

Fortschritte der präkambrischen Lebensforschung

Von

HANS D. PFLUG und WERNER MEINEL

Herrn Professor Dr. phil. nat. Dr. phil. h. c. WULF EMMO ANKEL zur Vollendung seines 75. Lebensjahres zugeeignet

Zusammenfassung

Die Erforschung des frühen Lebens auf der Erde hat in den letzten Jahren große Fortschritte gemacht. Neue Fossilfunde aus Südafrika lassen vermuten, daß es bereits vor ca. 3,4 Milliarden Jahre Leben auf der Erde gegeben hat, und zwar nicht nur Leben einer denkbar primitiven Form, sondern solches, das bereits die Organisationshöhe und Funktionsfähigkeit der Bakterien und blaugrünen Algen erreicht hatte. Der Ursprung des Lebens muß viel tiefer liegen. Kalkulatorisch datiert damit die Lebensentstehung in eine Zeit, in der den geologischen Indizien zufolge die Erde noch gar keine Lebensmöglichkeiten geboten haben kann. Dieser Widerspruch läßt sich heute noch nicht lösen.

Die Evolution scheint über ihre längste Zeit, d. h. bis kurz vor der Wende zur letzten Jahrtausende nicht über den Zustand winziger, kernloser Organismen hinausgekommen zu sein. Erste metazoen-artige Fossilien, also Zeugen höheren Lebens, erscheinen in Schichten von knapp 700 Millionen Jahren Alter. Diese frühen Gebilde erweisen sich als von schwer deutbarer Natur. Es ist noch nicht gelungen, sie mit der Tierwelt kambrischer und späterer Zeit in glaubhafte Verbindung zu bringen. Jüngst entdeckte Fundstätten in Südwest-Afrika könnten zur Lösung des Problems beitragen. Die Bearbeitung der Vorkommen liegt in der Hand Gießener Wissenschaftler.

Die ältesten Fundgesteine

Unsere Kenntnis der vorweltlichen Lebewelt war lange Zeit auf die letzten 570 Millionen Jahre der Erdgeschichte beschränkt, das heißt, sie reichte bis zur Untergrenze des Kambriums (Abb. 1). Dann reißt der Faden der Überlieferung abrupt ab. Zwar sind in der ganzen Welt Gesteinsserien des Präkambriums bekannt; sie nehmen sogar riesige Flächen auf unseren Kontinenten ein; aber die im Kambrium so reichen Zeugnisse fossilen Lebens suchte man im Präkambrium vergeblich. Das besonders Rätselhafte ist, daß die Überlieferung im Kambrium nicht mit primitiven Einzellern einsetzt, wie man das nach der Entwicklungslehre erwarten sollte, sondern mit einer

Lebewelt, in der, mit Ausnahme der Wirbeltiere und Gefäßpflanzen, praktisch alle Stämme des Tier- und Pflanzenreiches vertreten sind. Diese merkwürdige Erscheinung, das plötzliche Auftauchen einer wohldifferenzierten Flora und Fauna aus einer dunklen Vergangenheit, hat die Geologen und Paläontologen immer wieder beschäftigt und zu Erklärungsversuchen angeregt.

Tatsache ist, daß die meisten präkambrischen Gesteine durch spätere gebirgsbildende Vorgänge so stark beansprucht und umgewandelt sind, daß eine Erhaltung von Fossilresten nicht zu erwarten ist. Hoher Metamorphose-Grad ist aber nicht generelle Eigenschaft aller alten Gesteine.

