

Zeitschrift: Begleithefte zu Sonderausstellungen des Naturmuseums Olten
Herausgeber: Naturmuseum Olten
Band: 1 (1982)

Artikel: "Leben aus der Vorzeit" : Begleitender Text zu einer Ausstellung über Stachelhäuter
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1044687>

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: 05.01.2026

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

„Leben aus der Vorzeit“

Begleitender Text zu einer Ausstellung über

STACHEL- HIAUTER



„Leben aus der Vorzeit“

Begleitender Text zu einer Ausstellung über

STACHSEL-
HAUTER

ZUR AUSSTELLUNG

Die Stachelhäuter (Echinodermen) gehören einer Tiergruppe an, die im Verlauf der Erdgeschichte alle grossen "Katastrophen" überlebt haben. Sie eroberten die verschiedensten marinen Lebensräume und bewährten sich in diesen bestens.

Man nimmt an, dass ihr einfacher Grundbauplan (s. Tafel 2) einer der wichtigsten Faktoren war - er verhalf diesen Tieren zu ihrem Ueberlebenserfolg.

Echinodermen existieren seit ca. 560 Mio. Jahren, während Dinosaurier, Ammoniten, Trilobiten, usw. bereits vor Millionen von Jahren ausgestorben sind.

Die geschickte und vielfältige Anpassung an die Bedingungen verschiedenster Lebensräume erlaubt es aber auch, anhand dieser Tiergruppe die "Erfindungskraft" der Natur auf einmalige Weise zu zeigen.

Die Wanderausstellung wurde nun so konzipiert, dass eine thematische Betrachtungsweise das Gerüst bildet. Die ausgestellten Fossilien werden nach funktionellen Kriterien geordnet, z.B. äussere Erscheinungsform in Abhängigkeit vom Lebensraum und Nahrungserwerb. Die Artnamen wurden weggelassen, da sie bei dieser Darstellungsweise nichts nützen und den Besucher höchstens dazu verleiten, seine eigenen Funde danach zu bestimmen. Gute, ausführliche Bestimmungsbücher gibt es bereits im Handel.

Beat Imhof dipl. Geologe

VERDANKUNGEN

Folgenden Personen und Institutionen möchten wir für ihre Unterstützung danken:

Naturhistorisches Museum Basel

Naturmuseum Olten

Naturwissenschaftliche Sammlungen der Stadt Winterthur

Documenta Maritima, Luzern

Herrn Dr. Jörg Berger, Olten

Herrn Dr. Peter André Bloch, Olten

Herrn Dr. Willi Elmer, Dortmund

Herrn Dr. Ben Pabst, Zürich

Herrn und Frau Hermann und Annemarie Zbinden, Ipsach

Mango-Press, Basel

Diese Broschüre konnte dank der finanziellen Unterstützung der Naturwissenschaftlichen Sammlungen der Stadt Winterthur realisiert werden.

Wissenschaftliche Bearbeitung und
Ausstellungsstücke:

Atelier Meyer + Imhof, Trimbach

Gestaltung und Grafik:

Atelier Peltier, Olten

Übersicht

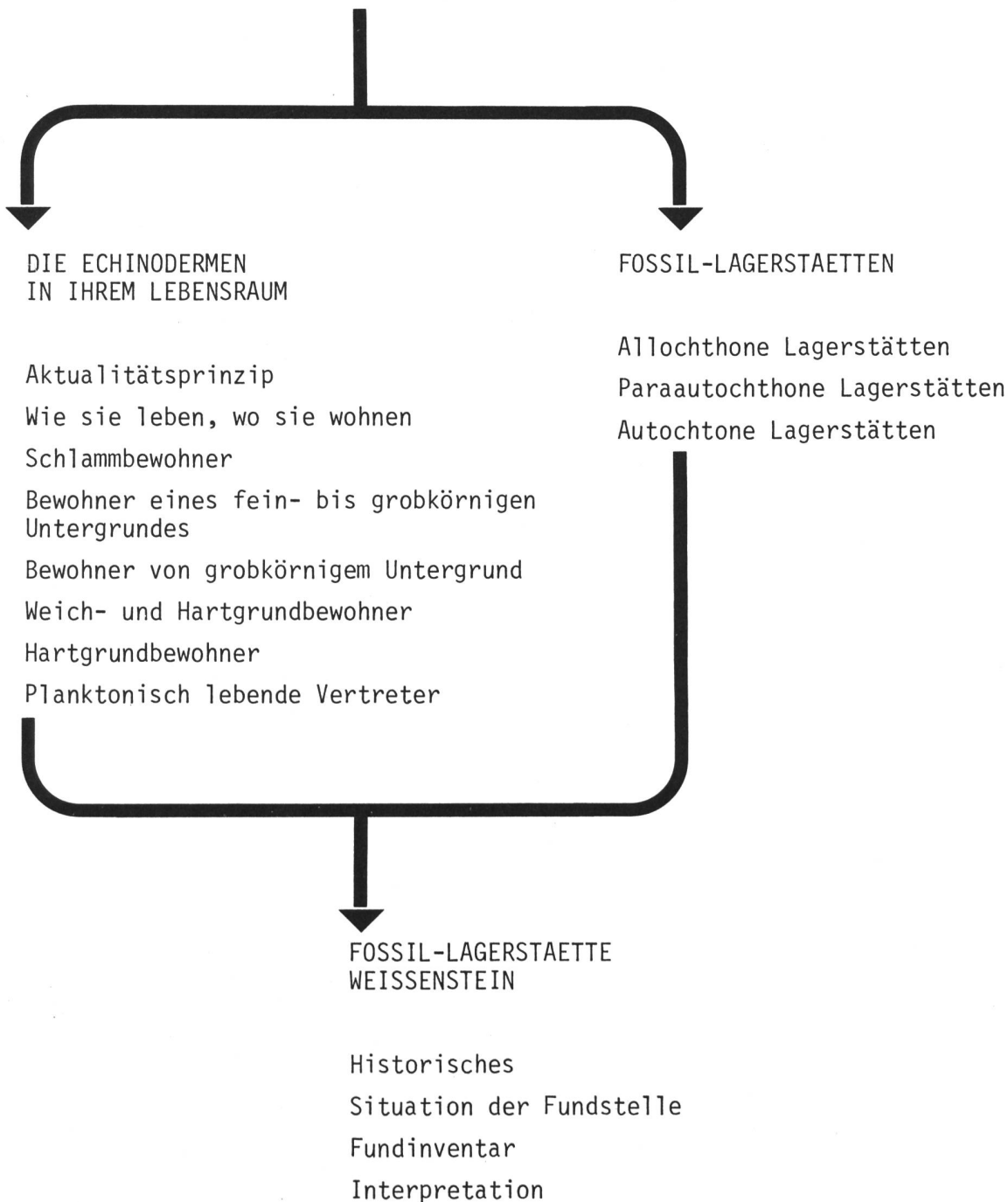
EINFUEHRUNG

Was sind Echinodermen ?

Stammbaum

Eine Möglichkeit der Entwicklung

Kriterien zur Bestimmung fossiler Stachelhäuter



Einführung

WAS SIND ECHINODERMEN ?

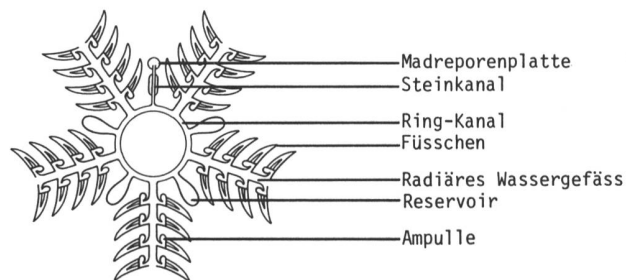
In Ihren Ferien am Meer haben sicherlich auch Sie schon Seesterne und Seeigel beobachtet und gesammelt. Und die Erfahrung, dass Seeigelstacheln schwer aus den Füßen zu ziehen sind, muss jeder einmal machen, um die Bedeutung des Namens "Stachelhäuter" zu begreifen, der dieser Klasse den Namen gab.

Der wissenschaftliche Ausdruck "Echinodermen" stammt aus dem Lateinischen (echinus = Stachel) und aus dem Griechischen (δέρμα = Haut). Typische Merkmale dieser wirbellosen Tiere sind:

- die 5-strahlige Symmetrie

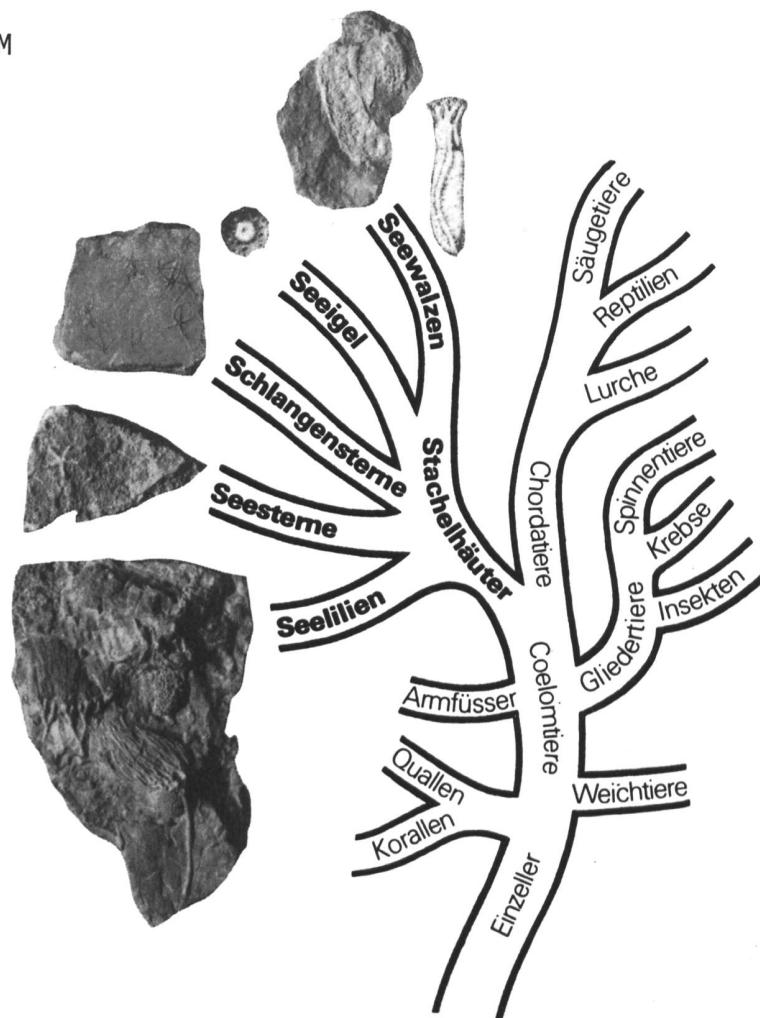


- das Wassergefäßsystem



- ein hartes Kalkplattenskelett, das häufig mit Borsten, Stacheln und Giftzangen besetzt ist.

