Mitt. Pollichia	67	29-43	Bad Dürkheim/Pfalz 1979
			ISSN 0341-9665

Fritz KUTSCHER

Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers
53. Die Aussagen der Crinoideen über den Hunsrückschiefer

Kurzfassung

KUTSCHER, F. (1979): Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers. 53. Die Aussagen der Crinoideen über den Hunsrückschiefer. — Mitt. Pollichia, **67**: 29—43, Bad Dürkheim/Pfalz.

Die Crinoideen sind die artenreichste Tiergruppe des Hunsrückschiefers; aus seinen Dachschiefern sind annähernd 70 Arten bestimmt worden. Der Nachweis ihrer Vorkommen verteilt sich auf 120 Jahre. Systematik und Ökologie sind bisher nur wenig beachtet worden.

Abstract

KUTSCHER, F. (1979): Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers. 53. Die Aussagen der Crinoideen über den Hunsrückschiefer [Contributions to the study of sedimentation and fossiliferous contents of the Hunsrueck slate. 53. The significance of crinoids for the Hunsrueck slate]. — Mitt. Pollichia, **67**: 29—43, Bad Dürkheim/Pfalz.

The crinoids are the most numerous species of animals of the Hunsrueck slates. In its roofing-slates about 70 different species were discovered within the last 120 years. Systematology and ecology, however, have not yet been studied intensively enough. That will be done below.

Résumé

KUTSCHER, F. (1979): Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers. 53. Die Aussagen der Crinoideen über den Hunsrückschiefer [Contribution à la connaissance de la sédimentation et du contenu en fossiles des schistes du Hunsrück. 53. Les dires des crinoides sur les schistes du Hunsrück]. — Mitt. Pollichia, **67**: 29—43, Bad Dürkheim/Pfalz.

Les crinoides font partie d'un groupe d'animaux qui présente le plus grand nombre d'espèces retrouvées dans les schistes du Hunsrück. Dans les carrières d'ardoises 70 espèces environ ont été trouvés depuis 120 ans. L'écologie et la systématique n'ont pas encore été étudiées dans le détail.

1. Einleitung

Das ältere Paläozoikum weist, im Gegensatz zu den jüngeren Zeitaltern und der Gegenwart, eine Fülle von Crinoideen auf. Kalke und Tonschiefer waren sehr erhaltungsfreudig und haben eine große Zahl von mehr oder weniger gut erhaltenen Arten überliefert.

Im Unterdevon war es besonders der Hunsrückschiefer, der eine große Anhäufung von Crinoideenarten und -gattungen aufzeigt, die auch in der paläozoischen Altzeit ihresgleichen sucht.

W. E. SCHMIDT, der unentwegte Erforscher der Hunsrückschiefer-Crinoideen, hat über 40 neue Arten aus dem Hunsrückschiefer aufgestellt. Insgesamt sind es heute etwa 70 Arten, die bekannt sind, und die ungefähr $^1/_4$ der bekannten Gesamtfauna des Hunsrückschiefers ausmachen.

Die zahlreichen Arten sind es aber nicht allein, die den Hunsrückschiefer bekannt gemacht haben. An die Crinoideen geknüpft sind auch die ersten wissenschaftlichen Untersuchungen über die Entstehung des Hunsrückschiefers selbst.

Die paläontologische Erforschung des Hunsrückschiefers ist über 120 Jahre alt. Immer wieder zog es die Spezialisten an, sich an diesem Sediment zu versuchen. Es soll heute nachverfolgt werden, wie die Crinoideen immer wieder die Forscher angeregt haben, sich an dem schwierigen Stoff zu versuchen, und die so das Bild von dem Hunsrückschiefer immer mehr vervollständigt haben.

2. Die Crinoideen im Hunsrückschiefer

Das Hunsrückschiefer-Meer war weitgehend von Crinoideen belebt. Im Unterdevon ist dies bei keinem anderen Schichtenglied auch nur annähernd der Fall. W. E. SCHMIDT (1934, 1941) konnte aus dem Hunsrückschiefer 62 Arten nachweisen, während aus dem gesamten übrigen rheinischen Unterdevon bis zur Cultrijugatus-Zone etwa 120 Arten von ihm bestimmt und beschrieben wurden (1941).

Die Crinoideen-Fauna des Hunsrückschiefers wird häufig auch als diejenige der Dachschiefer von Bundenbach bezeichnet. Dies ist zweifelsohne nicht richtig. Vielmehr entstammen sie einem einheitlichen Horizont und damit einem Faziesbereich, der dem Cauber Horizont oder dem unteren Hunsrückschiefer entspricht. Außer in der Umgebung von Bundenbach kommen sie auch in den Gruben um Gemünden vor, sowie in den Gruben bei Kaub am Rhein und im Taunus. Häufigster Fundort ist Bundenbach. Hier gibt es aber sicherlich bald 100 Gruben, die alle einmal im Betrieb waren, die heute allerdings zumeist auflässig sind. Ebenso ist es heute nicht mehr feststellbar, wie die unter dem Fundort Bundenbach firmierten Crinoideen-Arten auf die Gruben zu verteilen sind. Erst in jüngerer Zeit sind die Fundortgruben genau angegeben. Diese Unterlassungssünde unserer Vorfahren ist nicht mehr zu beheben. Die älteren Dachschiefer-Bergleute erzählen zwar immer wieder, daß einzelne Dachschiefer-Lager durch bestimmte Arten ausgezeichnet waren, eine Feststellung, die heute nicht mehr nachgeprüft werden kann.

Neben den mehr oder weniger vollständig erhaltenen Arten gibt es im Hunsrückschiefer eine Unzahl von Crinoideenresten in Form von Stielteilen, Stielgliedern und Kronen. Auf vielen verlassenen Schieferhalden, die wir in der letzten Zeit untersuchen konnten (BRASSEL & KUTSCHER 1978) sind manche Schieferplatten geradezu erfüllt mit ihnen. Auch die Röntgenuntersuchungen bestätigen dieses Bild. An vielen Stellen konnte auch Crinoideengrus beobachtet werden; ein Beispiel habe ich 1971 abgebildet.

3. Die Stellung der Crinoideen im Echinodermaten-Stamm

Die Crinoideen hatten von jeher einen festen Stammplatz innerhalb des Echinodermaten-Stammes, der 1734 von KLEIN aufgestellt wurde, besessen. In der Erdgeschichte traten sie bereits im Unter-Ordovizium auf und gelangten bereits damals zur Blüte. Artenmäßig stellen ihre Individuen die häufigsten innerhalb des Stammes dar.

Mit einigen Ausnahmen lebten die Crinoideen des Paläozoikums bevorzugt in den Flachmeeren.

Die Echinodermen wurden von MOORE u. a. in 4 Unterstämme aufgeteilt. Einen Unterstamm bilden die Crinozoa, der in die Klassen

Blastoidea
Crinoidea
Cystoidea
Edrioblastoidea
Paracrinoidea
Parablastoidea
Eocrinoidea

aufgegliedert wird. Innerhalb der Klassen spielen die Crinoidea die größte Rolle.

