

*Entwickelt haben sie sich vor rund 570 Millionen Jahren. Vor 250 Millionen Jahren starben sie wieder aus – warum, das weiß man nicht: die Trilobiten, Gliederfüßer, die in ihrem Aussehen an Asseln erinnern. Der Paläontologe Gunnar Schraut hat in der Nähe von Greifenstein bei Herborn eine „neue“ Art entdeckt, die *Otarion greifensteinensis* heißen soll und deren Lebensraum vor rund 390 Millionen Jahren er rekonstruiert.*

Vom Fossilrest zur Rekonstruktion eines Lebensraums vor 390 Millionen Jahren

Ein paläontologisches und paläoökologisches Beispiel aus Hessen

Von Gunnar Schraut

Vor rund 390 Mio. Jahren lag das Rheinische Schiefergebirge einschließlich der Gegend um „Gießen“ noch sehr viel weiter im Süden, nahe am Äquator. Außerdem existierte das Rheinische Schiefergebirge damals noch nicht als mittelgebirgsartige Erhebung, sondern an gleicher Stelle befand

sich ein größerer, möglicherweise etwa 200 km breiter Meeresarm, das Varistische Meer. Bedingt durch das „Wandern der Kontinente“, die sogenannte Kontinentalverschiebung, wurde dieser Meeresarm im Laufe der Zeit nicht nur vom Äquator weg Richtung Norden transportiert, sondern auch in seiner räumlichen Ausdehnung von rund 200 km auf die etwa 150 km der heutigen Nord-Süd-Ausdehnung des Rheinischen Schie-

fergebirges zusammengeschoben. Dadurch verschwand nicht nur das Meer, sondern die ehemaligen, nun zu Stein gewordenen Meeressedimente wurden dabei auch über den Meeresspiegel gehoben. Sie bilden heute das Rheinische Schiefergebirge.

Nachweisen kann man den ehemaligen Lebensraum „Meer“ mit Hilfe von Meerestieren, die damals gelebt und nach ihrem Ableben in



Abb. 1a: Geographische Lage der Kontinente im Devon vor ca. 390 Mio. Jahren. * = ungefähre Lage des Rheinischen Schiefergebirges. Entnommen aus ZIEGLER et al. (1995: 15).

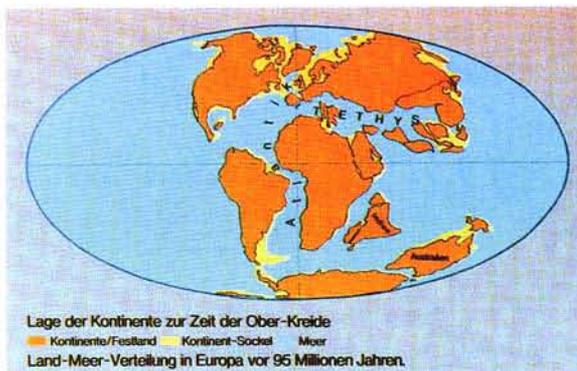


Abb. 1d: Geographische Lage der Kontinente in der Kreide vor ca. 95 Mio. Jahren. * = ungefähre Lage des Rheinischen Schiefergebirges. Entnommen aus ZIEGLER et al. (1995: 25).

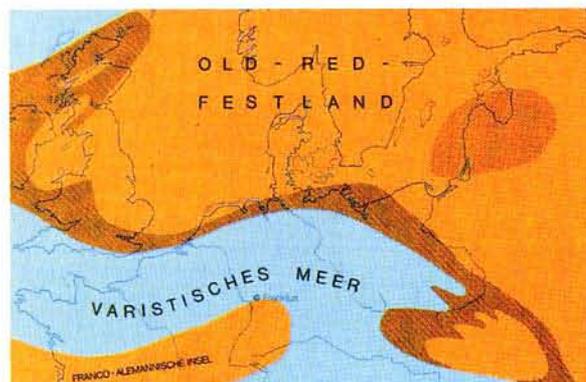


Abb. 1b: Ausschnittvergrößerung von 1a, den Varistischen Meeresarm zeigend. Entnommen aus ZIEGLER et al. (1995: 15).

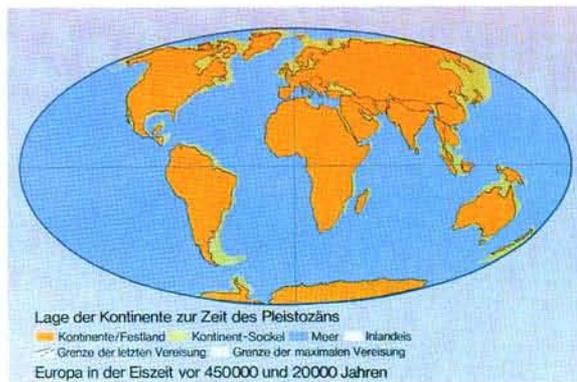


Abb. 1e: Geographische Lage der Kontinente heute. * = ungefähre Lage des Rheinischen Schiefergebirges. Entnommen aus ZIEGLER et al. (1995: 29).

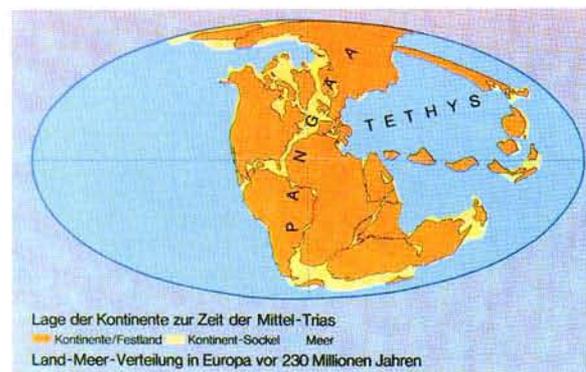


Abb. 1c: Geographische Lage der Kontinente in der Trias vor ca. 230 Mio. Jahren. * = ungefähre Lage des Rheinischen Schiefergebirges. Entnommen aus ZIEGLER et al. (1995: 21).

den Sedimenten des Rheinischen Schiefergebirges als Fossilien, also als Versteinerungen, abgelagert und konserviert wurden. Mit diesen „toten“, zu Stein gewordenen und in der Regel sehr alten Organismen beschäftigt sich die Paläontologie, die „Lehre vom alten Leben“.

Ein paar gewöhnliche Versteinerungen aus der Schwäbischen Alb, die ich mit sieben Jahren nach überstandener Kinderkrankheit als aufmunterndes Geschenk meiner Eltern bekam, gaben mir den Anstoß zu einem nicht gerade alltäglichen Hobby: dem Fossiliensammeln. Brav wurde ich auf Wunsch in die Eifel oder in andere fossilreiche Gebiete gefahren, um dort meinem Hobby nachgehen zu können. Durch nähere Beschäftigung mit der Materie wurde in mir schließlich der Wunsch geweckt, Paläontologe zu werden.

Ein Studium der Geowissenschaften in Verbindung mit der Biologie erschien mir hierfür die beste Kom-

bination, um mich wissenschaftlich mit diesem Thema auseinandersetzen zu können. Denn einerseits ist die Paläontologie eine historische Wissenschaft, bei der man die Faktoren Zeit und Raum immer mit einbeziehen muß. Zum anderen ist man als Paläontologe auf Vergleiche mit noch lebenden Organismen angewiesen, also auf die Biologie. Mein vordringliches wissenschaftliches Interesse gilt seit geraumer Zeit einer längst ausgestorbenen Tiergruppe: den Trilobiten.

Was sind Trilobiten?