STAMMBAUM



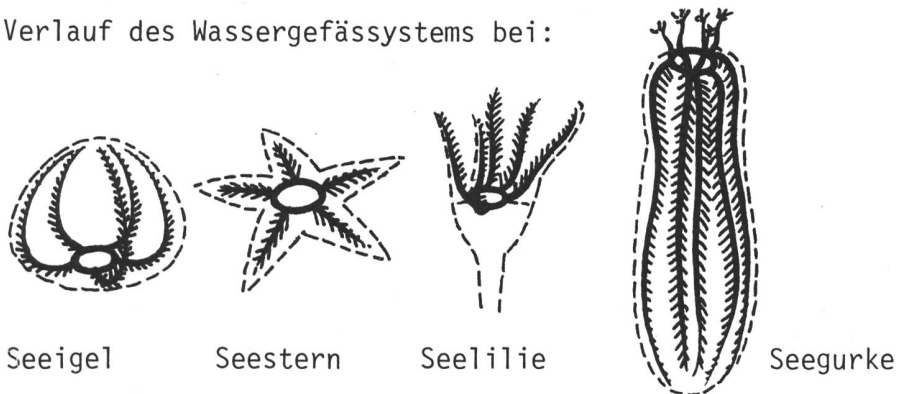
ERLÄUTERUNGEN ZUM WASSERGEFÄSSSYSTEM

Das Wassergefäßsystem kann man als die Erfindung der Echinodermen bezeichnen. Bei den Seesternen, Seeigeln und zum Teil auch bei den Schlangenkörnern und Seewalzen dient es der Fortbewegung. Den Seelilien und bei gewissen Schlangenkörnern und Seewalzen dient es zum Nahrungserwerb.

FUNKTION DES WASSERGEFÄSSSYSTEMS

Durch die Siebplatte (Madreporenplatte) dringt das Wasser durch den Steinkanal in das Ringgefäß. Hier verteilt sich das Wasser in die Radiargefäße und die dazugehörigen Ampullen. Die Ampullen können durch Muskelkraft zusammengezogen werden, sodass das Wasser in die Füßchen gepresst wird. Diese werden nun ausgestülpt und sind somit bereit für den Nahrungseinfang oder zur Fortbewegung.

Verlauf des Wassergefäßsystems bei:

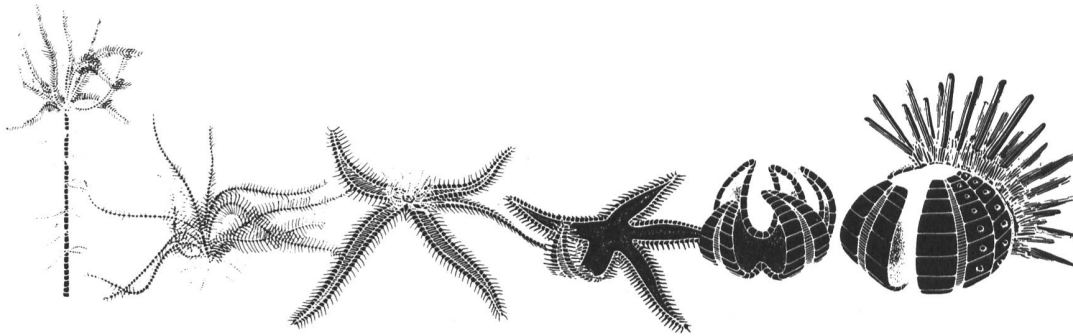


ZUR STAMMESGESCHICHTLICHEN ENTWICKLUNG

Stachelhäuter sind als Fossilien bis ins Erdaltertum (vor ca. 570 Mio. Jahren) zurück nachgewiesen. Bei diesen ältesten Formen handelt es sich meistens um gestielte crinoidenartige Stachelhäuter.

Gegen Ende des Erdaltertums starben verschiedene Klassen dieser Ur-Echinodermen aus (Cystoiden = Beutelstrahler/Blastoiden = Knospenstrahler). Neue Formen traten an ihre Stelle. Die Seeigel beispielsweise erfuhren anfangs der Jurazeit eine intensive Entwicklung. Die gestielten Seelilien erreichten ebenfalls im Mesozoikum ihre Blütezeit. Im Verlaufe der Jahrtausende wurden sie jedoch u.a. von den ungestielten Seelilien, den Haarsternen, in tiefere Bereiche der Meere verdrängt. So sind in den heutigen Meeren die Haarsterne die am weitesten verbreiteten Vertreter der Gruppe der Seelilien.

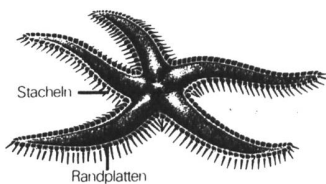
EINE MOEGLICHKEIT DER ENTWICKLUNG



- Der Stiel wird abgestossen
- Das Tier dreht sich um, sodass die Mundöffnung dem Boden zugewandt ist.
- Je zwei Arme der Seelilie verwachsen
- Der so entstandene Seestern krümmt die Arme nach oben, sie wachsen zusammen - ein Seeigel entsteht

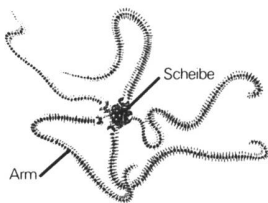
KRITERIEN ZUR BESTIMMUNG FOSSILER STACHELHAEUTER

Zur Bestimmung sind wichtig:



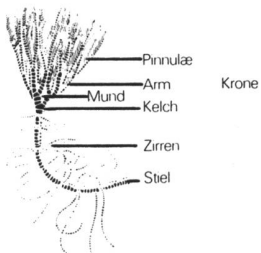
Seesterne

- Umriss
- Entwicklung der Randplatten
- Ausbildung der Stützelemente
- Stacheln



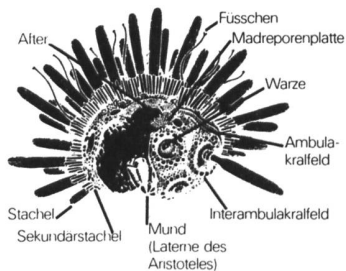
Schlangensterne

- Größenverhältnis von Arm zu Scheibe
- Form der Wirbel
- Form der Mundeckstücke



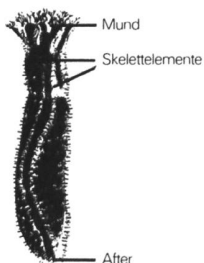
Seelilien

- Armzahl
- Stielform
- Gelenkflächen der Armverbindungen



Seeigel

- Warzenform
- Stacheln
- Anordnung der Ambulakralfelder



Seegurken

- Eine Artbestimmung ist nur an vollständigen Funden mit Weichteilerhaltung möglich.

Die Zeichnung auf der Tafel über die verwandschaftlichen Beziehungen unter einigen Vertretern der Stachelhäuter will nicht den Anspruch auf Wissenschaftlichkeit erheben (so einfach ist die Evolutionstheorie nicht). Vielmehr soll gezeigt werden, dass man mit etwas Fantasie und Mut selber solche Ueberlegungen anstellen kann. Denn über viele entwicklungsgeschichtliche Zusammenhänge können auch Spezialisten nur spekulieren. So kann bei den Stachelhäutern die stammesgeschichtliche Herkunft nicht nachgewiesen werden, da bis heute nur die bereits bekannten Gruppen fossil gefunden wurden. Das heisst, sie waren im Kambrium (vor ca. 500 Mio. Jahren) bereits entwickelt. Deshalb muss man annehmen, dass die Auftrennung in die einzelnen Klassen schon im Präkambrium (vor ca. 600 Mio. Jahren) stattfand. Mit anderen Worten: Das Urechinoderm kennt man nicht.

Die auf der Tafel dargestellten Zwischenglieder (z.B. dritte Figur von links: Mittelding zwischen Haarstern und Seestern) wurden weder fossil noch lebend je nachgewiesen. Man nennt solche fehlenden Glieder "missing links". Diese "missing links" treten in der Evolutionsgeschichte immer dort auf, wo man eine verwandschaftliche Beziehung zwischen zwei Tieren oder Tiergruppen vermutet, sie aber nicht mit Fossilien belegen kann. Das für uns interessanteste fehlende Glied ist der Urmensch. Also dasjenige Glied, das die Trennung in der Entwicklungsgeschichte von Affe und Mensch einleitete.

Die Echinodermen in ihrem Lebensraum

Der folgende Teil der Ausstellung ist nach ökologischen Gesichtspunkten orientiert. Er zeigt die Stachelhäuter in ihrem eigentlichen Lebensraum, ohne sie in ein systematisches Schema einzuordnen. Diese Darstellung beruht einerseits auf geologischen, andererseits auf zoologischen Beobachtungen.

DAS AKTUALITAETSPRINZIP

Haben Sie nicht auch schon gestaunt, wie genau und ausführlich Eigenschaften, Verhalten und Lebensräume von fossilen Tieren beschrieben werden?

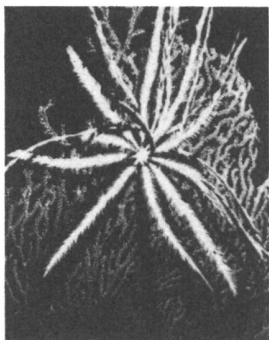
Lassen sich aus Gesteinen so viele Informationen herauslesen? Sicher nicht! Die Wissenschaftler stellten schon früh fest, dass in unseren Meeren ähnliche Tiere an vergleichbaren Orten leben. Da sich ihr Aussehen und ihr Lebensraum nicht grundlegend verändert haben, studiert man an diesen aktuellen Beispielen Tiere und Sedimente. Ein Vergleich der Resultate mit ähnlichen Fossilfunden kann zur Rekonstruktion eines längst verschütteten Lebensraumes führen.

Dieser "Aktualismus" beruht auf der Annahme, dass das erdgeschichtliche Geschehen damals wie das heutige ablief.

WIE SIE LEBEN, WO SIE WOHNEN

Alle Stachelhäuter sind marine Tiere.

Aufgrund ihrer Lebensweise lassen sich die Stachelhäuter in zwei Gruppen einteilen:



Die Planktonfischer:

Diese Gruppe macht sich eine wichtige Eigenschaft des Meeres für ihre Ernährung zunutze. Meeresströmungen transportieren Nährstoffteilchen in die fächerartig ausgebreiteten Arme, welche fangbereit auf Nahrung warten. Dies bedeutet, dass die Tiere ihrem Futter nicht nachzujagen brauchen. Einige spezialisierten sich soweit, dass sie sich fest auf dem Untergrund verankerten.

Zur Gruppe der Planktonfischer gehören die Seelilien, Haarsterne und gewisse Schlangensterne.



Jäger, Weider, Graber :

Die dieser Gruppe zugehörenden Tiere sitzen nicht einfach still und vertrauen auf die Meeresströmung mit ihrem Nahrungsangebot. Sie suchen sich ihre Nahrung selbst.

Seesterne beispielsweise sind gefräßige Räuber. Muscheln, Plankton, Schlangensterne und sogar ihre eigenen Artgenossen gehören zu ihrer bevorzugten Nahrung. Seeigel weiden auf Algenmatten, hin und wieder verspeisen sie aber auch Muscheln oder andere Kleintiere.

Seegurken funktionieren ähnlich wie Staubsauger. Durch den Mund saugen sie Bodenschlamm ein und filtrieren alle Kleinorganismen aus.

WAS HEISST: "NACH OEKOLOGISCHEN GESICHTSPUNKTEN ORIENTIERT"?