Gegen diese Aufgliederung haben neuerdings BREIMER & UBAGHS (1974) Stellung bezogen. Sie führen den Echinodermaten-Stamm auf den Namen DE BRUGIÈRE 1789 zurück und merzen den Namen des Unterstammes Crinozoa zu Gunsten von Pelmatozoa LEUCKART 1848 aus. Darin werden die Crinoidea MILLER 1821 der Superklasse Brachiatoidea BURMEISTER 1856 zugeteilt.

4. Die Crinoideenbeschreibung von Ferd. ROEMER im Jahre 1864

Die erste systematische Beschreibung von Hunsrückschiefer-Fossilien durch Ferd. ROEMER (1864) berichtet über Asteroideen und Crinoideen. Dabei sind 2 Crinoideen-Arten aus dem Dachschiefer genannt und zwar

Cyathocrinus gracilior (Palaeontogr., **9**: 149—150, Taf. 29 Fig. 1; Taf. 25 Fig. 10; Fig. 8.

Poteriocrinus nanus (Palaeontogr., **9**: 150—152, Taf. 29 Fig. 1; Taf. 25 Fig. 9; Taf. 26 Fig. 7)

W. E. SCHMIDT änderte die Gattung und somit heißen sie heute

Imitatocrinus gracilior (ROEMER) — W. E. SCHMIDT, 1934: 105—108, Taf. 19 Fig. 1—3; Taf. 20 Fig. 1; Taf. 26 Fig. 2; Abb. 25.

Rhadinocrinus nanus (ROEMER) — W. E. SCHMIDT, 1934: 100—103, Taf. 17 Fig. 1—3; Taf. 32 Fig. 2; Abb. 23 a u. b und 24?

= *Iteacrinus nanus* (ROEMER) — W. E. SCHMIDT, 1941; 30.

Damals kannte man noch keine Präpariermethoden; eine Beschreibung war daher sehr schwierig.

Nach den Angaben von FERD. ROEMER wurden die Echinodermen von dem Oberförster TISCHBEIN zusammengetragen; wahrscheinlich sammelte er das Material auf den Schiefergruben auf. Umfangreiches Material besaß Prof. DUNKER und neben FERD. ROEMER auch das Fossilienkontor DR. KRANTZ in Bonn. DUNKER hatte bereits mit der Bearbeitung begonnen und lithographische Tafeln dieser Formen angefertigt, die er dann FERD. ROEMER zur Bearbeitung überließ (KUTSCHER 1969).

TISCHBEIN, damals in Herrstein als Forstmann tätig, ist durch ROEMER bekannt geworden, der die Asterozoen-Art *Euzonosoma tischbeinianum* nach ihm benannte (KUTSCHER 1970).

5. Die Crinoideen-Arten von OTTO FOLLMANN

Rund 20 Jahre nach der ersten Beschreibung von 2 Crinoideen-Arten durch F. ROEMER konnte O. FOLLMANN (1887: 113—138) eine Reihe von Arten neu beschreiben. Eine ungewöhnlich reichhaltige Sammlung von Crinoideen aus den Dachschiefern von Bundenbach und Gemünden, welche B. STUERTZ in Bonn zusammengetragen hatte, wurden ihm zur Bearbeitung anvertraut. Die Originale aus dem Hunsrückschiefer gingen in Bonner Museumsbesitz über.

Durch eine neue Präpariermethode war es STUERTZ gelungen, den feineren Bau der schon lange bekannten Asteriden darzulegen, was sich auf die Untersuchung der meist in Schwefelkies erhaltenen Crinoideen vorteilhaft auswirkte.

FOLLMANN beschrieb folgende neue Arten:

Triacrinus elongatus n. sp. 1887: 114—115, Taf. 2 Fig. 1 u. 1a, aus dem Hunsrückschiefer von Gemünden
= *Triacrinus elongatus* FOLLMANN bei W. E. SCHMIDT 1934: 22—25, Taf. 2 Fig. 3; Taf. 12 Fig. 2; Abb. 2a u. b

Calycanthocrinus decadactylus n. sp. 1887: 116, Taf. 2 Fig. 2; Dachschiefer bei Gemünden und im Wispertal bei Kaub
= *Calycanthocrinus decadactylus* FOLLMANN bei W. E. SCHMIDT 1934: 28—30, Taf. 27, Fig. 2; Abb. 3a—d

Taxocrinus Stürtzi n. sp. 1887: 118; Taf. 2 Fig. 3. Dachschiefer von Bundenbach
= *Taxocrinus stürtzii* FOLLMANN bei W. E. SCHMIDT 1934: 114

?*Taxocrinus Grebei* n. sp. 1887: 118—119, Taf. 2 Fig. 4 u. 4a. Dachschiefer von Bundenbach
= *Follicrinus grebei* (FOLLMANN) bei W. E. SCHMIDT 1934: 75—77, Taf. 5 Fig. 2; Taf. 31; Abb. 15

Codiacrinus Schultzei n. sp. 1887: 123—125, Taf. 3 Fig. 1, 1a u. 1b. Hunsrückschiefer von Bundenbach
= *Codiacrinus schultzei* FOLLMANN bei W. E. SCHMIDT 1934: 71—74, Taf. 7 Fig. 1 u. 2; Taf. 27 Fig. 1; Abb. 14

Weiterhin erwähnt FOLLMANN:

Poteriocrinus nanus F. ROEMER 1887: 121—122 aus dem Hunsrückschiefer des Wispertales bei Kaub und von Bundenbach
= *Iteacrinus nanus* (F. ROEMER) bei W. E. SCHMIDT 1941: 30

Poteriocrinus zeaeformis SCHULTZE 1887: 122—123, Taf. 2 Fig. 6, 6a u. 6b aus dem Hunsrückschiefer von Kaub und Bundenbach
= *Parisangulocrinus zeaeformis* FOLLMANN bei W. E. SCHMIDT 1941: 28—29

6. Die Crinoideen-Forschungen von O. JAEKEL

Bei der Bahandlung der Crinoideen des Museums für Naturkunde fiel reichlich Material aus dem Hunsrückschiefer des Rheinlandes an. JAEKEL (1895) beschrieb vornehmlich dieses Berliner Material, stellte eine Reihe von neuen Arten auf und behandelte das gesamte Material aus ökologischer Sicht.

Zunächst die Liste der Crinoideen aus dem Hunsrückschiefer:

Acanthocrinus rex JAEKEL 1895: 16—27, Taf. 1, Fig. 2—5. Kaub am Rhein, Gemünden

Ctenocrinus gracilis JAEKEL 1895: 35, Fig. 7. Lorch am Rhein

Macarocrinus springeri JAEKEL 1895: 37, Taf. 2 Fig. 1 Bundenbach

Culicocrinus spinatus JAEKEL 1895: 40—42, Abb. 8. Lorch am Rhein

Triacrinus elongatus FOLLMANN; JAEKEL 1895: 46—48, Taf. 3 Fig. 1. Gemünden

Calycanthocrinus decadactylus FOLLMANN; JAEKEL 1895: 51—54, Taf. 3 Fig. 2, 3. Gemünden

Cyathocrinus grebei (FOLLMANN); JAEKEL 1895: 60—62, Taf. 5 Fig. 1. Gemünden.