Trilobiten haben ein asselähnliches Aussehen und gehören, wie Spinnen, Krebse und Insekten, zu den Gliederfüßern (Arthropoden). Sie entwickelten sich vor über 560 Mio. Jahren, starben aber vor rund 250 Mio. Jahren aus. Ihren Namen Trilobit (Dreilapper) erhielten sie wegen ihrer dreifachen Gliederung des

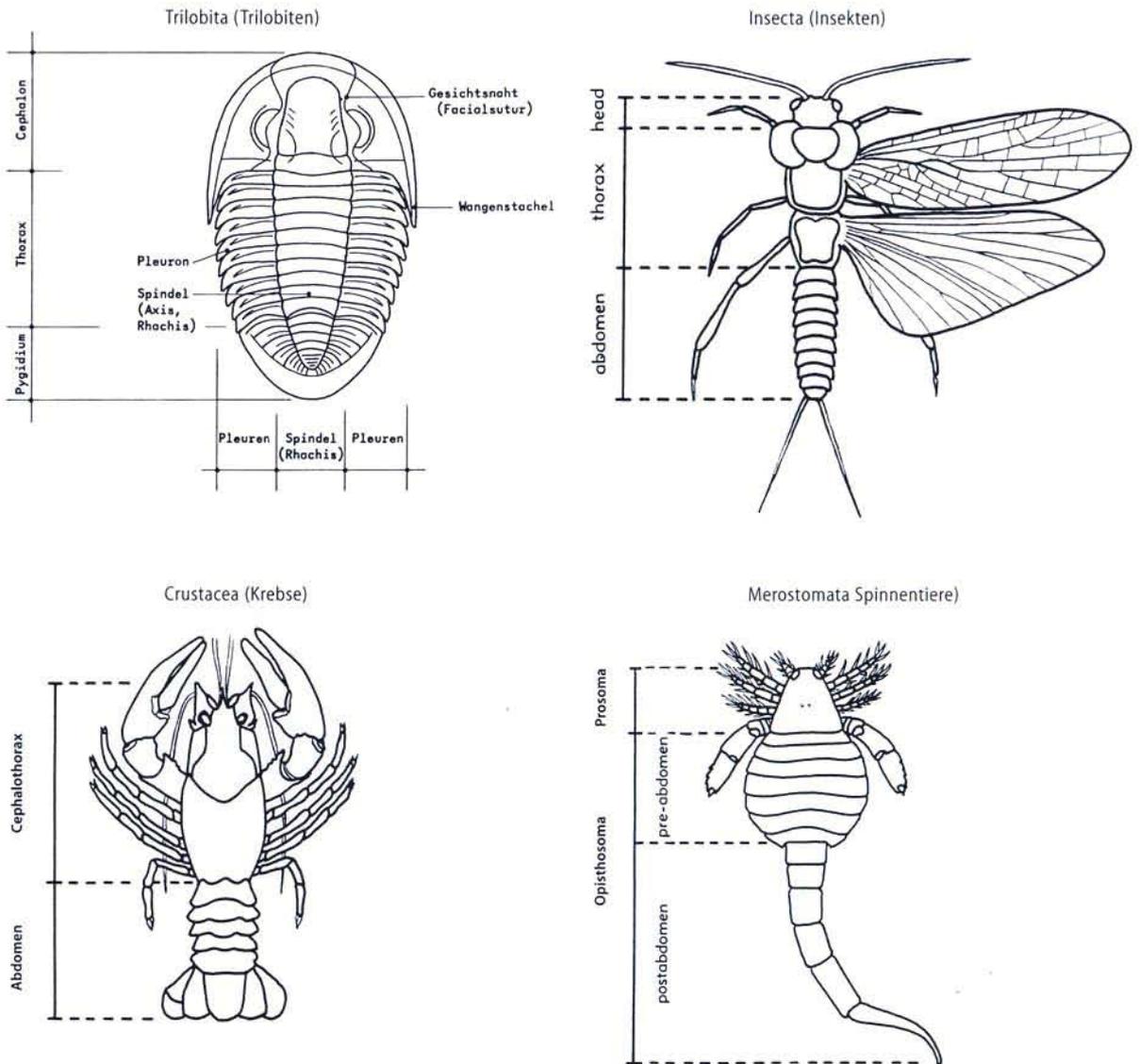


Abb. 2: Wichtige Gruppen der Gliederfüßer (Arthropoda) im Vergleich.

Panzers: sowohl von vorne nach hinten in Kopf, Rumpf und Schwanz, als auch von der Seite in einen linken Panzerteil aus Pleuren, ein Mittelstück (Rhachis) und einen rechten Panzerteil aus Pleuren. Der Panzer schützte, ähnlich wie bei heutigen Krebsen, die für das Tier lebenswichtigen Organe. Alle Trilobiten besaßen am Kopf eine sogenannte Gesichtsnaht. Mit ihrer Hilfe wurde beim Wachstum der Tiere das Abwerfen des Koppanzers besonders im Bereich der empfindlichen Augen erleichtert. Diese Gesichtsnaht am Kopf ist einmalig im Tierreich und wird als wichtiges Merkmal für

die Eigenständigkeit der Trilobiten gewertet.

Da diese Tiere keine Kauwerkzeuge besaßen, waren sie nur in der Lage, Sedimente und die darin befindlichen organischen Partikel zu fressen. Trilobiten gab es nur im Meer, wo sie in meist nicht sehr tiefem Wasser auf oder im Sediment gelebt haben. Die meist gut entwickelten Augen dienten zur Wahrnehmung von Feinden wie Fische, Tintenfische und Meeresskorpione. Vor denen schützten sie sich durch igelartiges Einrollen oder durch Eingraben in den weichen Untergrund. Mit mehr als 15.000 Arten gehören Tri-

lobiten in der Erdgeschichte mit zu den erfolgreichsten Tiergruppen. Der Grund ihres Aussterben ist bis heute ein Rätsel.

Trilobiten faszinierten mich besonders – schon vom Beginn meines Studiums an. Am interessantesten erschienen mir dabei die zum Teil abstrus bestachelten Formen von der „Wiege bei Greifenstein“, einem Schurf südlich der Gemeinde Greifenstein nahe bei Herborn. Dort liegt eine Gesteinsabfolge vor, an welcher ich während meiner Studienzeit viel gesammelt und mit Hilfe eines guten Freundes auch etliche Arten von stark bestachelten Trilo-



biten gefunden habe. Was macht man nun als Wissenschaftler mehr als zehn Jahre danach mit einer derartigen Aufsammlung? Welche Schlußfolgerungen lassen sich mit Hilfe der Trilobiten und anderer Fossilien über den ehemaligen Lebensraum, also die Paläoökologie ziehen? Und wie geht man dabei vor?

Methodisches

Beim Aufsammlen der Trilobiten mußte ich in erster Linie darauf achten, aus welchem Bereich der Fundstelle die Fossilien entnommen wurden. In einer Gesteinsabfolge, auch Profil genannt, von z.B. 20 m kann man Fossilien sehr unterschiedlichen Alters finden. Die Differenz kann mehrere 100.000 Jahre betragen. Deshalb müssen für Untersuchungen an einer ehemaligen Fauna die Fossilien möglichst alle aus nur einem, möglichst eng begrenzten Zeitabschnitt gesammelt werden. Dabei ist ein „eng begrenzter Zeitabschnitt“ in der Paläontologie relativ zu sehen: Auf ein paar 1.000 oder gar 10.000 Jahre kommt es dabei nicht an!