Die Bedeutung von Fossilien liegt nicht nur darin, als seltene und wertvolle Objekte aufgesammelt und beschrieben zu werden. Es sind vielmehr aussagekräftige Dokumente längst vergangener Zeiten. Zusammen mit ihrem Einbettungsgestein sind Versteinerungen wie die Buchstaben in einem riesengrossen, steinernen Geschichtsbuch. Um aber in diesem Buch lesen zu können, muss man lernen, die Zeichen (hier Stachelhäuter) richtig zu beobachten und zu deuten.

Dabei sollte man folgendes beachten:

- Beim Fossiliensuchen sollten möglichst alle Versteinerungen einer Schicht aufgesammelt oder wenigstens in einem Feldbuch vermerkt werden. Daraus ergibt sich dann ein Bild über die Tiergemeinschaft, die in einem bestimmten Fazies-Bereich existierte.
- Viel zu wenig beachtet wird das umgebende Gestein. Dieses gibt häufig Auskunft über Strömung, Sedimentablagerungsgeschwindigkeit, Topografie des Meeresbodens, usw.
- Bei der Betrachtung von Fossilien sollte auch vermehrt von folgenden Überlegungen ausgegangen werden:
Was sagt die äussere Erscheinungsform über die Lebensweise eines Tieres aus? (z.B. Seeigel, die Korallenriffe bewohnen, haben häufig dicke, keulenförmige Stacheln.)
Wo und wie leben ähnliche Tiere heute? (Aktualitätsprinzip)
Kann man von diesen Tieren auf die Lebensweise von Fossilien Rückschlüsse ziehen?

Berücksichtigt man solche Fragen, lassen sich wichtige Erkenntnisse gewinnen:

Das Fossil ist nicht mehr nur ein Objekt, es ist vielmehr Teil eines ganzen Ökotores.

SCHLAMMBEWOHNER

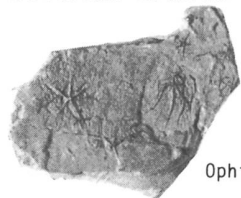


Chariocrinus sp.

Dank ihren langen Zirren, die am Stiel angewachsen sind, können diese Seelilien auf Schlammböden leben oder sich gegenseitig stützen.



Die Entwicklung weit verzweigter "Wurzeln" erlaubt es dieser Art, auf weichem Grunde Halt zu finden.



Ophiopinna sp.

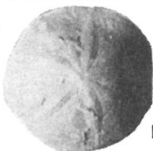
Ophiuren und Seesterne bewohnen häufig Schlickböden. Hier können sie ihrem Nahrungserwerb ruhig nachgehen. Bei drohender Gefahr graben sie sich ein und entkommen so ihren Feinden.



Pygmalus sp.(irregulär)

Hemipedina sp.(regulär)

Das Faziesstück aus den Varianssschichten zeigt neben einem zur Hälfte eingegrabenen, irregulären Seeigel, einen kleineren regulären. Seine Kleinheit und sein minimales Gewicht erlaubten es dem Seeigel auf dem Schlamm zu leben.



Pygurus sp.



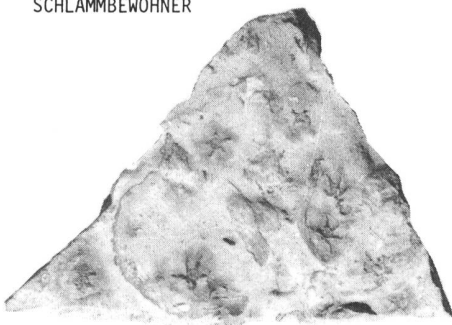
Tripneustus sp.

Um an der ökologischen Nische "Schlammboden" teilhaben zu können, bildete sich bei den Seeigeln eine spezielle Gruppe heraus, welche als "irreguläre" bezeichnet wird. Ihre stromlinienförmige Gestalt, die nach vorn ausgerichtete Mundöffnung sowie die Verkürzung und Ausrichtung der Stacheln erlauben es ihnen, den Schlamm nach Nahrung zu durchwühlen.

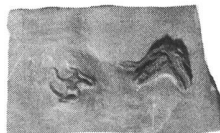
Die Anpassung an Weichgründe ermöglichte es den Stachelhäutern, riesige Meeresgebiete zu erobern. Erst relativ spät entdeckten die Seeigel diese ökologische Nische (Erdmittelalter).

Durch eine Reihe von Anpassungen entwickelten sich die irregulären Seeigel. Diese neue, dem weichen Sediment angepasste Form, führte dann aber zu einer Blütezeit innerhalb der Seeigel-Familie, die bis heute andauert. Man denke nur an die Massenvorkommen irregulärer Seeigel aus den Variansschichten (vor ca. 160 Mio. Jahren) des Schweizer Juras.

SCHLAMMBEWOHNER



Arenorbis sp.
aus dem deutschen
Muschelkalk



Amphiura sp.
(Schlangensterne)
und Astropectinid
(Seesterne) Pliocaen,
Parma



Schizaster sp.
Miocaen, Sardinien



Scutella sp.
Miocaen
Oschwand



Clypeus sp.
Mittlerer Dogger
Liesberg



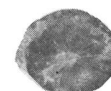
Holectypus sp.
Varians-Schichten
Olten



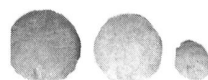
Hyboclypeus sp.
Variansschichten
Olten



Gattung unsicher,
unterer Dogger,
Olten



Galeropygus sp.
Unterer Dogger
Cornolle



Nucleolites sp.
Varians-Schichten
Olten



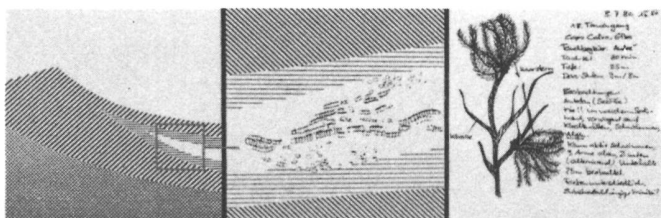
Toxaster sp.
Untere Kreide
Cressier



Pygurus sp.
Wettinger-
schichten

Die Abbildungen zeigen weitere Vertreter von schlammbewohnenden Echinodermen.

BEWOHNER EINES FEIN- BIS GROBKOERNIGEN UNTERGRUNDES

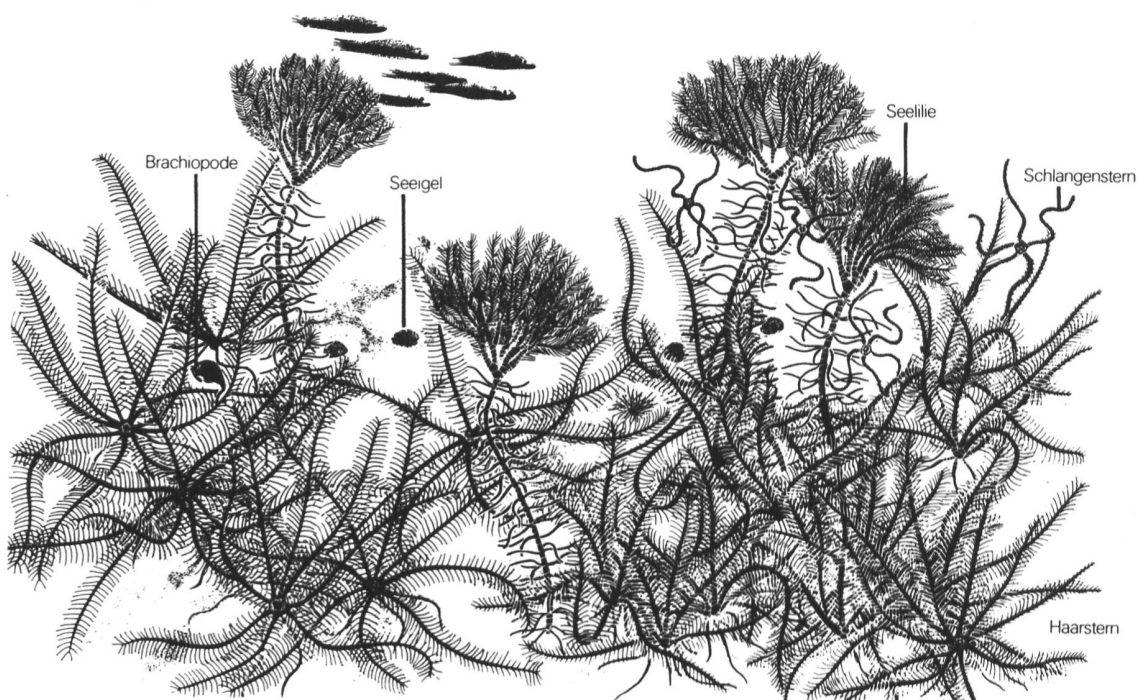


Meterbereich

Zentimeterbereich

Rezente Beobachtung

Die Informationen, die aus dem Gestein herausgelesen werden können sowie die Beobachtungen an heute lebenden Gemeinschaften ermöglichen es uns, ein recht genaues Lebensbild dieser fossilen Haarstern-Gemeinschaften zu rekonstruieren.



Die dargestellten Echinodermen entsprechen denjenigen des obigen Präparates.

Anhand dieser Haarsternpopulation, die im Aargauer-Jura gefunden wurde, soll der Arbeitsweg vom Fossilfund zum rekonstruierten Lebensbild aufgezeigt werden.

Grundsätzlich erfolgt er in drei Schritten:

1. (Fossilplatte auf Stellwand)

Nach ersten vereinzelt Funden wird eine grössere Grabung durchgeführt. Der Aufschluss (nähere Umgebung) wird eingemessen, fotografiert und gezeichnet.

Ein Profil wird aufgenommen und Gesteinsproben entnommen. Alle Fossilien und deren Spuren (Spurenfossilien) werden aufgesammelt und so angeschrieben, dass man später ihre Lage noch rekonstruieren kann.

2. (Mittlere zwei Zeichnungen)

Jetzt beginnt die wissenschaftliche Untersuchung. Der Paläontologe bestimmt und beschreibt das Fundgut. Der Sedimentologe untersucht das Gestein auf seine Zusammensetzung, seine Schichtung, usw.