Codiacrinus schultzei (FOLLMANN); JAEKEL 1895: 64. Bundenbach

Parisocrinus zeaeformis (SCHULTZE); JAEKEL 1895: 65—66; Taf. 4 Fig. 2, 3. Bundenbach
nach W. E. SCHMIDT 1941: 28—29 = *Parisangulocrinus zeaeformis* (FOLLMANN)

Homocrinus kayseri JAEKEL 1895: 78—79, Taf. 5 Fig. 2—4. Wisperstein bei Lorch
nach W. E. SCHMIDT 1934: 77—79 = *Follicrinus kayseri* (JAEKEL)

Bactrocrinus nanus (F. ROEMER) 1895: 85—87, Taf. 6 Fig. 1 u. 2. Gemünden, Bundenbach und Kaub
nach W. E. SCHMIDT 1934: 100—103 = *Rhadinocrinus nanus* (F. ROEMER)
nach W. E. SCHMIDT 1941: 30 = *Iteacrinus nanus* (F. ROEMER)

Hapalocrinus elegans JAEKEL 1895: 96—103, Taf. 10. Bundenbach

Agriocrinus frechi JAEKEL 1895: 103—105, Taf. 10. Bundenbach
nach W. E. SCHMIDT 1934: 35—36 = *Hapalocrinus frechi* (JAEKEL)

Agriocrinus gracilior (F. ROEMER); JAEKEL 1895: 105. Bundenbach
nach W. E. SCHMIDT 1934: 105—108 = *Imitatocrinus gracilior* (F. ROEMER)

Agriocrinus inermis JAEKEL 1895: 105—106. Bundenbach
nach W. E. SCHMIDT 1934: 37—38 = *(Agriocrinus inermis* JAEKEL)
nach W. E. SCHMIDT 1934: 38—39 = *Hapalocrinus innoxius* W. E. SCHMIDT

Thallocrinus hauchecornei JAEKEL 1895: 106—108, Taf. 8 Fig. 1, 1a. Bundenbach.

Insgesamt werden 16 Arten genannt, wovon 7 Formen alt und 9 Arten neu sind.

Der Erhaltungszustand der Echinodermenfauna des Hunsrückschiefers ist nicht nur wegen der besonderen ökologischen Faziesverhältnisse, sondern auch durch die eigenartigen Fossilisationsprozesse ungewöhnlich. Zumeist sind die Skelettstücke verkiest. Das poröse Maschenwerk nimmt nach der Einbettung mineralische Lösungen in sich auf; der Kalk kann durch Dolomit und Eisenkies ersetzt werden, Kieselsäure und Eisensulfide infiltrieren häufig. Dadurch wird eine besondere Präparationsmethode, meist durch die Nadel, anwendbar.

Die stattgehabten geologischen Vorgänge haben vielfach auf den Erhaltungszustand der Fossilien eingewirkt. Besonders sind es die tektonischen Vorgänge, die die Tonschiefer samt ihren fossilen Einschlüssen verändert haben.

JAEKEL nimmt an, die Crinoideen seien am Lebensort in den Meeresschlamm eingesunken, also nicht durch Strömung abgerissen und erst nach längerer Zeit und in einiger Entfernung abgelagert worden. Die Crinoideen des Hunsrückschiefers waren aus inneren, individuellen Ursachen eines natürlichen Todes gestorben. Sie zeigen den Körper in normaler Ruhelage; die Leichen waren bereits starr, als der Stiel umbrach.

Ein Vergleich mit den Crinoideenfaunen des Eifeler Kalkes zeigt auf, daß diese eine Menge dick verkalkter, schwerfällig gebauter Crinoideentypen besitzen, während solche im Hunsrückschiefer vollkommen fehlen. Im Hunsrückschiefer finden wir dagegen dünn und zierlich gebaute Gattungen wie *Calycanthocrinus, Agriocrinus* und *Acanthocrinus*.

Die Arten des Hunsrückschiefers sind keine Rifftypen, wie sie sich auf oder in der Nähe eines Riffes entwickeln, wo reiche Kalkzufuhr, Strömungen und die Bewegung von grobem Detritus auf die Formbildung der Crinoideen einwirken. Die Crinoideen des Hunsrückschiefers sind durchweg dünn skelettiert, zierlich gegliedert, lose im Boden befestigt und streng pentamer gebaut. Den sich hierin ausprägenden Typus bezeichnete JAEKEL daher als **Tiefentypus.**

7. HAARMANN und die Verhältnisse im Hunsrückschiefer-Meer

In seiner Habilitationsschrift über devonische Crinoideen beschäftigte sich HAARMANN (1922) auch mit der Hunsrückschiefer-Art *Rhenocrinus ramosissimus* W. E. SCHMIDT. Er geht dabei auch auf die Verhältnisse im Hunsrückschiefer-Meer ein und berichtet in diesem Rahmen über den Standort der Crinoideen, über ihre Lebensweise und ihr Absterben.

Dabei kommt dieser Autor zu Auffassungen, die den Ausführungen von JAEKEL (1895) entgegenstehen. Es zeigt sich, daß sich HAARMANN an Ort und Stelle im Hunsrückschiefer gut umgesehen hat. Die einzelnen Behauptungen von JAEKEL über das Absterben und die Todesursache, über das Verhältnis von ausgewachsenen Individuen zu Jungtieren, über den Ort der Einbettung und das Eintreten der Todesstarre weist er zurück. HAARMANN nimmt an, daß vielleicht nicht sehr starke, gelegentliche Wasserbewegungen — Meeresströmungen, möglicherweise auch Gezeitenströme und Wellenschlag — die Crinoideen umgelegt, abgebrochen oder ausgerissen und teilweise weggeschwemmt haben. Hierbei ist es nicht notwendig anzunehmen, „daß die Leichen bereits starr waren, wenn der Stil abbrach". Es liegt näher, daß die Glieder diejenige Beweglichkeit miteinander hatten, die ihnen nach dem Bau der sie verbindenden Gelenke möglich war.

HAARMANN schlußfolgert, daß die Crinoideen meist in einem ruhigen Meeresteil lebten, auf dessen Boden das Wasser gelegentlich durch Meeresströmungen, Gezeitenströme oder Wellenschlag bewegt wurde, wobei die Seelilien zum Teil weggeschwemmt und eingebettet wurden.

8. Die Wasserbewegungen im Hunsrückschiefer-Meer nach KLÄHN

KLÄHN weist nach, daß Crinoideen und in auch geringem Maße Seesterne in ausgezeichneter Weise zum Nachweis fossiler Wasserbewegungen dienen können, was sowohl die Richtung und auch den Grad der Bewegung betrifft. Die Wasserbewegungen spielten sich in küstenferneren Gebieten der fossilen Flachmeere ab.