In den letzten Jahren haben Geophysiker des Bernard Price Institutes in Johannesburg umfangreiche radiometrische Datierungen an Gesteinen in Südafrika vorgenommen. Für die „Swaziland-Serie“, einer bestimmten im östlichen Transvaal und im Swaziland verbei-

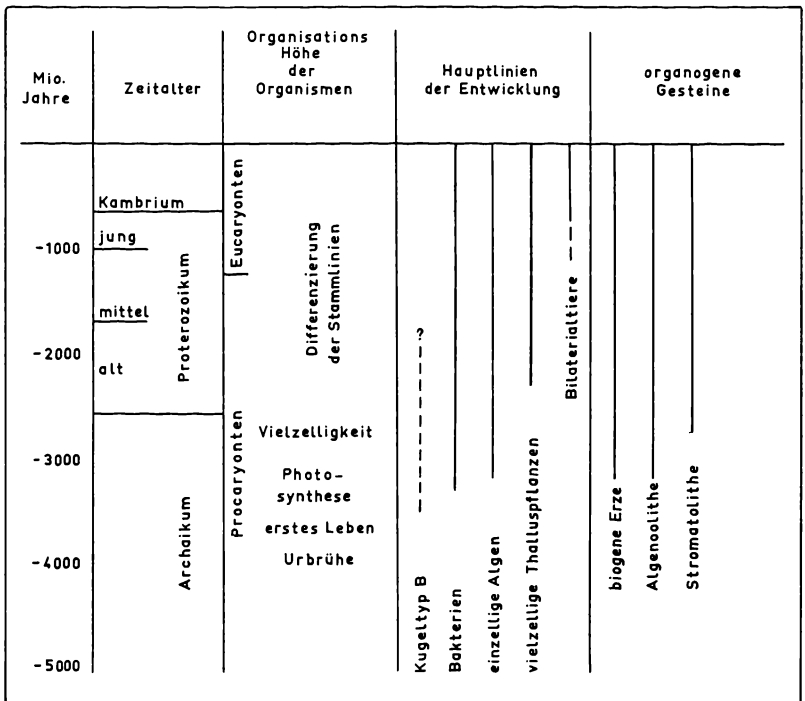


Abb. 1: Vermutete Zusammenhänge zwischen Vorgängen der organischen und anorganischen Natur zur Frühzeit der Erde.

Spalte 1: Absolute Altersangaben in Millionen Jahren.

Spalte 2: Relative Altersangaben nach der geologischen Terminologie.

Spalte 3, 4: Hauptzüge der Lebensentwicklung auf der Erde. Die Entfaltung der Eucaryonten setzt erst knapp vor der letzten Jahrmilliarden ein.

Spalte 5: Erstes Aufkommen organogener Gesteine in der Erdgeschichte. Es sind nur die Fällungsgesteine, nicht die Bitumengesteine berücksichtigt. Das Erstauftreten organogener Fällungsgesteine scheint mit dem Aufkommen photosynthetischer Algen (Spalte 3, 4) zusammenzuhängen.

teten Gesteinsfolge, ist man hierbei auf das erstaunliche Alter bis zu 3,4 Milliarden Jahren gekommen. Das ist einer der höchsten Alterswerte, der je in der Erdkruste ermittelt worden ist. Was noch bemerkenswerter erscheint, ist, daß in der Swaziland-Serie Schichtgesteine vorkommen — unter anderem sind es Tonschiefer und Hornschiefer —, die von späteren Gebirgsbildungen unbetroffen und damit fast völlig ametamorph geblieben sind (1,7).

Diese Gesteine führen stellenweise Kohlenstoff in beträchtlichen Gehalten. Forschergruppen, darunter auch eine der Justus Liebig-Universität, haben feststellen können, daß ein Teil dieses Kohlenstoffes in organischer Bindung vorliegt. Unter anderem konnten Aminosäuren nachgewiesen werden (21, 24).

Eine Hauptschwierigkeit solcher Spuren-Analysen folgt aus der Absicherung vor Kontaminationen. Das erfordert nicht nur aufwendige Labor-Maßnahmen, sondern auch eine sorgfältige Auswahl der Proben. Hierzu werden die Gesteins-Dünnschliffe unter dem Fluoreszenz-Mikroskop durchmustert. Aus der Prüfung läßt sich entscheiden, ob die präsenten organischen Stoffe primäre Bestandteile der Gesteins-Matrix darstellen oder als Verunreinigungen einer späteren Zeit durch Klüfte oder Haarrisse in das Gestein eingedrungen sind.