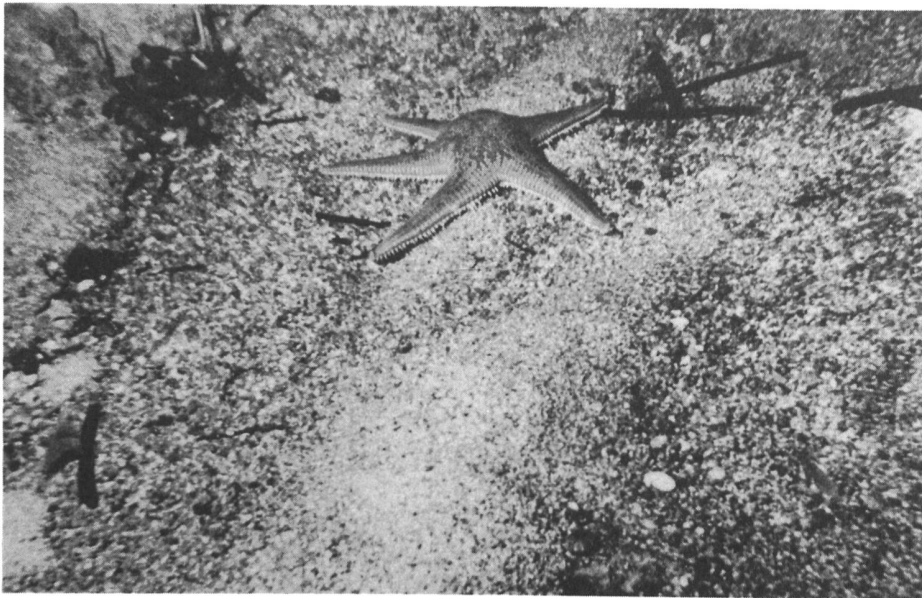
3. Anschliessend sitzen alle beteiligten Personen zusammen. Sie besprechen und vergleichen die erhaltenen Resultate. Die gefundenen Tiere werden mit ähnlichen Vertretern, die heute noch in den Weltmeeren leben (s. Tauchprotokoll) verglichen. Langsam entsteht eine Vorstellung, wie und wo die untersuchten Fossilien lebten und verendeten. Erst jetzt kann ein LEBENSBILD gezeichnet werden.

BEWOHNER VON GROBKOERNIGEM UNTERGRUND



Pentacrinites sp. (Seeilie) und Acrosalenia sp. (Seeigel),
Oberer Hauptrogenstein, Frankreich

Seeigel mit langen, schlanken Stacheln leben häufig auf grobem Sediment, wo sie mit ihrem Kauapparat (genannt "Laterne des Aristoteles") Algenmatten abgrasen.



Vor ca. 160 Mio. Jahren - also während dem Mittleren Jura (Bathonien)- lebten eine Vielzahl verschiedenster Stachelhäuter auf einem Kalksandboden im Aargauer Jura.

ECHINODERMEN - LAGERSTÄTTE IM AARGAUER JURA

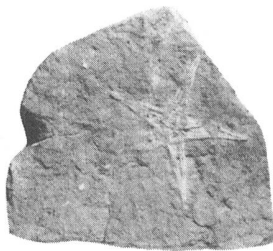
Die Echinodermen-Lagerstätte aus dem Aargauer-Jura gehört zu den reichhaltigsten der Welt.

Grössere Grabungen des NHM Basel förderten aus dieser Fossilagerstätte eine erstaunliche Anzahl verschiedenster mariner Lebewesen. Echinodermen waren das Hauptfundgut. Nebst Seeigeln, Seelilien, Seesternen und Schlangensteinen fand man auch die äusserst seltenen Ueberreste von Seegurken (s. Tafel "Stammbaum"). Weiter fand man noch Krebse, sowie meeresspinnenartige Tiere.

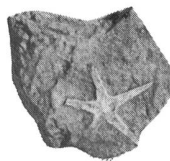
Nebst der Beschreibung der neuen Arten war auch die Rekonstruktion der untermeerischen Landschaft Ziel der wissenschaftlichen Untersuchungen. (Hess, 1972: Eine Echinodermenfauna des mittleren Doggers aus dem Aargauer Jura)

Die Unterwasseraufnahme (Nordküste Sardinien) gibt einen Eindruck der näheren Umgebung eines vergleichbaren, rezenten Lebensraumes.

Diese Präparate stammen ausschliesslich aus dem oberen Haupttrogenstein von Schinznach.



Adrenaster sp.
(oral)



Adrenaster sp.
(oral)



Dermaster sp.
(oral/aboral)



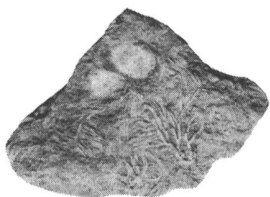
Tylasteria sp.
(oral)



Noviaster sp.
(oral)



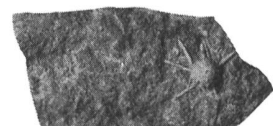
Dermoccoma sp.
(oral)



Pentacrinites sp.

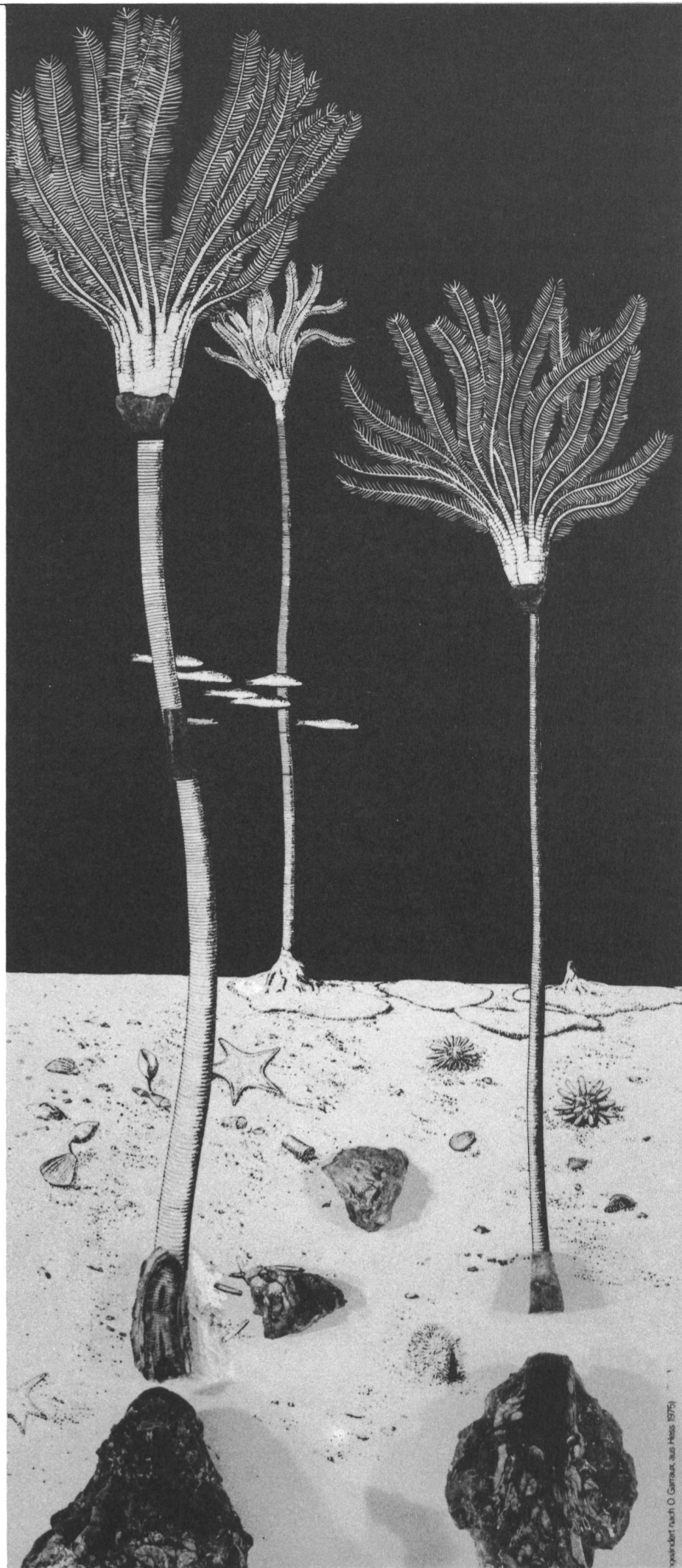


Pentacrinites sp.



Asterocidaris sp.

Die Abbildungen zeigen einen kleinen Ausschnitt aus der Artenvielfalt der Echinodermenlagerstätte im Aargauer Jura.



Wiedergabe nach O. Gervais, aus Hess 1975

WEICH- und HARTGRUNDBEWohner

Die Seelilie *Millericrinus* lebte während der unteren Malmzeit (z.B. Liesbergsschichten vor ca. 155 Mio. Jahren).

Die grossen (ca. einen Meter hohen) Seelilien waren zu schwer, um sich mit verlängerten Zirren im Schlamm Boden verankern zu können.

Deshalb wählten sie eine andere Möglichkeit:

Der nackte Stiel ging gegen die Basis hin in einen mächtigen Wurzelstock über, um im schlammigen Sediment als Anker zu wirken.

Häufig siedelten sie auch auf harten Unterlagen an, wo sie ihre Wurzel auf einer flachen Koralle fest "zementierten" und so eine maximale Stabilität erhielten.

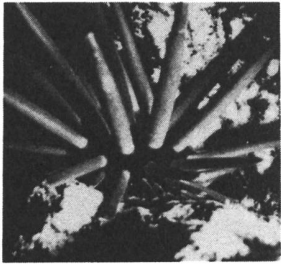
Ergänzung zur Tafel 8

Weit häufiger als ganze Fossilien sind Bruchstücke zu finden. Dies erschwert die Rekonstruktion eines Lebensraumes beträchtlich, muss doch zuerst herausgefunden werden, wie die einzelnen Tiere ausgesehen haben. Zu diesem Zweck sind Kenntnisse über die Funktion der einzelnen Glieder unerlässlich. Bei der Seelilie *Millericrinus* ist man sich bis heute noch nicht einig, wie gross sie wirklich war. Die angegebene Körperlänge von einem Meter ist also nur eine Schätzung.

Eine weitere bemerkenswerte Ausnahmeerscheinung bei dieser Seelilie ist ihre violette Färbung. Sie wird hervorgerufen durch einen der wenigen organischen Farbstoffe, der uns offensichtlich fossil überliefert wurde. Weil der Farbstoff erstmals von der Fundstelle "Fringeli" beschrieben wurde, heisst er "Fringelit".

Auf dem Lebensbild ist übrigens ein Fremdkörper eingezeichnet. Finden Sie diesen ?

HARTGRUNDBEWohner



Seeigel, die in Korallen- oder Schwammriffen leben, haben häufig keulenförmige Stacheln. Zur Fortbewegung sind diese Verlängerungen eher hinderlich, bei stürmischem Wellengang jedoch können sie sich damit zwischen Unebenheiten sehr gut verkeilen.



Stomechinus sp. La Reuchenette, mit Sekundärstacheln, Moutier-Korallenkalk



Acrocidaris sp. Chasseral Moutier-Korallenkalk



Paracidaris. Wildeggen Birmensdorfer-Schichten



Paracidaris sp. La Reuchenette, Moutier-Korallenkalk



Hemicidaris sp. Chasseral Moutier-Korallenkalk



Plegiocidaris sp. Mellikon Birmensdorfer-Schichten



Gymnocidaris sp. La Reuchenette Moutier-Korallenkalk



Glypticus sp. Liesberg Liesberg-Schichten

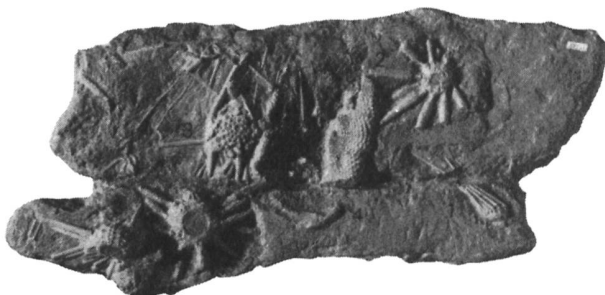


Paracidaris sp. Liesberg Liesberg-Schichten

Kopie



Rhabdocidaris sp. Olten Wettinger-Schichten Olten



Faziestück aus den ? oberen Effinger-Schichten ?, La Reuchenette

1. Hemicidaris sp.
2. Plegiocidaris sp.
3. Acrocidaris sp.
4. Neue Seesternart (wird in Eclogae 74/3. 1981 beschrieben.)

Kopie Leg. NHM Basel

PLANKTONISCH LEBENDE VERTRETER

Nur wenige Echinodermen sind als freischwimmende Formen bekannt. Der Haarstern Saccocoma ist eine dieser Ausnahmen. Seine feinen, sehr leicht gebauten Arme, sowie sein kugelig aufgeblasener Kelch ermöglichen ihm das Schwimmen oder Schweben.