Theoretisch betrachtet kommen folgende Möglichkeiten der Ablagerungen in Frage:

1. in ganz ruhigem Wasser,
2. in einseitig bewegtem Wasser,
3. in mehrseitig bewegtem Wasser.

Für „in einseitig bewegtem Wasser" angelagerte tote Crinoideen führt KLÄHN neben Beispielen aus dem Lias ε auch solche aus dem unterdevonischen Huns-

rückschiefer an, dessen Entstehung sicher ähnlicher Natur ist. Auch das Hunsrückschiefer-Meer muß nach seiner Ansicht strömungslos gewesen sein, wobei es aber nicht an Anzeichen fehlt, welche auf zeitweilige Kleinströmungen hinweisen. Mehrere Beispiele von solchen Platten werden angeführt, besonders solche mit Crinoideen-Formen, die sehr zartgliedrig sind.

9. Die Arten der Einregelung bei Seelilien des unterdevonischen Bundenbacher Schiefers nach R. von Koenigswald

R. von Koenigswald (1930) hat sich in zwei Arbeiten um die Seelilien des Hunsrückschiefers bemüht. Neue Arten hat er nicht beschrieben, doch gibt er gute Abbildungen von

Agriocrinus frechi Jaekel = *Hapalocrinus* frechi (Jaekel))
Eutaxocrinus stürtzi Jaekel = *Taxocrinus* stürtzii (Follmann)
Triacrinus elongatum Follmann = *Triacrinus elongatus* Follmann.

Wohl hat der Autor sich um die Einlagerung der Bundenbacher Crinoideen gekümmert. Durch ihren Stil in ihrer Bewegungsfreiheit eingeschränkt, bietet die Einregelung allerdings wenig Besonderheiten im Gegensatz zu den Seesternen. Das Verhalten der verschiedenen Arten ist sich ziemlich gleich. Als besonders empfindlich ist der durch lange starre Arme ausgezeichnete *Triacrinus* aufgefallen.

R. von Koenigswald unterscheidet:

1. Uneingeregelt eingelagerte Seelilien

Von der Strömung unbeeinflußt eingelagerte Seelilien zeigen gewöhnlich stärkere Krümmungen des Stieles und voll ausgebildete Kronen. Sie sind, ebenso wie ungeregelte Seesterne, nicht besonders häufig.

2. Geregelt eingelagerte Seelilien

Die festgeheftete oder auch flottierende Seelilie wird, wenn sie im Tode auf den Meeresgrund niedersinkt, ganz besonders leicht von der Strömung erfaßt und mitgenommen. Wenn mehrere Exemplare zusammenliegen, sind die Stiele gestreckt und mehr oder weniger parallel angeordnet; auch wird die Krone etwas in die Stromrichtung gestreckt.

Weiterhin bezieht der Autor zum Absterben der Echinodermen Stellung. Mit großer Wahrscheinlichkeit nimmt er ein plötzliches Absterben derselben an und zwar durch eine Vergiftung durch Schwefelwasserstoff. Bei Stürmen gelangt dieser durch Aufwühlen des Grundes ins Bodenwasser und bringt die gesamte Fauna zum Absterben. Der niedersinkende Schlamm sorgt für eine rasche Einbettung, die bei der vorzüglichen Erhaltung der sonst leicht zerstörbaren Reste gefordert werden muß.

Der überaus große Anteil der Seesterne und Crinoideen bei der Zusammensetzung der Bundenbacher Fauna dürfte sekundärer Natur und in ihrem rein physikalischen Verhalten gegen die verfrachtenden Meeresströmungen zu suchen sein.

10. Die Crinoideen der Tonschiefer des Hunsrückschiefers nach Kutscher 1931

Die Crinoideen des Hunsrückschiefers erfreuen sich in den Tonschiefern einer weiten Verbreitung. 19 Arten werden als bekannt aufgeführt.

Im Gegensatz zu der Annahme, daß im Hunsrückschiefer nur gut erhaltene Individuen fossil geworden sind, wird erläutert, daß die zerfallenen ungleich

überwiegen. Örtliche Anreicherungen von zerfallenen Stielgliedern werden beschrieben. Die überaus weite Verbreitung derselben spricht für eine Verfrachtung der abgerissenen oder abgestorbenen Crinoideenstiele durch die herrschenden Strömungen.

Die allermeisten Arten der Crinoideen kommen in der Ungebung von Bundenbach vor. Daneben steht Gemünden, wo jedoch der Artenreichtum hinter dem Individuenreichtum zurücktritt. Zumeist sind es auch sehr dünn skelettierte Arten wie *Triacrinus elongatus* und *Calycanthocrinus decadactylus*, die häufig auftreten. Immer werden auch hier deren dünne Stiele, die vollkommen verschlungen sind oder auch in zerfallenem Zustand ganze Schichten durchsetzen, gefunden.

Durch Arten- sowie auch Individuenarmut zeichnen sich die Schiefergruben am Rhein und im Taunusgebiet gegenüber dem Hunsrück bei Bundenbach und Gemünden aus.

11. Die Stellungnahme zu den Crinoideen durch Rud. Richter

Es ist das große Verdienst von Rud. Richter, daß er die Erforschung des Hunsrückschiefers auf vernünftige und richtige Bahnen gelenkt hat. Er hat zwar keine Crinoideen-Arten aus dem Hunsrückschiefer selbst bearbeitet, doch hat er in seiner Schrift über „Tierwelt und Hunsrückschiefer" den Crinoideen wichtige Absätze gewidmet.

Als Ergebnis seiner Hunsrückschiefer-Forschungen stellt er fest, daß die Tierwelt des Hunsrückschiefers weder Anzeichen für periodische Vergiftungen noch überhaupt Anzeichen für unnatürlichen Tod zeigt. Verschiedene Forscher der damaligen Zeit, besonders Gürich und R. von Koenigswald hatten sich für Vergiftungen eingesetzt. Der Meeresboden des Hunsrückschiefers trug nach Richter ein reiches Benthosleben, das auch das Eindringen in das Schlammleben durchaus bejahte; in neuester Zeit durch Seilacher's Holothurien-Arbeit bestens bestätigt. Die im Hunsrückschiefer erhaltene Tierwelt hat ihre Ausgewachsenheit mit normalen Erlebensaussichten erreicht und zeigt keinerlei Anzeichen von ungewöhnlichen Todesfällen der Einzelnen noch von Massenunfällen.

12. Opitz und die Crinoideen des Birkenfelder Landes

In dem bekannten Buch von Opitz über die Erdgeschichte des Nahe-Hunsrücklandes Birkenfeld räumt der Heimatforscher den Crinoideen einen breiten Raum ein (Opitz 1932, S. 93—112). Aus dem heimischen Dachschiefer führt er 16 Arten an, die er selbst gesammelt und ausgezeichnet präpariert hat. Die Abbildungen 90 bis 110 befassen sich mit ihnen. Die Abbildungen 76, 91, 94, 97, 99, 106 und 109 stellen noch unbeschriebene Arten dar. Sie wurden später von W. E. Schmidt bearbeitet und neu benannt.