Nach dem Aufsammlen mußte ich die Trilobitenreste zunächst präparieren, d.h. mit Hilfe von Nadeln und Schabern unter dem Mikroskop freilegen. Erst dann versuchte ich, mit Hilfe von Bestimmungsliteratur die Tiere nach Gattung und Art zu

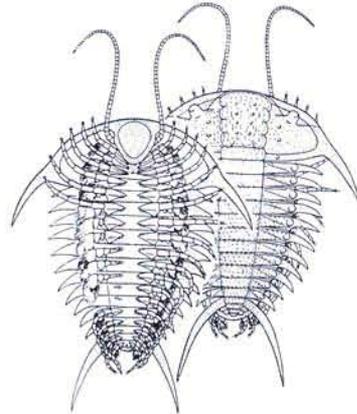


Abb. 3: Rekonstruktion der Unter- und Oberseite eines Trilobiten.

benennen. Während in der Biologie im allgemeinen vollständige Tiere zur Bestimmung vorliegen, muß man sich in der Paläontologie meist mit den unvollständigen Resten von Tieren begnügen. Deren Determinierung ist dadurch natürlich schwieriger und unsicherer. Manchmal „widersetzen“ sich Fossilien auch einer genauen Bestimmung. So lagen mir Reste einer Trilobitenart vor, die sich partout nicht mit einer schon bekannten Form in Einklang

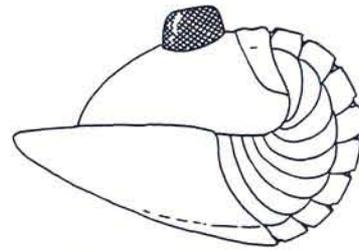


Abb. 4: Trilobit von der Seite.

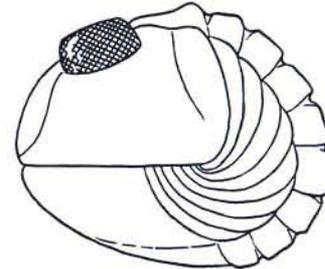


Abb. 5: Trilobit von der Seite, eingewickelt.

bringen ließen. Sollte es sich hierbei vielleicht um eine neue Art handeln?

Eine neue Art

Da lagen sie nun vor mir: sieben winzige, nur mm-große Reste einer möglicherweise neuen Trilobitenart! Alle zeigten zum Teil jeweils verschiedene Regionen des ehemaligen Kopfes. Für eine Rekonstruktion sind alle Reste wichtig, ermöglichen

Gunnar Schraut, 35 Jahre, hat an den Universitäten Marburg und Liverpool (England) Biologie und Geologie studiert und wurde in der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Gerhard Hahn in Marburg mit einer Arbeit über Trilobiten und Ostracoden aus dem Unterkarbon von Nötsch, Kärnten (Österreich), in Paläontologie promoviert. Seit September 1995 ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter am Forschungsinstitut Senckenberg (Frankfurt am Main) und seit April 1995 Lehrbeauftragter für Paläontologie an der Universität Gießen. Sein Forschungsschwerpunkt liegt in der systematischen Bearbeitung von fossilen Invertebraten, besonders von Trilobiten und ihrer stratigraphischen, paläoökologischen und paläobiogeographischen Deutung. Innerhalb der Biologie interessieren ihn hauptsächlich die Ökologie und Faunistik der Korallenfische des südlichen Sinai (nördliches Rotes Meer). 1992 und 1998 wurde er jeweils für seine naturwissenschaftlichen Beiträge mit dem Preis der Philippi-Gesellschaft in Kassel ausgezeichnet.

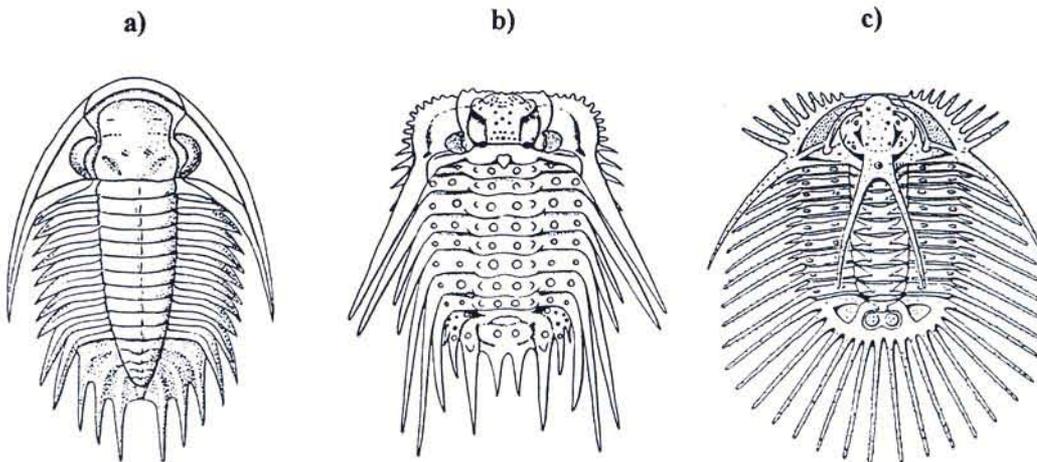


Abb. 6: Einige bestachelte Trilobiten aus dem Greifensteiner Kalk. a) Phaetonellus, b) Leonaspis, c) Radiaspis.

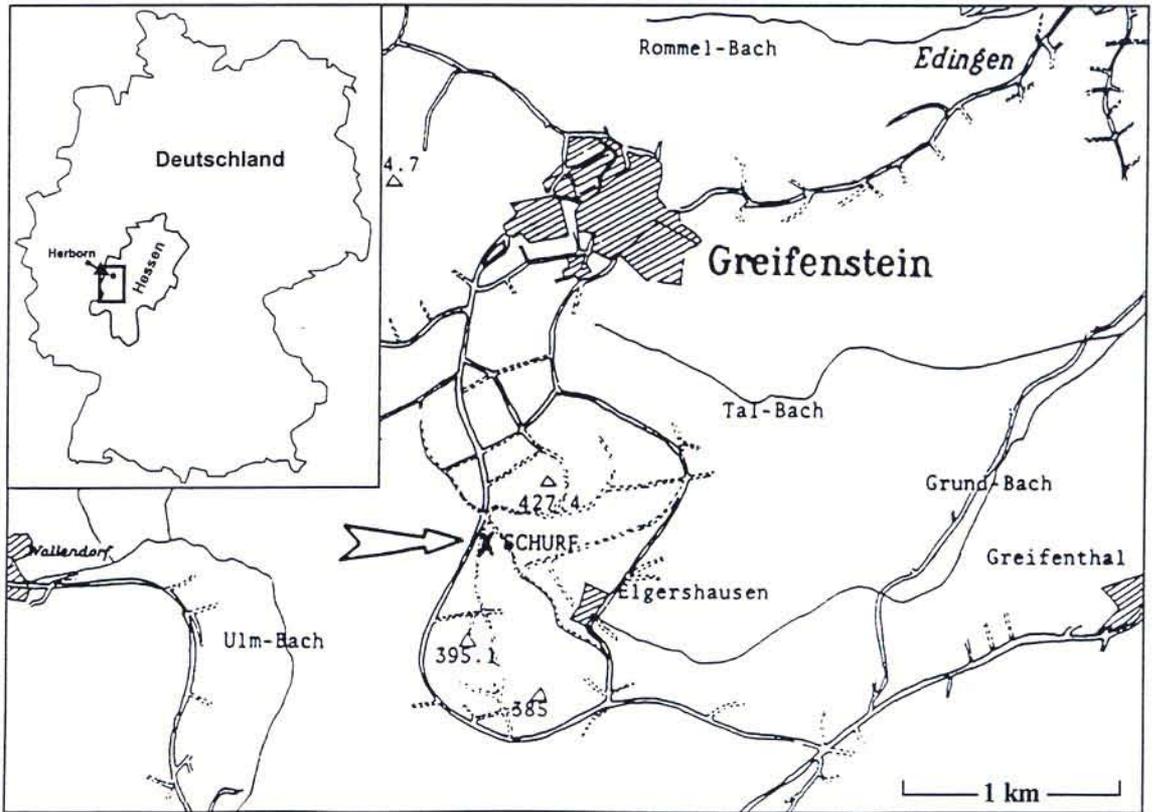


Abb. 7: Geographische Lage der Fundstelle.
Entnommen aus KIM (1997: Abb. 1).