Die Mehrzahl der regulären Seeigel siedelt auf Hartböden. Nur wenige bewohnen Sand oder Schlick, wo ihre Füßchen kaum Halt finden können. Tagsüber verbergen sie sich häufig in Felsgründen und Korallenriffen. Sie verschwinden in Spalten, Höhlen oder Nischen, deren Zugänge so schmal sind, dass man das Hindurchzwängen eines Seeigels kaum für möglich hält.

Aus solchen Oekosystemen stammen die schönsten fossilen Seeigel, die man bei uns im Jura finden kann.

Fossil-Lagerstätten

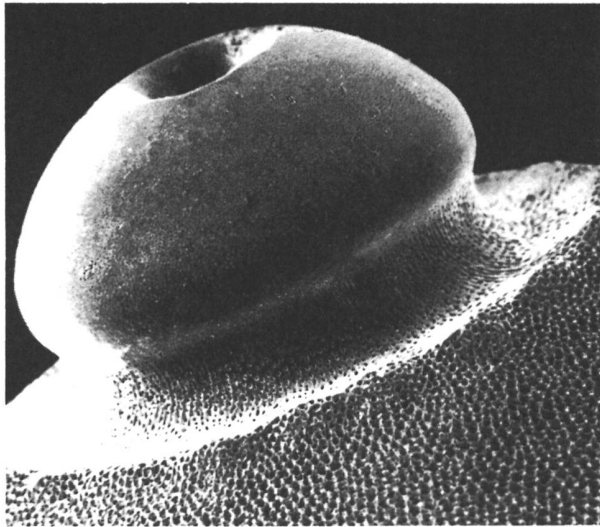
Fossil-Lagerstätten nennt man Gesteinskörper, die ungewöhnlich viele oder ungewöhnlich gut erhaltene Fossilien führen.

Man unterscheidet drei Typen:

ALLOCHTHONE LAGERSTÄTTE

Definition: Die Rückstände verschiedener Tiergemeinschaften wurden von weither eingeschwemmt, d.h. der Einbettungsplatz hat nichts mehr mit ihrem früheren Lebensort gemeinsam.

Unter normalen Umständen zerfallen Echinodermen schon wenige Stunden nach ihrem Tod, da ihre Stacheln und Skelettelemente nur durch feine Muskeln zusammengehalten werden. Das organische Material wird von Aasfressern auseinandergerissen und verspiesen. Innert kürzester Frist sind nur noch Skelettelemente zu sehen, die allmählich mit der Strömung weggespült werden.



Die Aufnahme zeigt die Oberfläche eines Warzenkegels bei 60-facher Vergrößerung.



Die Aufnahme zeigt die Oberfläche eines Seeigelgehäuses bei 600-facher Vergrößerung

Das Kalkskelett aller Echinodermen zeigt eine typische Siebstruktur. Diese Löcher ermöglichen es den Wassermolekülen, an einer grossen Oberfläche ein Skelettelement "anzupacken", um es dann über weite Distanzen zu transportieren.

Fossillagerstätten sind für das Verständnis der Erdgeschichte und speziell für die Entwicklungsgeschichte des Lebens von grösster Bedeutung. In diesen Gesteinskörpern sind die Dokumente des einstigen Lebens begraben und konserviert.

Aus dem einbettenden Gestein lassen sich häufig Schlüsse auf die Einbettungsvorgänge ziehen, d.h. sie dokumentieren die Naturkräfte (Agentien), die zu der betreffend Fossillagerstätte führten.

Die paraautochthonen und autochthonen Lagerstätten widerspiegeln sogar den weitem, resp. engern Lebensraum, in dem sich die gefundenen Fossilien einst wohlfühlten.

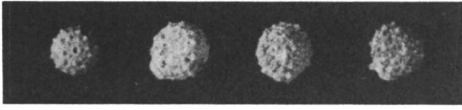
ZUR ALLOCHTHONEN LAGERSTAETTE

Wie bereits auf der Tafel beschrieben, können die Skelettelemente der Echinodermen (meistens sind es nur kleinste Bruchstücke) über sehr weite Distanzen transportiert werden. So werden über grosse Gebiete hinweg ganze Schichtpakete durch die feinen Kalkfragmente aufgebaut. Im Verlaufe der Gesteinswerdung (Diagenese) bildet sich aus dem feinen Kalksand ein sehr hartes Gestein, das nach der Gebirgsbildung im Gelände als morphologische Kante (Geländerippe) gut sichtbar ist.

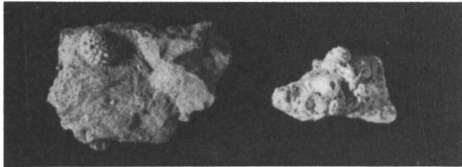
Vor noch nicht allzulanger Zeit wurden solche Echinodermenkalke (z.B. Dalle nacré) aus dem Schweizer Jura für den Bau von Öfen und Cheminées abgebaut.

PARAAUTOCHTHONE LAGERSTAETTEN

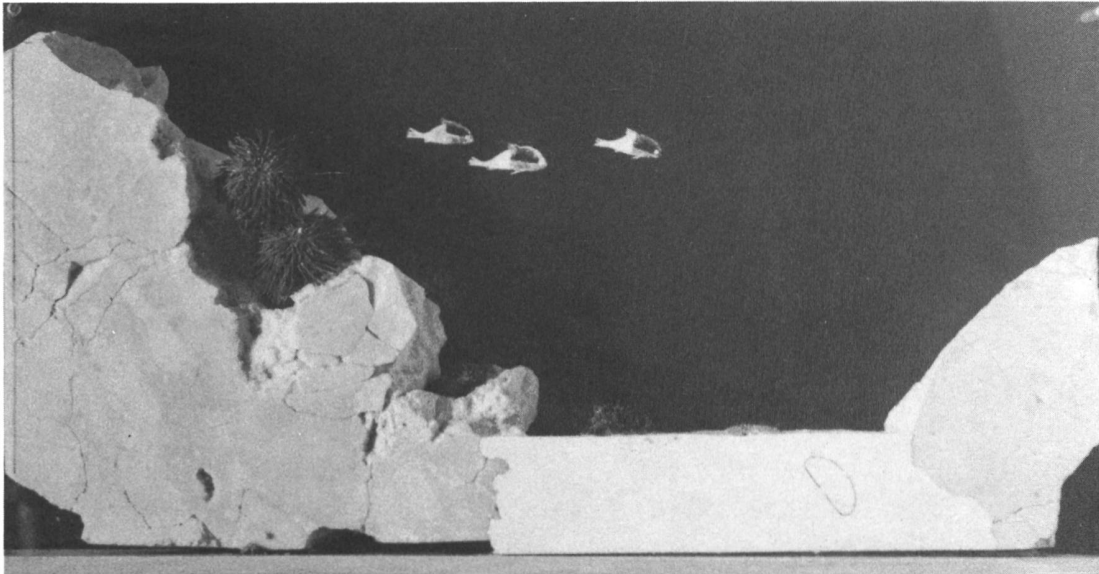
Definition: Die fossilen Rückstände einer Tiergemeinschaft wurden in der Nähe ihres angestammten Lebensortes gefunden.



Verschiedene Erhaltungszustände von Seeigeln aus paraautochthoner bis allochthoner Lagerung.

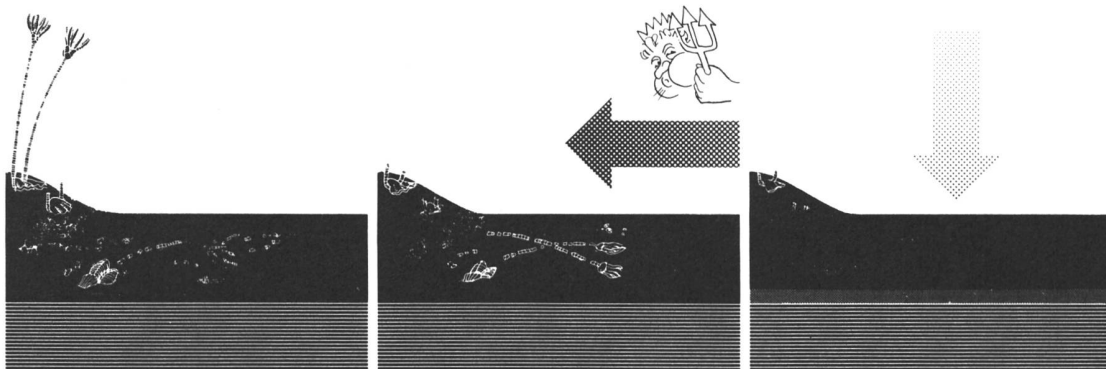


Der Erhaltungszustand hängt nicht nur von der Distanz Lebensort - Einbettungsort ab. Das einbettende Sediment ist genauso bedeutend.



Mit Schlamm gefüllte Vertiefungen zwischen Korallenstöcken bilden für Seeigel richtige Fallen. Einmal in dieses weiche Sediment geraten, können sie sich nur noch schwer daraus befreien. Ihre sonst so nützlichen Stacheln werden ihnen zum Verhängnis. Wie Widerhaken geraten sie mit jeder Bewegung tiefer in den Schlamm. Der Schlamm wiederum ist ein ausgezeichnetes Konservierungsmaterial. Die Seeigelgehäuse bleiben in ihm über Millionen von Jahren perfekt erhalten. Deshalb findet man die meisten und schönsten Exemplare, die in unseren ehemaligen Korallenbiotopen lebten, in solchen fossilen Schlammflaschen.

Eine weitere Möglichkeit paraautochthoner Lagerung soll am Beispiel einer Encrinus-Lagerstätte aus dem deutschen Muschelkalk gezeigt werden.



Um die Strömung mit ihrem Nahrungsangebot möglichst optimal ausnutzen zu können, gruppieren sich die Seelilien um den höchsten Punkt einer Erhebung.

Bei ungünstiger, heftiger Strömung (z.B. Sturm) enthält das Wasser einen hohen Anteil an Schlamm. Dieser Schlamm kann zur Lahmlegung der Wassergefäß-Systeme der Seelilien führen. Sie sterben ab und kommen an den Fuss der Erhöhung zu liegen.

Der sich absetzende (sedimentierende) Tonschlamm verschüttet und konserviert die Crinoiden.

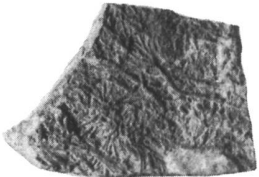


Gut erhaltene Krone einer Encrinurus sp.