Zur Lebensweise und Fossilisierung gibt Opitz viele Hinweise, bezieht sich aber auf Jaekel, R. von Koenigswald und andere Forscher.

13. Die Crinoideen-Monographien von W. E. Schmidt

Die Crinoideen des Hunsrückschiefers wurden von W. E. Schmidt in zwei Monographien eingehend behandelt. Innerhalb der letzten 100 Jahre sind sie die hervorragendsten Werke, die über Crinoideen des rheinischen Devons geschrieben wurden. Ihrer sowie auch W. E. Schmidt's wurde im Jahre 1976 von mir in mehreren Arbeiten gedacht (siehe Literaturverzeichnis).

1934 wurden 59 Arten beschrieben, wovon 37 neu sind. 1941 wurden dann nochmals 19 Arten (darunter 3 neue) behandelt. Insgesamt verteilen sie sich auf 14 Familien und 30 Gattungen, unter denen W. E. SCHMIDT 6 neue Gattungen aufstellt.

Mit der Bearbeitung der Crinoideen des rheinischen Devon verfolgte W. E. SCHMIDT vorwiegend stratigraphische Ziele. Das reichgegliederte Skelett der Crinoideen schien ihm sehr geeignet zu sein, feine Altersunterschiede der sie einschließenden Sedimente anzuzeigen, denn es spiegelt vermutlich Änderungen der Fazies und damit auch geologische Ereignisse wider.

Die Crinoideen-Fauna des Hunsrückschiefers ist eine in sich geschlossene und durchaus eigenartige Crinoideenfauna. Diese Fauna, meist als diejenige der Dachschiefer von Bundenbach bezeichnet, entstammt einem durchaus einheitlichen Faziesbereich und gehört dem Kauber oder unteren Horizont des Hunsrückschiefers an, der außer bei Bundenbach und Gemünden im Hunsrück auch bei Kaub am Rhein und in den Schiefern des Wispertales bei Lorch völlig übereinstimmend gefunden wird, wenn auch die Dachschiefergruben bei Bundenbach und Gemünden die bei weitem reichhaltigsten Fundpunkte sind.

Wertvoll ist, daß bei beiden Monographien auch Bestimmungsschlüssel beigegeben sind, die bei der Bestimmung der Stücke helfen sollen. Es wurde dabei das System von F. A. BATHER benutzt, weil es den klarsten Überblick über die Formenfülle gibt.

Die Benutzung von BATHER'S System hat auch ihre Nachteile. Mit den amerikanischen Crinoideenforschern der jüngeren Zeit zieht H. SIEVERTS-DORECK das System von WACHSMUTH & SPRINGER vor. SCHMIDT'S Monographie II erschien während des Krieges; sie ist in wichtigen amerikanischen Veröffentlichungen der 40er Jahre nicht berücksichtigt (MOORE & LONDON: Evolution and Classification of Paleozoic Crinoids und BASSLER & MOODEY: Bibliographic and Faunal Index of Paleozoic Pelmatozoan Echinoderms).

Die Crinoideen des Hunsrückschiefers werden gewöhnlich als verkieste, in Schwefelkies verwandelte Fossilien bezeichnet. Nach W. E. SCHMIDT ist dies nur zum Teil richtig. Häufig tragen die Crinoideen nur einen mehr oder weniger dünnen Überzug von Schwefelkies, während das Innere des Skeletts noch aus Karbonat oder Kieselsäure besteht. Bei anderen Formen ist in der Regel das Kalkskelett in stark verkieseltes Eisenkarbonat umgewandelt. Noch andere Stücke, die zwar eine oberflächliche Haut aus dünnem Schwefelkies besitzen, bestehen in ihrem Innern aus Kieselsäure in Form von Milchquarz, was übrigens auch bei anderen Fossilien des Hunsrückschiefers beobachtet wird. Quarz ist auch das Material, das die so häufigen Streckungsrisse der Crinoideen ausgefüllt hat. Bei der Streckung des Gesteins sind die einzelnen Skeletteile häufig mitten durchgerissen und die Teile auseinander gezerrt worden. Das ist auch der Grund, weshalb von den auf den ersten Blick so überraschend schönen Crinoideen des Hunsrückschiefers bei genauerer Untersuchung oft nur schwer sichere Angaben über die Zahl der Glieder der Arme oder des Stiles gemacht werden können.

14. Röntgenaufnahmen von Crinoideen durch W. M. LEHMANN

Den zahlreichen Crinoideen-Arten aus dem Hunsrückschiefer hat W. M. LEHMANN neue Arten hinzugefügt, die er, durch Röntgenaufnahmen unterstützt, ausgezeichnet interpretiert hat. Die Röntgenaufnahmen von Hunsrückschiefer-

Arten hat er vielfach selbst ausgeführt und sogar ein Röntgengerät in Kirn a. d. Nahe installiert, um möglichst nahe am Hunsrückschiefermaterial zu sein. Bei seinem Tode hat er dem Bonner Institut mehr als 3000 Aufnahmen hinterlassen, die sich aber allgemein auf Hunsrückschiefer-Fossilien beziehen. Im Heimatmuseum von Bad Kreuznach sind zahlreiche Crinoideen-Röntgenaufnahmen ausgestellt.

Zwei neue Crinoideenarten werden von LEHMANN beschrieben und ihre charakteristischen Röntgenbilder wiedergegeben:

Parisangulocrinus schmidti W. M. LEHMANN
Acanthocrinus lingenbachensis W. M. LEHMANN.

Angeregt durch die Crinoideen hat er deren Sterbensursachen näher untersucht. Er ging dabei von Geländebeobachtungen aus. Ähnlich wie R. von KOENIGSWALD war auch er davon überzeugt, daß Massensterben durchaus stattgefunden haben. Nach den jahrelangen Beobachtungen des Versteinerungsmaterials will es ihm scheinen, für einige fossilreiche Schichten ein Massensterben durch Naturereignisse anzunehmen. Petrographische Untersuchungen des Nebengesteins und der sandigen Zwischenschichten scheinen darauf hinzudeuten, daß zu gewissen Zeiten der Ausbrauch eines benachbarten Aschenvulkans ein Massensterben eines Teiles der damaligen Tierwelt verursacht hat. Die während des Ausbruches unablässig im Meerwasser herabrieselnden feinen Aschenteilchen bedecken rasch die am Boden festgewurzelten Crinoideen oder die auf dem Meeresgrunde im Schlamm lebenden Tiere, die nun infolge Sauerstoffmangels ersticken mußten, während ein Teil der guten Schwimmer sich in Sicherheit bringen konnte. Die schweren Panzerfische dagegen, wie *Drepanaspis,* fielen ebenfalls dem Aschenregen zum Opfer, und von diesen wurden häufiger gut erhaltene Exemplare gefunden, während von anderen, nicht am Grunde lebenden Fischen meist nur Panzerplatten erhalten geblieben sind.