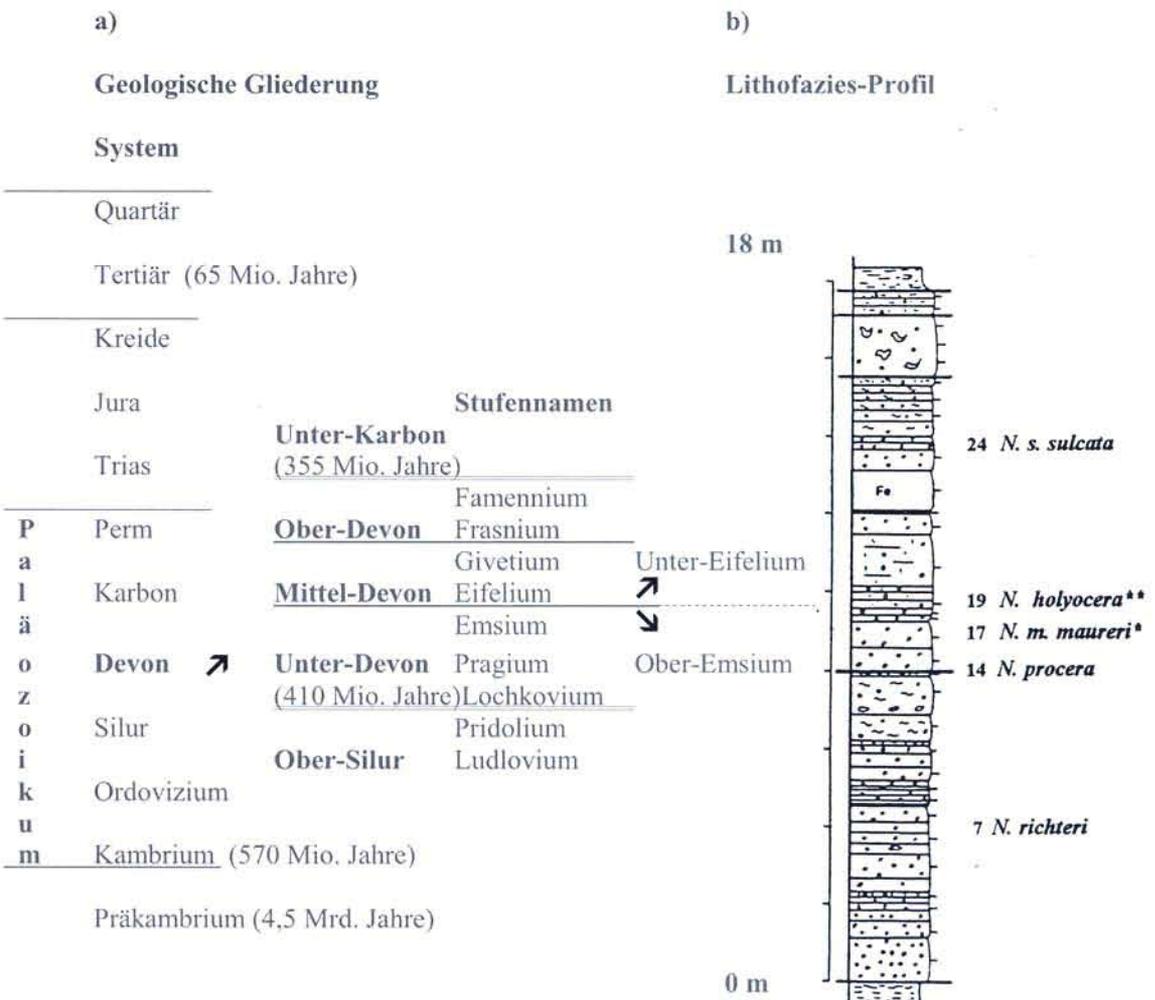


Abb. 8: Zeittafel der Erdgeschichte mit Jahreszahlen und zeitliche Einordnung des Profils an der Fundstelle „Wiege bei Greifenstein“. Entnommen und ergänzt nach KIM (1997: Abb. 1), ALBERTI (1985: Abb. 1) und DIETRICH (1985: Abb. 8).

Pfeil = Entnahmeort der Trilobitenfauna

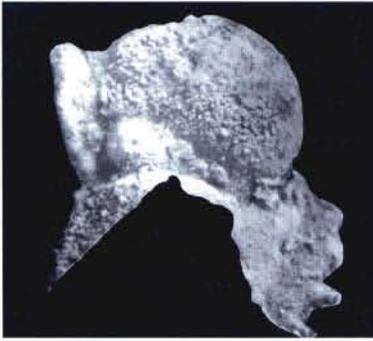
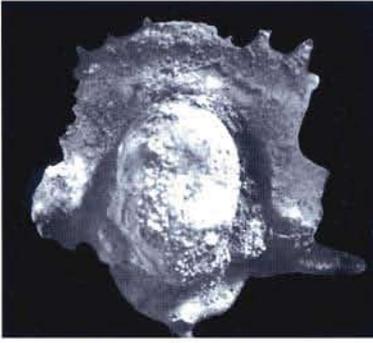


Abb. 9a: Das „Eichmaß“ der neuen Art, ein Mittelkopf von oben und von der Seite. Entnommen aus SCHRAUT (1998: Taf. 1, Fig. 1a + b).

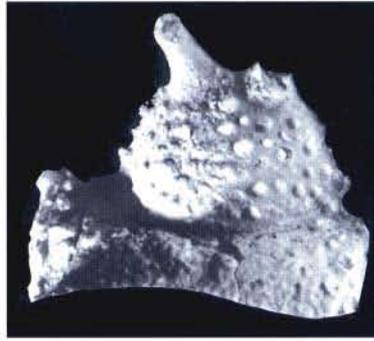


Abb. 9b: Ein weiteres Exemplar der neuen Art in Vorderansicht. Es zeigt im Gegensatz zur Abbildung 9a ein kurzes Stück eines Stachels auf dem Mittelkopf. Entnommen aus SCHRAUT (1998: Taf. 1, Fig. 1d).



Abb. 9c: Ein weiteres Exemplar der neuen Art in Vorderansicht. Es zeigt im Gegensatz zu den Abbildungen 9a und 9b große Stachelbasen (weiße Pfeile) und darunter zusätzlich noch kleine Stachelbasen (schwarze Pfeile) vorne am Mittelkopf. Entnommen aus SCHRAUT (1998: Taf. 1, Fig. 1f).



