentology *18*, 79–103.

HANERT, H. H. (1981a): The Genus Gallionella. In: STARR, M. P. (Ed.): The Prokaryotes. A Handbook on Habitats, Isolation, and Identification of Bacteria (Bd. 1, S. 509–515). – Springer, Berlin/Heidelberg.

— (1981b): The Genus Siderocapsa (and other Iron- or Manganese-oxidizing Eubacteria). In: STARR, M. P. (Ed): The Prokaryotes. A Handbook on Habitats, Isolation, and Identification of Bacteria (Bd. 1, S. 1049–1059). – Springer, Berlin/Heidelberg.

MEGNIEN, C. (1980): Synthèse géologique du bassin de Paris. – Mém. Bur. Rech. géol. min. *101–103*.

PICARD, G. L., & FELBECK, G. T. (1976): The complexation of iron by marine humic acid. – Geochim. cosmochim. Acta *40*, 1347–1350.

Manuskript eingegangen 10. Mai 1985
Revision angenommen 31. Juli 1985