15. Das Fundstellenverzeichnis zu den Arbeiten von W. E. SCHMIDT

G. DAHMER (1950) erwähnt die Crinoideen-Arbeiten von W. E. SCHMIDT als ein würdiges Denkmal in der Geschichte der Devonforschung. Er regte an, dem Werk für den Gebrauch durch den Stratigraphen noch eine Aufstellung anzufügen, in der die beschriebenen Crinoideen nach den Fundstellen gruppiert sind. Da ein tragisches Geschick dem arbeitsreichen Leben von W. E. SCHMIDT vorzeitig ein Ziel setzte, übernahm es G. DAHMER, dieses nachzuholen. Darüber hinaus hat er ergänzend noch einige Angaben über Crinoideen-Vorkommen anderer Autoren eingefügt. Ferner hat er, ebenfalls im Hinblick auf die Bedürfnisse des Stratigraphen, in den Zeilen unterhalb der Fundorts-Bezeichnung, die wichtigste Literatur über die Begleitfauna der Crinoideen angegeben.

Für die Forschungen der Unterdevon-Geologen ist diese Veröffentlichung von großer Wichtigkeit. Wenn auch für den Hunsrückschiefer die Zahl der Fundorte verhältnismäßig klein ist, können aber wichtige Vergleiche mit den Fundprojekten im sandigen Unterdevon sehr aufschlußreich sein.

16. Die Einsteuerung der Seelilien im Hunsrückschiefer nach SEILACHER

Mit den Strömungsanzeichen im Hunsrückschiefer beschäftigte sich SEILACHER, der dabei auch die Crinoideen herangezogen hat. Ihre Stiele, Kelche und Arme sind bei den meisten Gruppenfunden einsinnig eingerichtet, worauf HAARMANN (1920) und KLÄHN (1929) schon hingewiesen hatten. Eine fest am Grund

oder an einem Gehäuse befestigte Seelilie wird naturgemäß in Stromrichtung umgelegt. Auch bei einer treibenden Seelilie wird stets der schwere Stil nachschleifen, so daß schwoiende und schleifende Einregelung keine unterschiedliche Orientierung zur Strömung bewirkt. Stets wird der Stiel gegen die Stromrichtung weisen.

Es ist interessant, die Einregelung der Seesterne an derjenigen der Crinoideen zu eichen. Gruppenfunde, welche sowohl Seesterne als Seelilien enthalten, sind aber im Hunsrückschiefer nicht allzu häufig.

Ein Jahr später beschreibt SEILACHER (1961) ein Füllhorn aus dem Hunsrückschiefer, wobei aus der Wohnkammer eines ungewöhnlich großen Gehäuses von *Orthoceras* sp. ein ganzer Strauß zarter Seelilien herausquellen. Sie wurden durch ein Nachpräparieren an Hand von Röntgenaufnahmen fast alle freigelegt. Auf der Gehäuse-Oberfläche sind Seelilien-Wurzeln freigelegt, die mit radialen Fortsätzen und zentralem Stiel-Ansatz im Bilde wie Stubben aussehen. Die Crinoideen-Wurzeln der Außenseite beweisen natürliche Besiedlung; aber die Lage der Stielenden im Röntgenbild läßt vermuten, daß Crinoideen auch **in** der Wohnkammer wuchsen, wo sie sich erst nach dem Tode des Weichtieres festsetzen konnten. Beim Schleifen und Rollen über den Meeresgrund wurde der Seelilien-Bewuchs der Außenseite bis auf die Wurzelstümpfe abgerissen, während die in der Wohnkammer wachsenden Tiere erhalten geblieben sind. Die darauf erfolgende rasche Sedimentation hat die zarten Skelette im Innern in großer Vollständigkeit erhalten.

17. STÜRMER und die Röntgentechnik bei Crinoideen

Über W. M. LEHMANN hinaus haben die Untersuchungsarbeiten von W. STÜRMER einen hohen Grad der Auswertungstechnik von Röntgenbildern gefunden. In fast allen Veröffentlichungen STÜRMER's sind Darstellungen von Crinoideen zu finden. Es ist klar, daß dadurch auch die Beschreibungen von Crinoideen-Arten eine gute Diagnostik erfahren haben. Zu ökologischen Betrachtungen sind diese Arbeiten gut heranzuziehen. Auf die Darstellungen von Crinoideen in seinen Arbeiten, besonders in den Jahren 1969 und 1970 (siehe Schriftenverzeichnis) sei verwiesen.

In einem Siemens-Kalender „Röntgenaufnahmen" von Fossilien aus dem Rheinischen Schiefergebirge" sei besonders auf die abgebildete Crinoideen-Art *Acanthocrinus lingenbachensis* W. M. LEHMANN, eine der schönsten Seelilien dieser Art, aufmerksam gemacht. Das abgebildete Exemplar wurde nach den Röntgenaufnahmen mehrerer Bruchstücke zusammengesetzt und von BRASSEL präpariert. Eine gezielte Zusammensetzung und Präparation war nur mit Hilfe der Röntgenaufnahmen möglich.

18. Die letzten Veröffentlichungen von KUTSCHER über die Crinodeen des Hunsrückschiefers

In einer gemeinsamen Arbeit mit H. SIEVERTS-DORECK wird über eine neue Crinoideen-Art *Rhenocrinus lobatus* SIEVERTS-DORECK aus der Umgebung von Bundenbach berichtet. Es handelt sich um das Vorkommen einer größeren Zusammenschwemmung, wie sie häufig beoachtet, aber noch wenig beschrieben worden ist.

In der Reihe „Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers" ist in den letzten 10 Jahren öfters der Crinoideen gedacht worden. Ins-

gesamt sind es 9 Arbeiten, die sich mit diesem Thema befassen und die im Schriftenverzeichnis am Schluß aufgeführt sind.

Über die Monographien von W. E. SCHMIDT (1934, 1941) hinaus wurden nur noch 3 Arten im Hunsrückschiefer nachgewiesen:

Pterocrinus ehrlicheri W. M. LEHMANN,
Diamenocrinus stellatus JAEKEL,
Rhenocrinus lobatus SIEVERTS-DORECK.

Es wird naturgemäß immer schwieriger, im Hunsrückschiefer noch neue Arten zu finden, da die Gruben um Gemünden und Bundenbach bis 2 alle auflässig sind. Trifft man eine andere Grube noch im Betrieb an, so verarbeitet sie nur ausländische Rohschiefer.

Eine Crinoideen-Arbeit, die die Erfassung aller Hunsrückschiefer-Arten versucht, ist vor wenigen Jahren erschienen (KUTSCHER 1975). Sie weist das Vorhandensein von 65 Arten nach und versucht, die Literatur über die Hunsrückschiefer-Crinoideen einschließlich der ausländischen möglichst zu erfassen.