Abb. 9d: Ein weiteres Exemplar der neuen Art in Seitenansicht. Es zeigt im Gegensatz zu den Abbildungen 9a, 9b und 9c einen Stachel auf dem Nacken des Mittelkopfes (weißer Pfeil). Entnommen aus SCHRAUT (1998: Taf. 1, Fig. 1e).

sie doch erst gemeinsam eine vollständige Wiederherstellung eines Körperabschnittes, in diesem Falle des Mittelkopfes. Dazu werden alle Stücke genau vermessen, gezeichnet und abfotografiert. Erst nach Erstellen einer genauen Rekonstruktion des Mittelkopfes ist ein Vergleich mit nahe verwandten Formen, die in der Regel ganz ähnlich aussehen, möglich. Erst jetzt ist auch eine Bewertung, ob eine neue oder „nur“ eine schon bekannte Art vorliegt, möglich. Hierfür mußte ich mich sehr intensiv mit der entsprechenden Literatur und den Stücken von schon bekannten Arten auseinandersetzen, denn man könnte ja etwas „Passendes“ übersehen haben.

Das war jedoch nicht der Fall, und folglich konnte ich mich nun an die weitere „Bearbeitung“ machen. Eines der sieben Exemplare, nämlich das am besten erhaltene und die

Merkmale der neuen Art am besten zeigende, wird nun ausgewählt und als „Eichmaß“ dieser neuen Art verwendet. So wie das „Urmeter“ in Paris als Einzelstück das „Eichmaß“ der Längeneinheit „Meter“ darstellt, so dient der ausgewählte Trilobitenrest als „Eichmaß“ der Einheit dieser „neuen Art“. Diese bekommt einen eigenen, im Tierreich noch nicht „vergebenen“ Namen. In diesem Falle *Otarion* (*Otarionella*) *greifensteinensis* nach dem gleichnamigen Ort Greifenstein. Die wichtigsten kennzeichnenden Merkmale dieser neuen Art stellte ich dann in einer „Diagnose“ zusammen. So wie ein Arzt bei einer bestimmten Krankheit aufgrund von wenigen Symptomen des Patienten in der Lage ist, die Krankheit genau zu diagnostizieren, so muß der Paläontologe bei der Bestimmung eines Fossils in der Lage sein, dieses an Hand von wenigen Merkmalen genau zu bestimmen. Zu guter Letzt müssen die Untersuchungsergebnisse in einer

JUSTUS-LIEBIG-

UNIVERSITÄT
GIESSEN

Dr. Gunnar Schraut

Institut für Angewandte Geowissenschaften
Diezstraße 15
35390 Gießen
Tel.: 0641/99-36142
Fax: 0641/99-36109
e-mail: gschraut@sngkw.uni-frankfurt.de

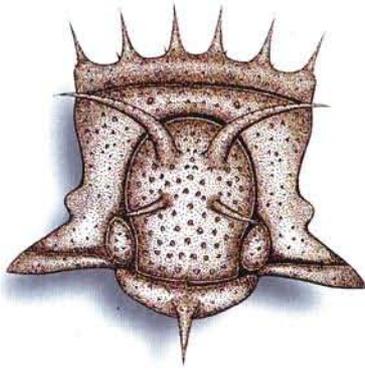


Abb. 10a: Rekonstruktion des Mittelkopfes der neuen Art von oben nach allen vorliegenden Exemplaren. Entnommen aus SCHRAUT (1998: Abb. 4a).

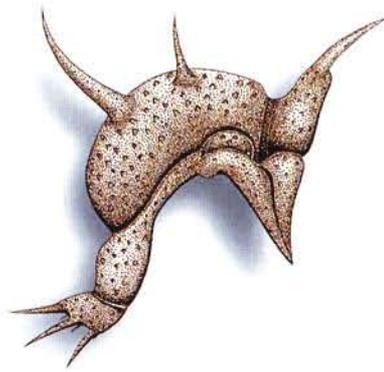


Abb. 10b: Rekonstruktion des Mittelkopfes der neuen Art von der Seite. Entnommen aus SCHRAUT (1998: Abb. 4b).

Publikation der Öffentlichkeit vorgestellt werden. Erst zum Zeitpunkt dieser Veröffentlichung beginnt dann die wissenschaftliche Existenz der „neuen“ Art.

Der ehemalige Lebensraum der neuen Art

Nach geglückter Bearbeitung der neuen Art und der Bestimmung aller weiteren an der „Wiege bei Greifenstein“ auftretenden Trilobiten und anderen Organismen versuchte ich, an Hand der vorliegenden Fauna den ehemaligen Lebensraum zu rekonstruieren. Während dabei die Biologen in der glücklichen Lage sind, ökologische Parameter heutiger Lebensbereiche wie z.B. Fest-

landsnähe, Wassertemperatur, Wellenenergie, Salz-, Sauerstoff- und Nährstoffgehalt, Bodentyp, Strömungs- und Windstärken usw., direkt vor Ort untersuchen und messen zu können, müssen die Paläontologen mit einer in der Regel nur bruchstückhaft vorliegenden Lebens-(= Fossil-)gemeinschaft und dem vorliegenden Gestein auf eben diese Parameter zurückschließen. Und das in unserem Falle bei einer Zeitdifferenz von 390 Mio. Jahren! Wie ist das möglich?

In erster Linie ist davon auszugehen, daß sich die Lebensvorgänge damals nicht grundlegend von den heutigen unterscheiden (Aktualismus). Ein heute lebendes Tier beispielsweise, das Augen besitzt, sieht damit, wenn Licht vorhanden ist. Im Lebensraum eines Tieres mit Augen muß es also Licht geben. Auch vor 390 Mio. Jahren hat ein Tier, das Augen besaß, damit etwas gesehen. Folglich gab es auch damals im Lebensraum des Tieres mit Augen Licht. Oder bei einer Organismengruppe, die heutzutage nur im Meer vorkommt, geht man davon aus, daß sie auch vor 390 Mio. Jahren nur dort anzutreffen war. Diese Analogien treffen meistens zu, müssen allerdings immer wieder erneut an Hand von möglichst vielen verschiedenen Kriterien überprüft werden. Denn keine Regel ohne Ausnahme! Somit lassen sich zumindest einige der heute nicht mehr vor Ort meßbaren ökologischen Parameter von damals erschließen.

Eine der wichtigsten Fragen lautet: Kommt die vorliegende Fossilfauna aus einem ehemaligen Meeresbereich, oder stammt sie vielleicht aus einem ehemaligen Süßwassersee? Auf diese Frage geben mir bestimmte vorhandene Tiergruppen eine Antwort. So kommen Seelilien, blumenartige, mit den Seesternen verwandte Tiere, und Brachiopoden, muschelartige, aber nicht zu den Muscheln gehörige Tiere, heutzutage nur im Meer vor. Ihr Vorhandensein gibt eine eindeutige Antwort: In dieser Gegend lag ein vollmariner Meeresbereich vor.

Eine weitere interessante Frage lautet: Wie tief war dieser Meeresbereich, in dem die Tiere gelebt und nach ihrem Tode abgelagert wurden? Hier müssen wir uns die Trilobiten etwas genauer anschauen. Von den insgesamt 21 vorliegenden Arten besitzen alle normal entwickelte Augen. Nicht eine einzige Form hatte reduzierte Augen oder war blind. Die Tiere haben folglich in einer Meerestiefe gelebt, in der noch Licht vorhanden war. Mit „normal“ großen Augen kann man noch in Tiefen von etwa 100-200 m etwas erkennen, je nach Klarheit des Wassers. Wahrscheinlicher ist aber, daß sie in deutlich flacheren, gut bis sehr gut durchlichteten Meeresbereichen auftraten. Vielleicht in einer Tiefe zwischen 30 bis 50 m.