Die ältesten Lebensreste

Große, mit dem unbewaffneten Auge erkennbare Abdrücke oder Versteinerungen sind in solchen uralten Schichten natürlich nicht zu erwarten. Mehr Erfolg versprechen bestimmte mikropaläontologische Arbeitsmethoden, wie sie in jüngsten Jahren zu großer Vollkommenheit entwickelt worden sind. Sie zielen darauf hin, aus Gesteinsproben Reste winziger Lebewesen zu gewinnen, die, wie zum Beispiel Plankton-Organismen, nach dem Absterben oft zu Tausenden im Sedimentschlamm eingebettet werden und unter bestimmten Umständen im Gestein gut konserviert werden. Mit komplizierten chemischen Methoden gelingt es, solche Reste schonend aus dem Gestein zu befreien. In den letzten Jahren ist es verschiedentlich geglückt, mit diesen Techniken Überreste einer mikroskopischen Lebewelt im Präkambrium nachzuweisen. Die bis vor kurzem ältesten bekannten Funde stammen aus Nord-Amerika, dort aus Schichten mit einem Alter von etwa zwei Millionen Jahren. Die Fossilreste, wahrscheinlich zu Bakterien, niederen Algen und Pilzen gehörig, sind von Forschern der Harvard-University entdeckt worden (3).

Unsere Untersuchungen an den Gesteinen des Swaziland-Systems haben nun noch ältere strukturierte Reste erbracht (Abb. 2 e, f). Danach muß die Zeitmarke ältesten bekannten Lebens auf nahezu 3,4 Milliarden Jahre zurückgesteckt werden. Unsere Fossilfunde haben die Gestalt fädiger, unseptischer Scheiden oder sphärischer Hüllen (diese oft mit polaren Öffnungen und kragenartigen Differenzierungen). Ihre Größen liegen durchweg unter $\frac{1}{50}$ mm. In den Zellwänden sind noch Kohlenwasserstoffe nachweisbar, also Reste des ursprünglichen organischen Baumaterials (Abb. 2 f). Die Hüllen sind aber durchweg mit Kieselsäure imprägniert, also versteinert. Der Versteinierung ist die Erhaltung der Strukturen zu verdanken. Der Verkieselungsprozeß muß die Organismen unmittelbar nach ihrer

Einbettung im Sedimentschlamm betroffen haben; denn viele der Organismen-Körper sind in dreidimensionalem Zustand in der Gesteins-Matrix eingesiegelt (19, 16, 17).

Die Funde erinnern an blaugrüne Algen, wie sie auch heute in Gewässern leben. Blaugrüne Algen der Gegenwart haben die Fähigkeit zur Photosynthese; das läßt sich auch von den uralten Vertretern annehmen. Die Untersuchungen ergaben überraschend eindeutige Hinweise dafür. So ist es amerikanischen Forschern gelungen, den Nachweis der Isoprenoid-Kohlenwasserstoffe Phytan und Pristan in dieser Richtung anzudeuten. Ein weiteres Indiz folgte aus der im Fundgestein enthaltenen Isotopen-Analyse des Kohlenstoffes. Zum Verständnis dieser Technik sei bemerkt, daß Pflanzen für ihre photosynthetische Tätigkeit bevorzugt Kohlendioxidmoleküle mit dem „leichteren“ Kohlenstoff-Isotop ^{12}C aufnehmen. Die Folge ist, daß die von Pflanzen aufgebaute Substanz einen höheren Anteil des Isotops ^{12}C enthält, als das bei Kohlenstoffverbindungen der anorganischen Natur der Fall ist. Wie die Isotopen-Analyse indiziert, müssen die von den archaischen Gesteinen isolierten organischen Verbindungen aus photosynthetischen Vorgängen stammen (23).