AUTOCHTHONE LAGERSTÄTTEN

Definition: Die Rückstände einer Lebensgemeinschaft wurden an ihrem Lebensort zugeschüttet und versteinert. Die Lagerstätte ist mit dem Lebensort identisch.

Meistens waren es für die betroffenen Tiergemeinschaften katastrophale Ereignisse, die sie an ihrem Lebensort absterben liessen oder zuschütteten. Aus solchen Fossil-Lagerstätten stammen häufig die schönsten und interessantesten Echinodermen. Bei diesen autochthonen Lagerstätten wird aber auch deutlich, wie stark die verschiedenen wissenschaftlichen Interpretationen auseinandergehen können, obwohl ausnehmend viel Datenmaterial zur Verfügung steht.



Chariocrinus-Population

Man nimmt an, dass eine Wassertrübung ihre Wassergefäß-Systeme blockierte und so die ganze Population innert kürzester Zeit vernichtete.



Paracomatula-Population und Isocrinus sp.

Im Gegensatz zu der "Wassertrübungstheorie", die in der Literatur als Grund für das Absterben dieser Haarsternkolonie angegeben wird, neigen wir eher zu folgender Annahme:

Diese Tiergemeinschaft lebte zwischen untermeerischen Dünen. Während einer absolut strömungsfreien Epoche wurden die bodennahen Gewässer immer sauerstoffärmer. Die Tiergemeinschaft starb langsam ab.



Ophiomusium-Population

Die rekonstruierte Geschichte der autochthonen Fossil-Lagerstätte Weissenstein ist auf den letzten vier Tafeln dargestellt.



Demaster sp. und Polydiadema sp.

Um die Ursachen festzustellen, die zur Verschüttung der Echinodermen in Schinznach geführt haben, müssen noch genaue Untersuchungen am umgebenden Gestein gemacht werden.

Zu Paracomatula-Population

Beim Exponat auf der Tafel haben wir vermerkt: "Im Gegensatz zur Wassertrübungstheorie ... neigen wir eher zu folgender Annahme." Anhand unserer Beobachtungen möchten wir aufzeigen, dass die Theorien, welche in den Lehrbüchern häufig als Tatsachen dargestellt werden, nicht immer die einzig möglichen sind.

Ueblicherweise wird das Absterben von Seelilien mit der sogenannten Wassertrübungstheorie begründet, das heisst durch eine stärkere Wasserbewegung wird Schlamm aufgewirbelt, die feinen Schlammpartikelchen verstopfen das Wassergefässsystem, die Seelilien (hier Haarsterne) sterben ab.

Um diese Theorie zu erhärten, müsste man jedoch folgende Beobachtungen anstellen:

- Strömungsausrichtung der Tiere.
- Mergelhorizont (infolge abgesetztem Trübungsschlamm) zwischen den ersten Seeliliengenerationen.
- Zahlreiche zerbrochene und aufgefächerte Kronen.

Was beobachten wir tatsächlich?

- Die Haarsterne sowie die gestielten Seelilien liegen kreuz und quer durcheinander im Gestein.
- Keine Mergellage zwischen den einzelnen Generationen. Der Mergel ist lediglich zwischen den Lücken der einzelnen Seelilien eingefüllt.
- Man beobachtet fast ausschliesslich gut erhaltene Kronen mit Zirren und Pinnulae.
- Die Zirren der Haarsterne sind an die Arme angelegt.

Diese Beobachtungen deuten eher auf ein Absterben während einer absolut strömungsfreien Zeit hin. Der Grund für das Absterben der Tiere muss demzufolge ein anderer sein als eine Wassertrübung.

Heute beobachtet man ähnliche Tiergemeinschaften u.a. auf sandigen, mit Algen mehr oder weniger gefestigten Meeresböden in seichtem Gewässer. Findet während längerer Zeit keine Wasserbewegung statt, wird der gesamte Sauerstoff im umgebenden Wasser aufgebraucht. Für die Haarsterne entsteht so ein tödliches Milieu, welches sie langsam absterben lässt.

Vielleicht lebten diese Haarsterngemeinschaften auf dem Grunde von Gezeitentümpeln, wie sie heute am Great Barrier Riff vor Australien beobachtet werden. Das zeitweise Austrocknen eines solchen Tümpels würde für die Lebensgemeinschaften den sicheren Tod bedeuten.

Fossil-Lagerstätte Weissenstein

HISTORISCHES

Diese Fossil-Fundstelle wurde von R.A. Gygi (1963) bei Feldarbeiten für seine Dissertation entdeckt.

H. Hess (1969) hat den gefunden Seestern als eine neue Art beschrieben. In der Folge wurden mehrere Grabungen durch das Naturhistorische Museum Basel durchgeführt.

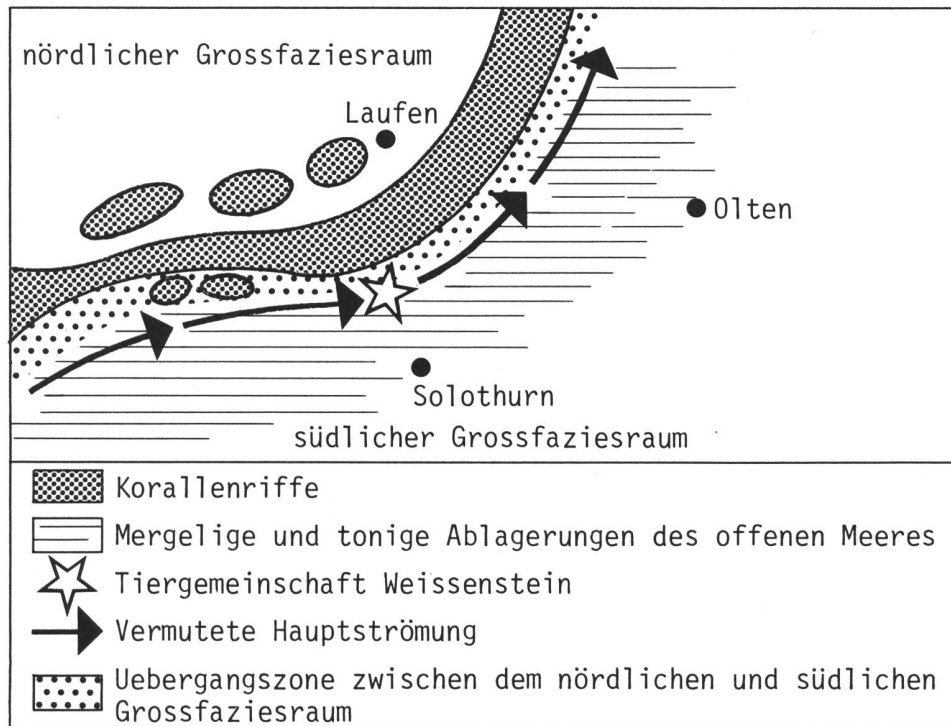
Zwischen 1976 - 1979 führten wir, das Atelier Meyer + Imhof, ebenfalls mehrere kleinere Grabungen durch.

Die Erfolge, die wir erzielten, bewogen uns, eine grossangelegte wissenschaftliche Grabung mit dem Naturmuseum Solothurn durchzuführen (Juli/August 1979). Diese grossflächige Grabung förderte verschiedene Seltenheiten zutage: zahlreiche Seesterne, komplette Krebse, Schlangensterne sowie unzählige Mikrofossilien.

Ziel dieser Grabung war, diesen Lebensraum zu rekonstruieren, um die Geschehnisse, die zu dieser einzigartigen Fossil-Lagerstätte führten, zu verstehen.



Um sich über die Lebensumstände einer Tier-Lebensgemeinschaft ein besseres Bild machen zu können, ist es von Vorteil, die regionalen Faziesräume zu beachten. Anhand der Seesternpopulation, die auf dem Weissenstein ausgegraben wurde, kann diese regionale Standort-Abhängigkeit gut gezeigt werden.



Deutlich zu erkennen ist die Zweiteilung der damaligen Ablagerungsräume. Der eine, nördliche Faziesraum (in die Literatur eingegangen als "Raurachische Fazies") wird geprägt durch einen weitreichenden Riffgürtel. Dieser Riffgürtel brach die Wellenkraft so, dass in seiner Leeseite ein ruhiges, nur von einzelnen Stürmen gestörtes Milieu vorherrschte.

Der zweite, südlich gelegene Faziesraum (in die Literatur eingegangen als "Argovische Fazies") entspricht einem nach Süden tiefer werdenden Meeresbereich.

Der Uebergang dieser beiden Faziesräume, in dem der Standort der Echinodermengemeinschaft Weissenstein liegt, ist gekennzeichnet durch ein relativ rasches Tieferwerden des Meeres. Also ein sanfter submariner Abhang. Ein solcher Standort ist aber verschiedensten Meeresströmungen ausgesetzt. Eine kontinentale Meeresströmung, die entlang der Riffgrenze zu erwarten ist, dürfte das vorherrschende Element gewesen sein. Diese könnte auch den feinen Quarzsand, der den See- und Schlangensterne als Unterlage diente, über Kilometer hinweg angeschwemmt haben.

Was aber nicht mit einer regelmässigen Strömung erklärt werden kann, ist die Einbettung der gesamten Tiergemeinschaft. Dazu brauchte es eine während kurzer Zeit sehr heftige Wasserbewegung. Betrachten wir wieder die Fazieskarte. Es fällt auf, dass das Gebiet des heutigen Weissensteins nur wenige hundert Meter vor dem Rifflage liegt. Also eine relativ exponierte Lage. Heftige Stürme in Überlagerung mit der Normalströmung könnten in diesem Bereich sehr wohl wirksame Sedimentumlagerungen hervorgerufen haben. Dies ist bis heute eine der fundierteren Erklärungen für die Zuschüttung der Tiergemeinschaft auf dem Weissenstein.

SITUATION DER FUNDSTELLE

Die Effinger-Schichten bilden auf dem Weissenstein eine ca. 70 Meter mächtige, tonig-mergelige Abfolge. In unregelmässigen Abständen sind harte, kalk- und sandreiche Bänklein eingelagert.

Die Seesterne haben wir in einem solchen, 15 - 30 Zentimeter starken Bänklein gefunden, das ca. 7 Meter über den Birnenstorfer-Schichten liegt.