Warum haben sie nicht in noch flacheren Gewässern gelebt? Nun,

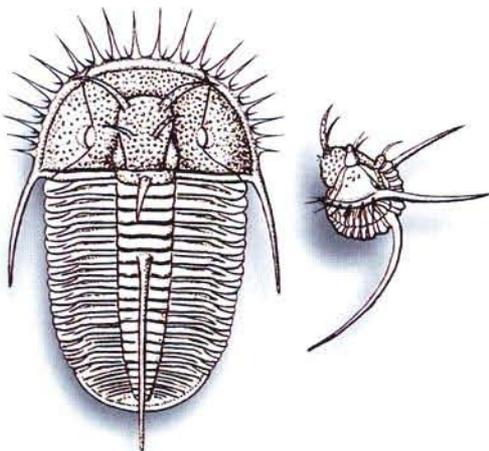


Abb. 10c: Vollständiges Tier der neuen Art nach einem ganz ähnlich aussehenden und vollständig bekannten Vergleichstier aus der Gattung Otarion. Aufsicht eines ausgestreckten und Seitenansicht eines eingekollten Exemplars.

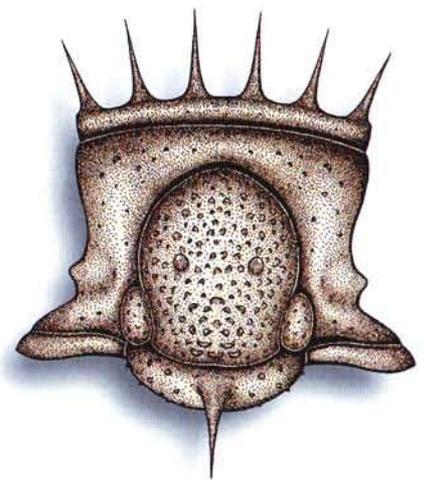
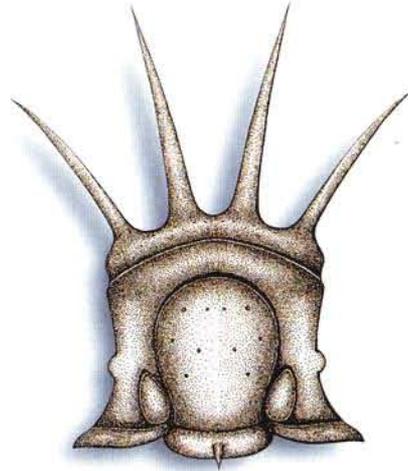
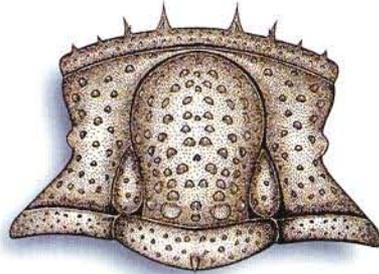
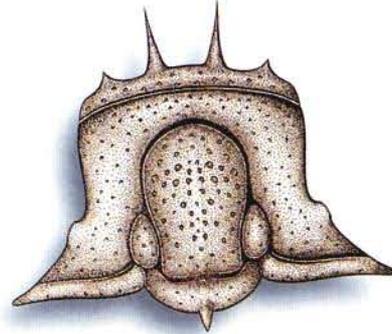
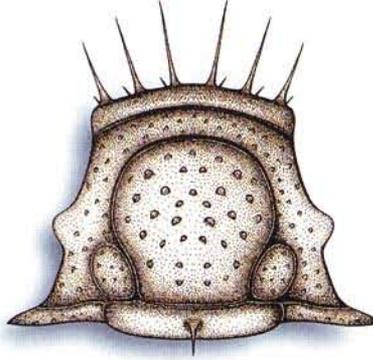
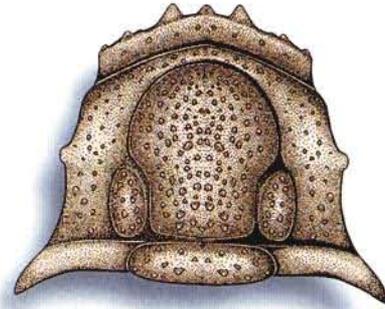


Abb. 11: Rekonstruktionen der Mittelköpfe näher verwandter Arten im Vergleich (siehe auch Seite 11).

in sehr flachen, von Wellen und Gezeiten beeinflussten Gebieten treten in der Regel dafür typische Tiergruppen auf, wie Stromatoporen, also Schwämme, riffbildende Korallen oder in extrem flachem Wasser Stromatolithe, das sind blaugrüne Algen. Von denen fehlt hier aber jede Spur! Außerdem sind an etlichen der Trilobitenreste zart gebaute Stacheln erhalten geblieben, die bei höherer Wasserenergie, wie sie durch Brandung oder Gezeiten verursacht wird, abgebrochen und so-

mit nicht überliefert worden wären.

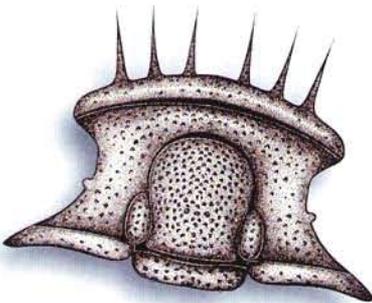
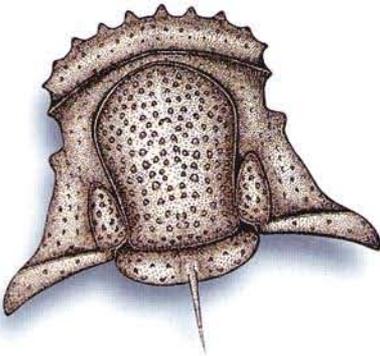
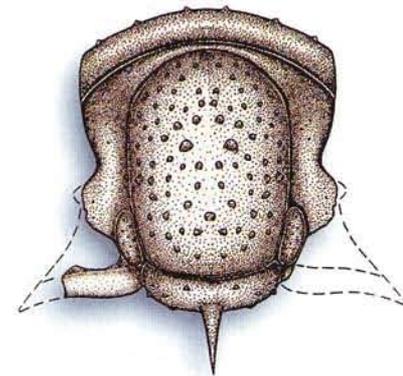
Eine weitere wichtige ökologische Frage ist die der Festlandsnähe. War der Lebensraum der Trilobiten nahe, d.h. vielleicht nur wenige Hundert Meter bis wenige Kilometer, oder weit, d.h. viele Kilometer vom Festland entfernt? Betrachten wir das Sediment. Es besteht aus einem reinen, sehr feinkörnigen Kalk. Wäre



das Festland ganz in der Nähe gewesen, dann müßten diese Kalke einen nicht unerheblichen Anteil an Sand- und Siltpartikeln aufweisen, wären somit also deutlich verunreinigt. Einen weiteren Hinweis liefern Tentaculiten, das sind sehr kleine, konische Gehäuse einer ausgestorbenen Weichtiergruppe. Diese traten in der Regel in festlandsfernen Sedimenten auf. Auch die vorliegende Trilobitenfauna selbst kennt man an anderen Fundorten bisher nur aus Sedimenten, die eine größere Entfernung zum Festland anzeigen.