Die ökologischen Anschauungen über die Crinoideen hat KUTSCHER bereits in einer Arbeit aus dem Jahre 1931 niedergelegt. Ihr ist auch heute noch wenig hinzuzufügen. Die sonst bestehenden Ansichten sind zum großen Teil in einer Untersuchung über die Echinodermen behandelt (KUTSCHER 1970).

Ökologisch wichtig ist das Vorkommen von Crinoideen-Stielgliedern, die im Hunsrückschiefer auf vielen Gruben beobachtet wurden. Eine solche Dachschiefer-Platte ist bei KUTSCHER 1971 abgebildet worden.

19. Zusammenfassende Bemerkungen zu den Crinoideen des Hunsrückschiefers

Die Crinoideen haben die Erforscher des Hunsrückschiefers immer wieder in ihren Bann gezogen. Es ist schon einmalig in der Faunenführung der altpaläozoischen Schichten, daß fast $^1/_4$ der Arten des Sedimentes aus Crinoideen zusammengesetzt ist. Es ist ein eigenartiges Verhalten dieses tonigen Sedimentes gegenüber der sandigen Fazies des rheinischen Unterdevons. Es ist aber nicht nur ein Unterschied der Fazies allein, dem dieser Dualismus zuzuschreiben ist. Andere tonige Sedimente des Unterdevons besitzen keineswegs diese Eigenschaft. Das übrige Unterdevon mit Ausnahme der Cultrijugatus-Zone hat insgesamt, durch W. E. SCHMIDT ermittelt, nur 125 Arten vorzuweisen.

Die Lebensverhältnisse im Hunsrückschiefer-Meer haben sicherlich ihren Teil dazu beigetragen, daß dieser Artenreichtum bekannt geworden ist. Nachgewiesen ist dieser Formenreichtum allein in den Dachschieferlagen des Hunsrückschiefers, da in ihnen besonders auf die Fossilführung geachtet wurde. Die Arten sind es aber nicht allein, die dieses eigenartige Bild ausmachen. Viel mehr als vollständige Individuen sind zerfallene Teile von Crinoideen im Sediment verteilt und zwar in Form von zerfallenen Stielen mit und ohne Zirren, kürzeren Stielteilen und Stielgliedern, auch Kronenteilen, die in manchen Fällen zu einem Crinoideengrus angehäuft sind. Sie wurden in fast allen Dachschiefergruben besonders auf deren Halden gesammelt. Öfters wurden sie auch durch die Röntgenaufnahme sichtbar (BRASSEL & KUTSCHER 1978).

Sicherlich sind es auch die besonderen Lebensbedingungen, die wir nicht unmittelbar nachvollziehen können. Auf der Suche nach ihnen bei anderen Tiergruppen des Hunsrückschiefers verfiel der Verfasser dieses Beitrags auf den Gedanken, ob nicht besondere chemisch-biologische Eigenschaften des Hunsrückschiefer-Meerwassers heranzuziehen sind; doch dazu fehlen mir rechte

Vorstellungen, die ich ins Feld führen müßte. Sicherlich ist ein Großteil auf die vielleicht besonders günstigen Fossilisationsmöglichkeiten zurückzuführen, die aber den Artenreichtum nicht allein erklären.

Von vornherein sind die geäußerten Mitteilungen über die ökologischen Verhältnisse im Hunsrückschiefer-Meer auszuschalten, wenn sie nicht auf intensiven Geländestudien beruhen. Das schöne Bild eines Crinoideen-Fossils zog den einen oder anderen Forscher an, um auf ihm die eine oder andere Theorie aufzubauen. Sie sind meist falsch und entsprechen nicht den Geländebildern. Um die dreißiger Jahre war es modern, etwas über den Hunsrückschiefer auszusagen, da die Funde seltener Tiere moralisch dazu verführten. Der Hunsrückschiefer war zu einem Spekulativsediment geworden.

Keineswegs ist es möglich, heute ganz sichere Aussagen über die Entstehung zu machen. Es steht aber fest, daß das Hunsrückschiefer-Sediment weder Sapropel war, noch daß Verhältnisse im Hunsrückschiefer-Meer herrschten, die an ein solches Sediment erinnern. Es war ein Feinsand, der mit schlickigem, tonigem Sediment wechsellagerte; es war eine echte Gyttja.

Das Leben in ihm war gut möglich, was die vielen Bauten in ihm auch heute noch belegen. Echtes Bodenleben war vorhanden und somit auch sessiles Benthos, wie es die Crinoideen gewesen sind. Einige mögen unter ihnen sein, die sich schwimmend bewegen konnten, die meisten aber hatten Zirren, um sich in dem weichen Bodensediment festzuhalten. Immer wieder treffen wir auch Beispiele von Festhaken an Art- oder Gattungsgenossen, teilweise auch an Fremdkörpern, die aber im Hunsrückschiefersediment nicht allzu häufig waren. Vergeblich sucht man nach den Bryozoenstöcken, die als Verankerungsmöglichkeit in dem Sediment vorhanden waren und die JAEKEL forderte.

Die ökologischen Verhältnisse in dem Hunsrückschiefersediment sprechen für ein normales Flachmeersediment. Über die Tiefe kann nichts Genaueres ausgesagt werden. Der Forderung von SEILACHER & HEMLEBEN, die eine Bildungstiefe von etwa 800 m Wassertiefe forderten, kann nicht gefolgt werden. Die Fakten, die auf Grund des Crinoideenlebens im Hunsrückschiefer anzuführen sind, sprechen für ein flacheres Wasser. Außerdem kann die Tiefe bei einem ca. 800 Meter mächtigen Sediment öfters gewechselt haben.

20. Literaturverzeichnis

BASSLER, R. S. & MOODEY, M. W. (1923): Bibliographic an Faunal Index of Paleozoic Pelmatozoan Echinoderms. — Geol. Soc. America, Spec. Pap., **45**, VI + 734 S., New York.

BREIMER, A. & UBAGHS, G. (1974): A critical comment on the classification on the Pelmatozoan Echinoderms I, II. — Koninkl. Nederl. Akad. van Wetenschappen, reprinted from Proceedings, Series B, **77**, Nr. 5: 398—416; Amsterdam.

DAHMER, G. (1950): Fundstellen-Verzeichnis zu W. E. SCHMIDT, Die Crinoiden des Rheinischen Unterdevons bis zur Cultrijugatus-Zone (mit Ausnahme des Hunsrückschiefers). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., (VI) **1**: 120—146; Wiesbaden.

FOLLMANN, O. (1887): Unterdevonische Crinoiden. — Verh. naturhist. Ver. preuss. Rheinl. u. Westf., **44**: 113—118, Taf. 2—3; Bonn.

GOLDRING, W. (1923): The Devonian Crinoids of the State of New York. — Mem. New York State Museum, **16**, 670 S., 60 Taf.