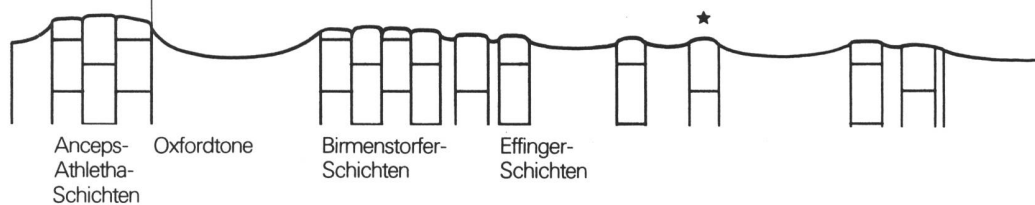
Die Schichten gehören in den Nordschenkel der Weissenstein-Antiklinale:

Streichen ca. E-W

Einfallen ca. 60 - 90° nach Norden.

ca. 155 Mio Jahre

DOGGER | MALM

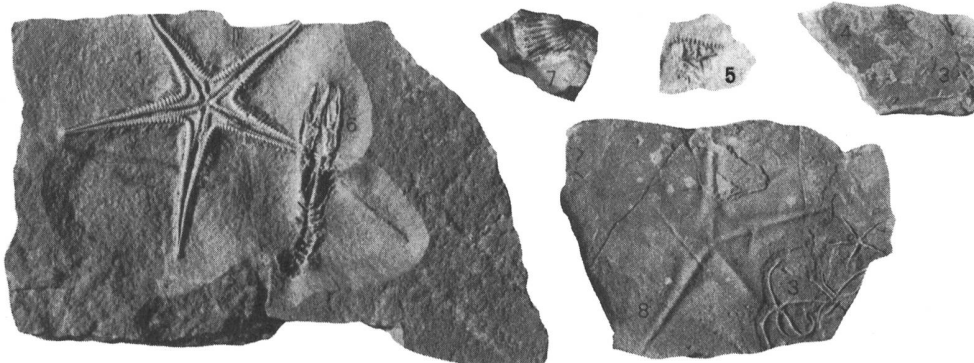


FUNDINVENTAR

Paläontologie:

Um ein möglichst umfassendes Bild der fossilen Tiergemeinschaften zu erhalten, müssen alle versteinerten Ueberreste, die man findet, inventarisiert werden.

- | | |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| ● Seesterne | Pentasteria (Pentasteria) longispina HESS
1 oral (mundseitig), 2 aboral (rückenseitig) |
| ● Schlangensterne: | 3 Ophiomusium gagnebini (THURMANN) |
| | 4 Sinosura wolburgi HESS |
| | 5 Ophiopetra oertlii HESS |
| ● Seelilien | Balanocrinus subteres (Goldfuss) |
| ● Krebse | 6 aus der Familie der Erymiden |
| ● Ammoniten | 7 aus der Familie der Perisphinctaceae |
| ● Muscheln | unbestimmbar |
| ● Schwammholz | |
| ● Foraminiferen | Familie und Gattung noch unbestimmt |
| ● Ostrakoden | Familie und Gattung noch unbestimmt |
| ● Nannoplankton | Verschiedene Vertreter |

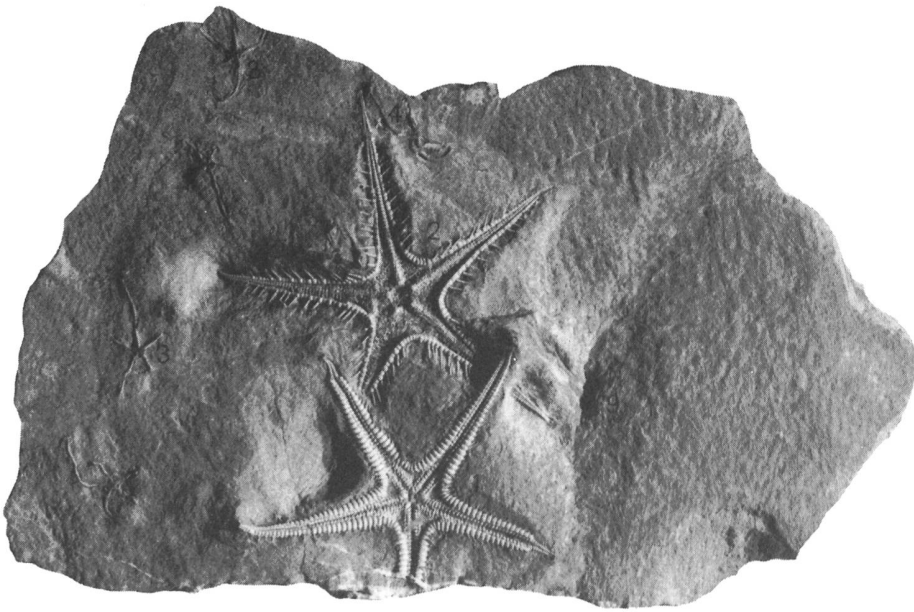


Palichnologie:

Fossilisierte Spuren einer Tiergemeinschaft liefern ebenfalls Hinweise über die Geschichte einer Fossil-Lagerstätte.

- 8 Ruhespur eines Seesternes
- 9 Grabgänge von Krebsen
- 10 Grabgänge von Seeanemonen (fraglich)
- 11 Bewegungsspuren von Krebsen (fraglich)

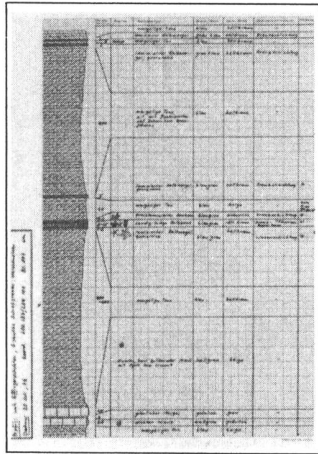




Durch das aktive Eingraben der Seesterne wurde das quarzsandreiche Sediment sortiert, d.h. die Quarzkörner kamen auf den Rücken des Tieres zu liegen. Dies verunmöglicht in den meisten Fällen eine Präparation, die das Fundgut von oben her freilegt. Der abgebildete Seestern mit den langen Stacheln ist das schönste, rückenseitig präparierte Stück, das je gefunden wurde.

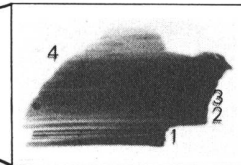
Sedimentologie:

Die Sedimentologie liefert Anhaltspunkte über Ereignisse, die zu den Ablagerungsgesteinen führten, in welchen sich die Fossilien befinden.



Detailprofil:
Untere Effinger-Schichten, Süd-
Anriss Schofgraben, Weissenstein
Datum: 20. Juli 1979.
Koordinaten: 606 137/234 100

Gesteinszusammensetzung:
Quarz ca. 40%
Kalk ca. 40%
Tonminerale ca. 15%
Rest ca. 5%



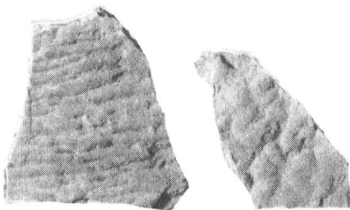
Radiografie

1. Subparallel, schwach diskordant geschichteter Teil
2. Flaserige Schichtung Fossiler Meeresboden mit Rippelmarken (s. unten)
3. Parallelgeschichteter Teil
4. Kreuzgeschichteter Teil

dunkel: Quarzreiche Laminas
hell: Mergelreiche Laminas
schwarze Punkte: Angeschnittene Ophiurenarme

Fossiler Meeresboden:

Diese Rippelmarken sind versteinerte Dokumente einer schwachen, bodennahen Wasserbewegung



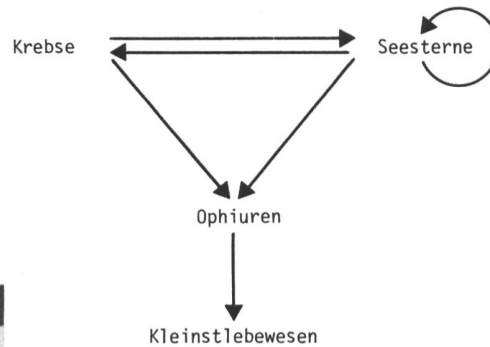
Oszillationsrippel Interferenzrippel

INTERPRETATION

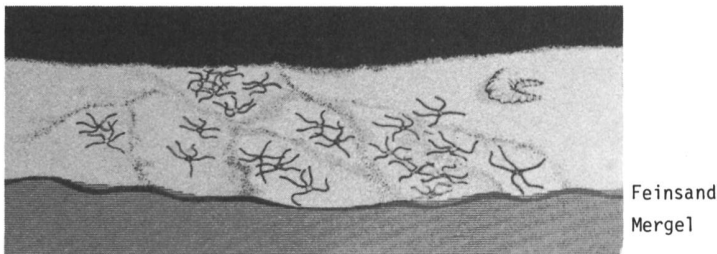
Eine solche Grabung versucht eine möglichst verständliche Rekonstruktion der Tierwelt, ihres Lebensraumes sowie der Vorgänge, die zu dieser Fossil-Lagerstätte führten, zu erstellen; und zwar nach dem Aktualitätsprinzip.

Nahrungskette:

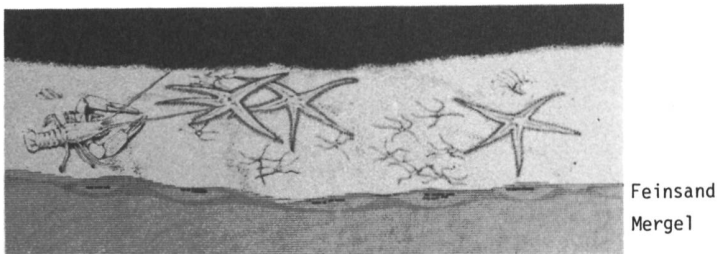
Moderne wissenschaftliche Arbeiten der Zoologie beschreiben die verschiedenen Möglichkeiten des Nahrungserwerbes resp. der Nahrungskette ähnlicher Tiergemeinschaften in unseren heutigen Meeren.



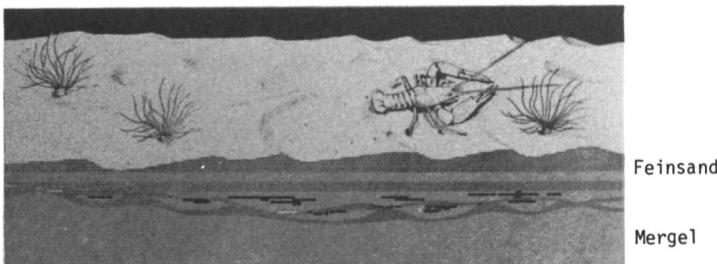
Entwicklungsgeschichte:



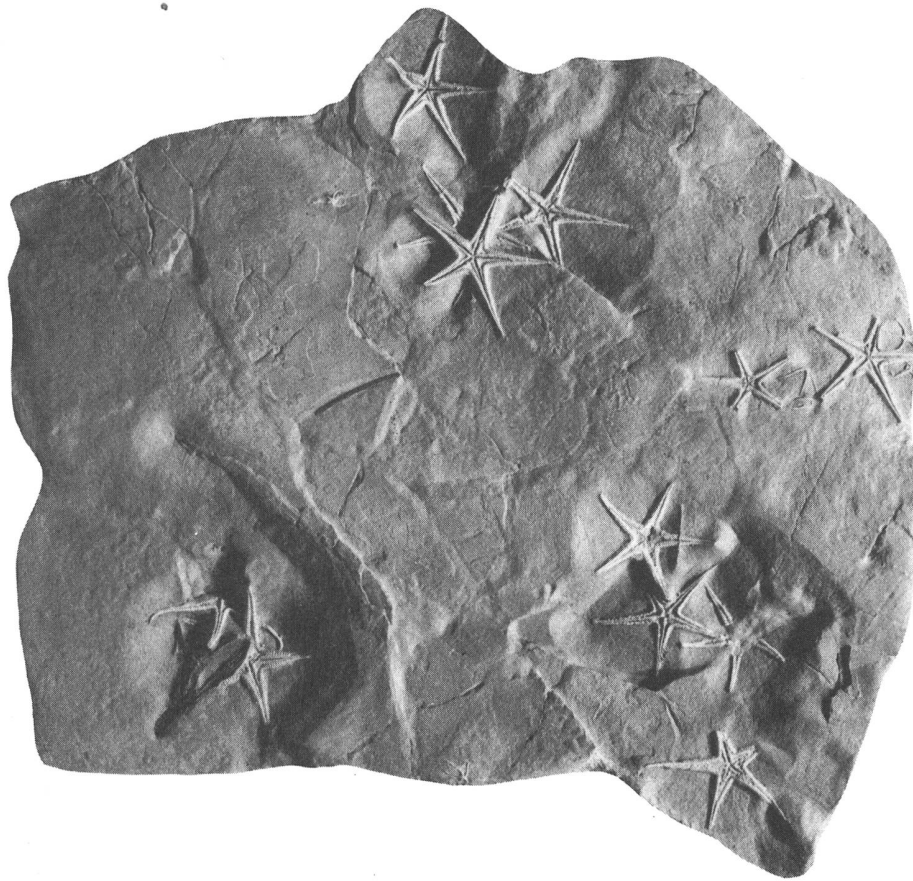
Das sogenannte Effingermeer ist dem Korallenriffgürtel vorgelagert, der sich auf der Höhe Moutier-Büsserach erstreckte. An einem relativ strömungsexponierten Ort dieses Meeres konnte sich eine erste Ophiurengeneration ansiedeln.