Nun zur damaligen Wassertemperatur. Wie eingangs erwähnt, befanden sich der Meeresarm und damit seine Sedimente, aus denen das Rheinische Schiefergebirge entstanden ist, vor ca. 390 Mio. Jahren in der Nähe des Äquators, also in ei-

ner klimatisch deutlich wärmeren Gegend als heute. Welche Hinweise dafür liefern die vorliegenden Fossilien? Vergleicht man die Artenzahl der vorliegenden Trilobitenfauna von Greifenstein mit in etwa altersgleichen Faunen aus Marokko oder der Eifel, so stellt man fest, daß sie mit 21 Arten ungewöhnlich hoch ist. Auch die Häufigkeitsverteilung ist charakteristisch: wenige Arten mit sehr vielen, viele Arten mit nur sehr wenigen Individuen. Beides deutet auf einen hochdiversen Lebensraum hin, wie er möglicherweise nur in



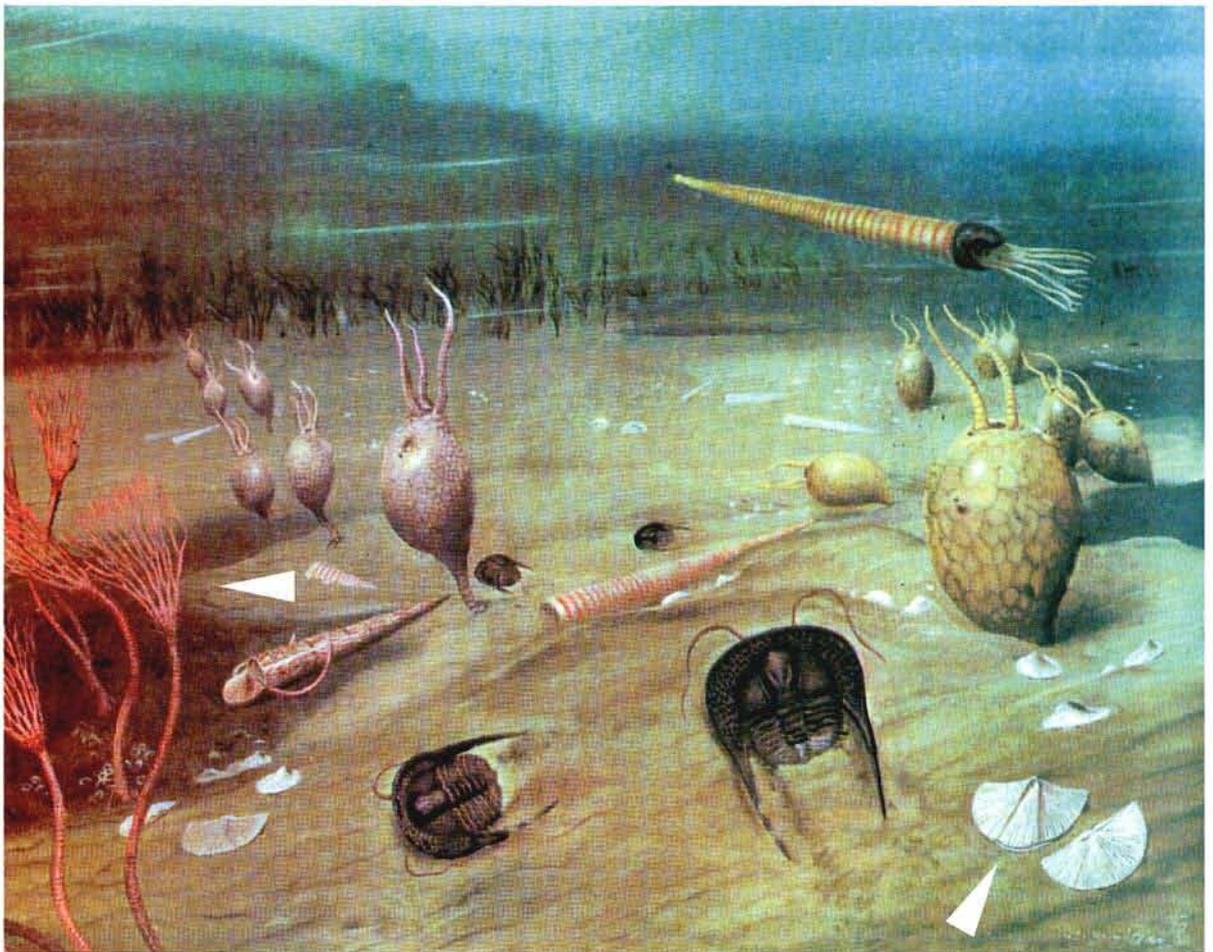


Abb. 12: Lebensbild einer Crinoide (Pfeil, links) und Brachiopode (Pfeil, rechts).

warmen, tropisch bis subtropischen Bereichen auftritt. Die übrige Fauna hingegen zeigt diese Merkmale nicht. Ein wirklicher „Nachweis“ auf hohe Wassertemperaturen liegt somit nicht vor. Ein hoher Arten- und Individuenreichtum an Trilobiten deuten aber auf ein hohes Angebot an organischer Substanz im Sediment hin. Da Trilobiten Sedimentfresser waren, muß in diesem Sediment alles für sie zum Leben Notwendige an Nahrung in großen Mengen enthalten gewesen sein. Viele Trilobiten lassen auf einen hohen Anteil an organischer Substanz schließen. Da eine große Zahl an Tieren auch einen entsprechend hohen Sauerstoffverbrauch mit sich bringt, muß das Wasser nahe am Boden, wo sich die Trilobiten bevorzugt aufgehalten haben, auch sauerstoffreich gewesen sein. Darauf deuten auch die hellen Kalke hin, in denen die Trilobiten gefunden werden. Bei Sauerstoffarmut

hätten ansonsten die Mikroorganismen den hohen Anteil an organischer Substanz nicht umsetzen können, und das Gestein wäre auf Grund des verbliebenen hohen organischen Anteils (Kohlenstoff) schwarz. Hinsichtlich des hohen Sauerstoff- und Nährstoffgehaltes des Meeresbodens ist zu vermuten, daß im Lebensraum der Trilobiten viele Algen wuchsen. Diese benötigen in der Regel Hartsubstrate, also harten felsigen Untergrund, an dem sie sich festheften können. Daß ein derartiger Untergrund vorhanden gewesen sein muß, läßt sich auch durch die auftretenden Crinoiden, die Seelilien, belegen, die gleichfalls festen Boden unter ihren „Füßen“ benötigen.

Gab es damals auch Bereiche mit weichem Untergrund, also Weich- oder Schlammböden? Hier kehren wir wieder zurück zu den Trilobiten. Als Sedimentfresser sind sie auf entsprechende Mengen an feinen

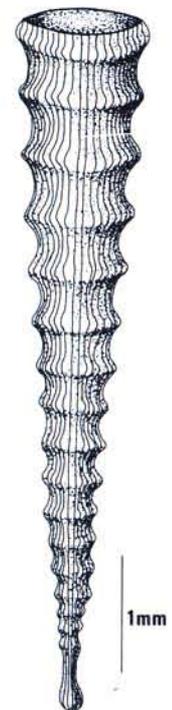


Abb. 13: Rekonstruktion des Gehäuses eines Tentaculiten.

Sedimentpartikeln rein nahrungstechnisch angewiesen. Weiterhin fällt auf, daß mehr als 20% der vorliegenden Trilobitenarten extrem bestachelt sind. Stacheln dienen nicht nur zum Schutz vor Feinden, sondern sie können auch auf einem sehr feinkörnigen, schlammigen Boden ein zu tiefes Einsinken verhindern. Hiermit haben wir einen guten Hinweis dafür, daß der Lebensraum der Trilobiten zumindest teilweise auch aus einem sehr feinkörnigen Untergrund, einem Weichboden, bestanden hat.