HAARMANN, E. (1922): Die Botryocriniden und Lophocriniden des rheinischen Devons. — Jb. preuss. geol. L.-A. f. 1920, **41**: 1—87, 7 Abb., 6 Taf.; Berlin.

JAEKEL, O. (1895): Beiträge zur Kenntnis der paläozoischen Crinoiden Deutschlands. — Palaeont. Abh., N. F., **3**,1: 3—116, 10 Taf., 29 Abb.; Jena.

KLÄHN, H. (1929): Die Bedeutung der Seelilien und Seesterne für die Erkennung von Wasserbewegungen nach Richtung und Stärke. — Palaeobiologica, **2**: 287—302, Taf. 26—34; Wien und Leipzig.

KOENIGSWALD, R. von (1930): Die Fauna des Bundenbacher Schiefers in ihren Beziehungen zum Sediment. — Cbl. Mineral. usw., Jg. 1930, B: 241—247; Stuttgart.

— (1930): Die Arten der Einregelung ins Sediment bei den Seesternen und Seelilien des unterdevonischen Bundenbacher Schiefers. — Senckenbergiana, **12**: 338—360, 19 Abb., 7 Taf.; Frankfurt a. M.

KUTSCHER, F. (1931): Zur Entstehung des Hunsrückschiefers am Mittelrhein und auf dem Hunsrück. — Jb. nass. Ver. Naturk., **81**: 177—232, 2 Abb., 2 Taf.; Wiesbaden.

— (1966): 12. *Acanthocrinus*-Arten im Hunsrückschiefer und im übrigen rheinischen Unterdevon.-Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **94**: 19—26, Taf. 1; Wiesbaden.

— (1969): 23. Aus der Frühgeschichte der Untersuchung von Hunsrückschiefer-Fossilien. — Decheniana, **122**: 15—20, 1 Taf.; Bonn.

— (1970): 30. Die Echinodermen des Hunsrückschiefer-Meeres. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **56**, HORST FALKE-Festschrift: 37—48, 2 Abb., 1 Taf.; Wiesbaden.

— (1970): ERICH HAARMANN und das Hunsrückschiefer-Meer. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **98**: 257—260, 1 Abb., 1 Taf.; Wiesbaden.

— (1971): 34. Crinoideengrus in einer Dachschieferplatte. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **60**: 113—116, 1 Taf.; Wiesbaden.

— (1972): Eine Röntgenaufnahme mit *Bactrocrinus jaekeli* und anderen Fossilien. — Mz. naturwiss. Abh., **11**: 83—87, 1 Taf.; Mainz.

— & SIEVERTS-DORECK, H. (1973): 36. *Rhenocrinus lobatus* n. sp. aus dem Hunsrückschiefer. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **101**: 7—15, 1 Abb., 1 Taf.; Wiesbaden.

— (1976): Die Crinoideen-Arten des Hunsrückschiefers. — Geol. Jb. Hessen, **104**: 9—24; Wiesbaden.

— (1976): W. E. SCHMIDT und die Crinoideen des Hunsrückschiefers. — Mainzer naturwiss. Arch., **15**: 223—227; Mainz.

— (1977): 47. Neu nachgewiesene Crinoideen-Arten aus dem Hunsrückschiefer in den letzten 40 Jahren. — Mainzer naturwiss. Arch., **16**: 47—50; Mainz.

LEHMANN, W. M. (1940): Neue Beobachtungen an Versteinerungen aus dem Hunsrückschiefer. — Abh. preuss. Akad. Wiss., Jg. 1939, math.-nat. Kl., Nr. 13: 1—17, 7 Taf.; Berlin.

— (1955): Beobachtungen und Röntgenuntersuchungen an einigen Crinoiden aus dem rheinischen Unterdevon. — N. Jb. Geol., Palaeont., Abh., **101**: 135—140, 1 Abb., 4 Taf.; Stuttgart.

OPITZ, R. (1932): Bilder aus der Erdgeschichte des Nahe-Hunsrück-Landes Birkenfeld. — 224 S., 170 Abb.; Birkenfeld.

RICHTER, RUD. (1931): Tierwelt und Umwelt im Hunsrückschiefer; zur Entstehung eines schwarzen Schlammsteins. — Senckenbergiana, **13**: 299—342, 16 Abb.; Frankfurt a. M.

ROEMER, C. F. (1862—1864): Neue Asteriden und Crinoiden aus Devonischem Dachschiefer von Bundenbach. — Palaeontogr., **9**: 143—152, Taf. 23—29; Cassel.

SCHMIDT, W. E. (1934): Die Crinoideen des Rheinischen Unterdevons. I. Teil: Die Crinoideen des Hunsrückschiefers. — Abh. preuss. geol. L.-A., N. F., **163**: 149 S., 34 Taf., 29 Abb.; Berlin.

— (1941): Die Crinoideen des Rheinischen Devons. II. Teil. A. Nachtrag zu: Die Crinoideen des Hunsrückschiefers. B. Die Crinoideen des Unterdevons bis zur Cultrijugatus-Zone (mit Ausschluß des Hunsrückschiefers). — Abh. Reichsstelle Bodenforsch., N. F., **182**: 253 S., 26 Taf., 62 Abb.; Berlin.

SEILACHER, A. (1961): Strömungsanzeichen im Hunsrückschiefer. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **88**: 88—106, 13 Abb., Taf. 12—13; Wiesbaden.

— (1961): Ein Füllhorn aus dem Hunsrückschiefer. — Natur u. Volk, **91**: 15—19, 5 Abb.; Frankfurt a. M.

STÜRMER, W. (1964): Einige besondere Ergebnisse der Anwendung von Röntgenstrahlen in der Paläontologie. — Deutscher Röntgenkongreß 1963: 23—25, 9 Abb.; Stuttgart.

— (1967): Röntgenaufnahmen von Fossilien. — Image, Roche, 1967: 25—32, 21 Abb.; Stuttgart.

— (1968): Einige Beobachtungen an devonischen Fossilien mit Röntgenstrahlen. — Natur u. Museum, **98**: 413—417, 5 Abb.; Frankfurt a. M.

— (1969): Röntgenuntersuchung an paläontologischen Präparaten. — Electromedica, 2/1969: 48—50.

— (1970): Einige Ergebnisse moderner Arbeitsmethoden in der Paläontologie. — Wiss. Beil. zum Jb. 1969/70 des Kronberg-Gymnasiums Aschaffenburg: 1—6.

— (1970): Die Röntgenaufnahme in der Paläontologie. — Umschau in Wiss. u. Techn., 1970 (18): 577—578; Frankfurt a. M.

(Bei der Schriftleitung druckfertig eingegangen am 30. 3. 1978)

Anschrift des Verfassers:
Prof. Dr. F. Kutscher, Breitenbachstr. 19, D-6200 Wiesbaden

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen der POLLICHIA

Jahr/Year: 1979

Band/Volume: 67

Autor(en)/Author(s): Kutscher Fritz [Friedrich]

Artikel/Article: Beiträge zur Sedimentation und Fossilführung des Hunsrückschiefers 29-43