Die Schlangensterne dürften während ihrer Hauptentwicklungszeit nur wenige natürliche Feinde gehabt haben. Denn erst nach mehreren Ophiurengenerationen tauchen die ersten Seesterne und Krebse auf.



Diese Tiergemeinschaft entwickelte sich während wenigen Jahren recht gut. Der Meeresboden war praktisch gepflastert mit Stachelhäutern, als ein heftiger Sturm die ganze Population unter dem aufgewirbelten Schlamm begrub. Die Sedimentbedeckung muss so mächtig gewesen sein, dass sich die Tiere nicht mehr aus eigener Kraft befreien konnten. So ist es möglich, nach mehr als 150 Mio. Jahren die Geschichte dieser einmaligen Fossil-Lagerstätte zu rekonstruieren.



Die grösste, zusammenhängende Platte, die präpariert wurde, misst 110 x 108 cm. Darauf liegen 13 Seesterne, unter andern ein junges Individuum sowie einer, der eben im Begriffe war sich umzudrehen. Neben diesem Seestern befindet sich ein Krebs. Ueber der ganzen Platte verstreut liegen einige Schlangensterne. Oberhalb der Seesterngruppe mit dem Krebs erkennt man die Spur eines Krebsganges. Das Original dieser Platte ist im Naturmuseum Solothurn ausgestellt.

FREMD- UND SACHWOERTERVERZEICHNIS

Aboral:	rückenseitig
Allochthone Lagerstätte:	Lagerstätte, die aus ortsfremdem Material besteht
Ambulakralfeld:	(auch Radialfeld): Eine der fünf radial verlaufenden Doppelreihen von Kalkplatten des Stachelhäutergehäuses
Ampullen:	zusammenziehbarer Sack an der Basis der Armfüßchen
Antiklinale:	Gesteinsschichten, die zu einer Falte zusammengedrückt wurden
Aufschluss:	Stelle, wo Gesteine nicht von Vegetation überdeckt sind
Autochthone Lagerstätte:	Lagerstätte, die aus ortseigenem Material entstanden ist
Crinoiden:	Seelilien
Diskordant:	ungleichsinnige Lagerung von Gesteinsschichten
Echinodermen:	Stachelhäuter
Exponat:	Ausstellungsstück
Fazies:	Alle paläontologischen und sedimentologischen Merkmale eines Gesteins
Flaserige Schichtung:	muskelartige Schichtung
Foraminiferen:	marine, einzellige Tiere mit ein- oder mehrkammrigem Gehäuse
Fossilplatte:	Gesteinsplatte mit Versteinerungen
Fragment:	Bruchstück
Interambulakralfeld:	Felder, die sich zwischen den Ambulakralfeldern befinden
Interferenzrippel:	versteinerter Wellenschlag, der durch Ueberlagerung einzelner Wellenfronten entsteht
Irregulärer Seeigel:	Seeigel, bei dem der After nicht gegenüber dem Mund, sondern seitlich verlagert liegt
Jurazeit:	Epoche der Erdgeschichte (vor ca. 190 Mio. Jahren - ca. 140 Mio. Jahren)
Lebensbild:	bildliche Darstellung eines ehemaligen Lebensraumes
Madreporenplatte:	siebartig durchlöchernte Platte
Marin:	im Meer
Mergel:	Lockergestein von verschiedener Farbe aus Ton und Calcit
Mesozoikum:	Abschnitt der Erdgeschichte (vor ca. 230 - ca. 70 Mio. Jahren)
Mikrofossilien:	Versteinerungen, die nur unter der Lupe sichtbar sind
Milieu:	Umgebung

Missing links:	Fehlende Glieder einer Entwicklungsreihe
Morphologie:	Lehre über das Aussehen einer Oberfläche (Landschaft, Tiere, usw.)
Nannoplankton:	im Wasser schwebende Kleinstlebewesen
Oekologie:	Zweig der biologischen Wissenschaften, der sich mit den Lebensräumen der Organismen und ihren wechselseitigen Beziehungen befasst
Oekotop:	Ort des Zusammenlebens
Ophiuren:	Schlangensterne
Oral:	mundseitig
Ostrakoden:	Muschelkrebse
Oszillationsrippel:	versteinerter Wellenschlag, der durch das Hin und Her der Strömung entsteht
Paläontologie:	Lehre von den versteinerten Lebewesen
Paraautochthone Lagerstätte:	aus ortsnahe Material entstandene Lagerstätte
Pinnulae:	dünne, einfach gegliederte Seitenzweige von Seelilienarmen
Plankton:	im Wasser schwebende Lebewesen (Algen, Pflanzen, Krebse, usw.)
Population:	Fortpflanzungsgemeinschaft
Präparat:	konserviertes Sammelobjekt
Palichnologie:	Lehre von den versteinerten Spuren von Lebewesen
Radiärgefäße:	entsprechen den Ambulakralfeldern
Radiographie:	eine Art Röntgenaufnahme
Regulärer Seeigel:	Seeigel, bei dem der Mund genau dem After gegenüber liegt
Rezent:	heute lebend
Rippelmarken:	versteinerter Wellenschlag
Sedimentologie:	Lehre von der Entstehung, Bildung und Umbildung von Ablagerungen
Subparallel:	fast parallel
Schlickböden:	Böden, die aus abgelagertem Flussschlamm bestehen
Urechinodermen:	älteste Stachelhäuter
Zirren:	rankenartige Fortsätze am Seelilienstiel

LITERATURVORSCHLÄGE

Die untenstehende Literatur soll den Leser auffordern, sich in die Problematik der Erdwissenschaften zu vertiefen. Es wurden absichtlich einfache und auch fortgeschrittene Texte, zum Teil in englischer Sprache, in die Liste aufgenommen.

ZOOLOGIE

- Grzimeks Tierleben (1970): Band 3, Weichtiere, Stachelhäuter. Populäres Standardwerk mit vielen Illustrationen, Einführung in die rezenten Stachelhäuter; neuerdings auch als Taschenbuchausgabe.
- HYMAN, L.H. (1955): The Invertebrates: Echinodermata, Vol. IV. New York, Mc Graw Hill. 763 Seiten, 280 Fig. Englisch: für Fortgeschrittene
- KAESTNER, A. (1963): Lehrbuch der speziellen Zoologie. Teil I, 5. Jena, G. Fischer. Neuauflage 1979 oder 1980. Für Fortgeschrittene: guter Text über Bau und Ökologie.
- Knaurs Tierreich in Farben (1960): Niedere Tiere (BUCHSBAUM, R. und MILNE, L.J.) Gut lesbarer und einführender Text.
- RIEDL, R. Ed. (1970): Fauna und Flora der Adria. 2. Auflage. Hamburg und Berlin. Paul Parey. Bestimmungsbuch für Fortgeschrittene.

PALAEONTOLOGIE

- MUELLER, A.H. (1963): Lehrbuch der Paläozoologie, Band II, Invertebraten, Teil 3. Gute Übersicht für Fortgeschrittene.
- HESS, H. (1975): Die fossilen Echinodermen des Schweizer Juras. Veröffentl. Nat.Hist. Museum Basel, Nr. 8 1975. Modernes, gut verständliches Werk mit vielen Illustrationen. Sehr empfehlenswert.
- LEHMANN, U. (1977): Paläontologisches Wörterbuch. 2. Auflage. F.Enke Verlag, Stuttgart. Nachschlagwerk für Fremdwörter, guter Text mit Illustrationen.
- Treatise on Invertebrate Paleontology, Part. U, Echinodermata 3, 2 Bände, und Part T, Seelilien; Moore, R.C. Ed. (1966). Paläontologisches Standardwerk für Fortgeschrittene.

Spezielle Aufsätze über schweizerische Stachelhäuter finden sich in den beiden Fachzeitschriften:

- Eclogae Geologicae Helvetiae
- Schweizerische Paläontologische Abhandlungen.

SEDIMENTOLOGIE UND STRATIGRAPHIE

- GEYER, O.F. (1973): Grundzüge der Stratigraphie und Fazieskunde. Band I, Band II (1977), Stuttgart, Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung.
Kopplizierter Text für Fortgeschrittene, gibt aber eine sehr gute Einführung in alle Teilgebiete der Erdwissenschaften.
- READING, H.G. Ed. (1978): Sedimentary environments and facies. Blackwell scientific Publications, Oxford.
Für Fortgeschrittene, Text in Englisch, moderne Darstellung fossiler und rezenter Beispiele.
- REINECK, H.E. & SINGH, F.B. (1973): Depositional Sedimentary Environments. Springer Verlag Berlin.
Englisch. Fortgeschrittener Text mit vielen Abbildungen.
- REINECK, H.E. Ed. (1978): Das Watt. Ablagerungs- und Lebensraum. Senkenbergbuch 50. Waldemar Kramer Verlag, Frankfurt a. Main.
Gut lesbarer Text über das norddeutsche Watt, seine Bewohner und die heute entstehenden Sedimente.
- WALKER, R.G. Ed. (1979): Facies Models. Geoscience, Canada. Ainsworth Press Lim. Ontario.
Englisch. Fortgeschrittener Text über die Entstehung fossiler und heutiger Ablagerungsräume.

FOTO- UND EXPONATENACHWEIS

- Seite 6: Exponat Seegurke; Naturhistorisches Museum
Basel (Kopie)
- Seite 10: Foto (unten); Ben Pabst, Zürich
- Seite 10: Foto (oben); Documenta Maritima, Luzern
- Seite 16: Foto; Ben Pabst, Zürich
- Seite 20: Exponat Paracidaris mit Stacheln (Kopie)
Fam. H. und A. Zbinden, Ipsach
- Seite 20: Exponat Seeigel/Seesternplatte; Naturhistorisches
Museum Basel (Kopie)
- Seite 22: REM-Fotos; aus H. Hess, Die fossilen Echinodermen
des Schweizer Juras; 1975 (Naturhistorisches
Museum Basel)