Kurz zusammengefaßt können wir für den Lebensraum der Greifensteiner Trilobiten folgende physikalische und biologische Parameter postulieren:

- ehemaliger Meeresbereich mit normalem Salzgehalt (ca. 3.5 - 4.2%),
- ehemalige Entfernung zum Festland groß (möglicherweise viele km),
- ehemalige Wassertiefe gering (möglicherweise 30 - 50 m),
- ehemalige Wassertemperatur möglicherweise hoch (nicht sicher zu ermitteln),
- ehemaliger Sauerstoffgehalt des bodennahen Wassers hoch,
- ehemaliger Nährstoffgehalt des Meeresbodens hoch,
- ehemaliger Meeresboden sowohl aus Hart- als auch aus Weichböden bestehend.

Zum einen habe ich für die Ablagerungen von Greifenstein eine größere Festlandsentfernung, zum anderen aber eine recht geringe Wassertiefe angenommen. Eine größere Entfernung zum Festland sollte aber normalerweise eine größere Meerestiefe zur Folge haben. Wie läßt sich dieser Widerspruch erklären?

Einen Ausweg aus diesem Dilemma zeigt die Interpretation von WALLISER et al. (1989: Abb. 6). Hierbei wird die Existenz von sogenannten Tiefschwellen postuliert, die trotz großer Entfernung zum Festland einen Lebensraum im flachen Wasser darstellen. Dieser Lebensraum ist wieder in kleine Schwellen und Becken gegliedert und besitzt aus diesem Grunde nahe beieinanderliegendes Hart- und Weichsubstrat. Die Wassertiefe war zwar nicht sehr groß, aber schon nicht mehr im Einflußbereich von Wellengang und

Gezeiten. Bedingt durch einen ungehinderten Wasseraustausch mit dem offenen Ozean ist der Sauerstoff- und Nährstoffgehalt hoch. Alle Parameter zusammen genommen ergeben einen idealen Lebensraum für Trilobiten. •

LITERATUR

- Alberti, G.K.B. (1985): Zur biostratigraphischen Untergliederung des Greifensteiner Kalkes und der Wissenbacher Schiefer (Unter- bis Mittel-Devon, Rheinisches Schiefergebirge) mit Hilfe von *Dacryocornarida* (Tentaculiten). - Mitteilungen des Geologisch-Paläontologischen Instituts der Universität Hamburg 59: 51-56, 2 Abb.; Hamburg.
- Dietrich, H. (1985): Zur Mikrofazies karbonatischer Schelfablagerungen im Bereich der Unter-/Mitteldevon-Grenze (Rheinisches Schiefergebirge). - Disserta-

tion am Fachbereich Geowissenschaften in Hamburg: 1-84, 18 Abb., 11 Taf.; Hamburg.

- Kim, I.-S. (1997): Trilobiten aus dem Greifensteiner Kalk (Grenzbereich Unter- Mittel-Devon). - *Palaeontographica*, Abteilung A 245 (1-6): 157-205, 8 Abb., 2 Tab., 12 Taf.; Stuttgart.
- Schraut, G. (1998): Eine neue *Otarion*-Art (Trilobita, Arthropoda) aus dem Greifensteiner Kalk (unteres Mittel-Devon, Unter-Eifelium) von Greifenstein bei Herborn (Hessen, Deutschland) - mit Überlegungen zur Syn- und Autökologie der Greifensteiner Fauna. - Unveröffentlichte Arbeit zur Bewerbung um den Preis der Philippi-Gesellschaft in Kassel: 1-28, 24 Abb., 5 Tab., 2 Taf.; Gießen.
- Walliser, O.H., Han-kui, X. & Chang-min, Y. (1989): Comparison of the Devonian of South China and Germany - A palaeontological cooperation programme between the P.R. China and the F.R. Germany. - *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 110: 5-15, 6 Abb., 1 Tab.; Frankfurt am Main.
- Ziegler, W., Plodowski, G., Weddige, K. & Schäfer, H. (1995): Entwicklungsgeschichte der Erde und des Lebens (nach der Ausstellung im Senckenbergmuseum). - *Kleine Senckenberg-Reihe* 21: 1-29; Frankfurt am Main.

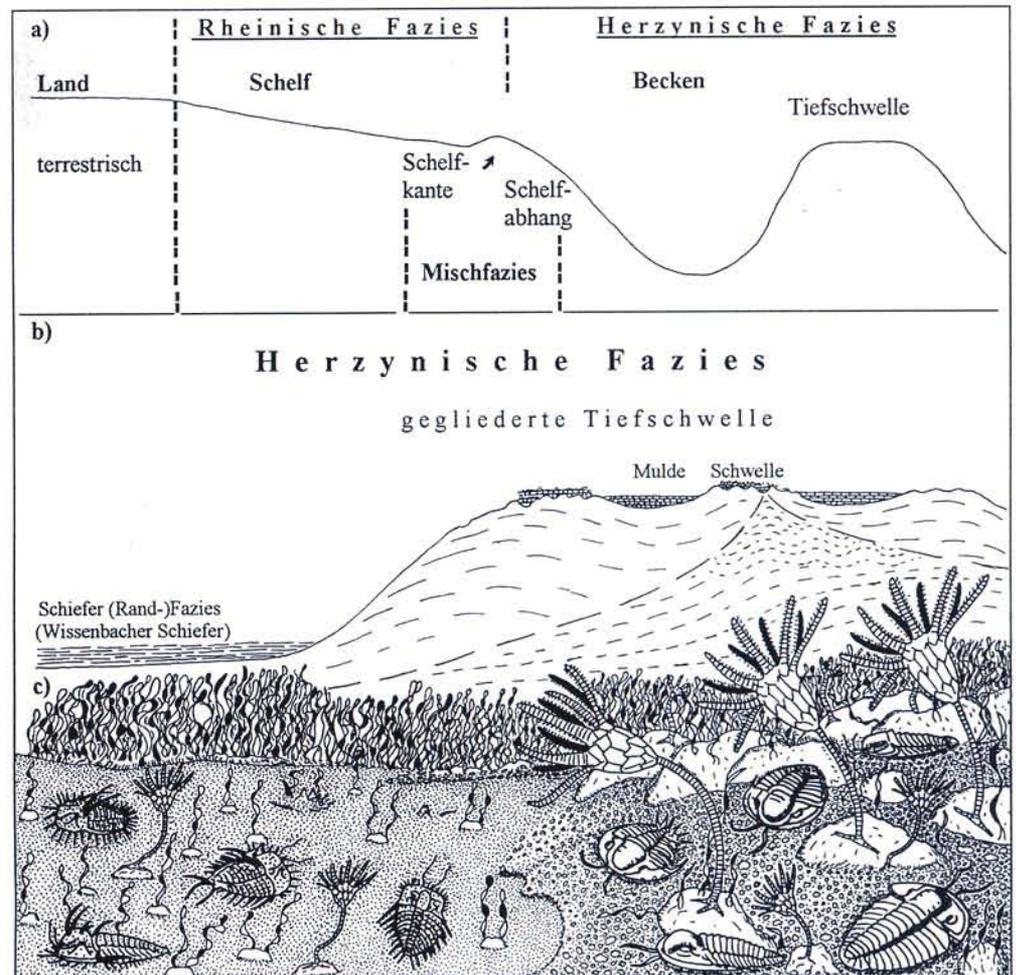


Abb. 14: Rekonstruktion des Lebensraumes der Trilobiten des Greifensteiner Kalkes. Entnommen aus SCHRAUT (1998: Abb. 24).