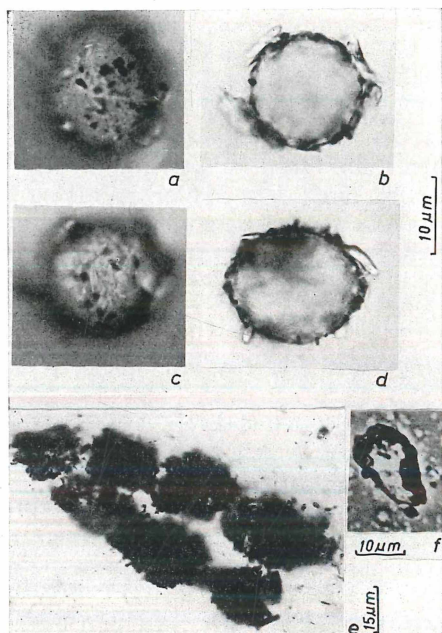


Abb. 2. Lebensreste aus über 3 Milliarden Jahre alten Gesteinen von Südafrika [hierzu (19)].

a—d: Kugeltyp B (Globular Type B Body), ein Modell-Fossil des hypothetischen Urlebewesens. Abb. a, c: Oberfläche, Abb. e, f: Kontur.

e, f: Mit Blaualgen zu vergleichende Kugel-Organismen; e: Ketten-Kolonie im Licht-Mikroskop; f: Schnitt durch ein Individuum unter der Elektronen-Mikrosonde; schwarz: Metall-karbonatische Fällungs-Kruste; hell: organische Substanz. Maßstab für Abb. a—d neben Fig. b, d; Maßstäbe für Abb. e, f neben Fig. e, f.

Ein drittes Indiz für photosynthetische Aktivität läßt sich an den fossilen Kugel-Organismen direkt ablesen. Es zeigt sich, daß die Oberfläche ihrer Außenwand gewöhnlich mit einer feinen Karbonatkruste überzogen ist (Abb. 2 f). Das weist auf einen mit der Photosynthese zusammenhängenden Vorgang, wie er in der geologischen Vergangenheit bis zum heutigen Tage eine große Rolle spielt: Entzieht die Alge der Umgebung Kohlendioxid, so stört sie das Lösungs-gleichgewicht im Wasser; Niederschläge von Kalk-, Eisen- oder anderen Karbonaten auf der Oberfläche der Individuen können die Folge sein. Die umkrusteten Körperchen sinken ab und häufen sich im Sedimentschlamm an. In geologischen Zeiträumen können die Algenleichen zusammen mit anderen Sinkstoffen zu meter-, ja kilometermächtigen Gesteinskörpern anwachsen. Vieles spricht dafür, daß bereits vor Milliarden Jahren, zur Urzeit der Erde, die Meere von reichem Algenleben besiedelt waren, das zur Bildung mächtiger Gebirge und reicher Erzlagerstätten beigetragen hat (19, 6).

Modellfunde des Ur-Lebewesens

Es liegt kein Anlaß zu der Annahme vor, daß die vorzeitlichen Wesen der südafrikanischen Gesteine primitivere Organismen waren als Bakterien oder blaugrüne Kugelalgen der Gegenwart. Vom Anfang des Lebens geben uns die Funde also keine Informationen. Ältere Gesteine, die Zeugen von Leben enthalten können, sind auf der Erde nicht bekannt.

Es bleibt aber die Möglichkeit denkbar, daß in den südafrikanischen Schichten neben Bakterien und Algen Zeitgenossen primitiveren oder sogar unvollkommenen Lebens existiert haben.

Tatsächlich fanden sich in den Sedimenten große Mengen eigenartiger Körper, die man unter diesem Gedanken betrachten könnte (Abb. 2 a—e). Es handelt sich um winzige Kugeln, selten größer als 20 μm , aus klarer, heller organischer Substanz zusammengesetzt, das Ganze einem Plasmotropfen nicht unähnlich. Die äußere Grenzschicht der Gebilde ist mit Fremdpartikeln, wie Mineralsplittern oder Tonblättchen, auch Teilchen organischer Natur, besetzt. Man hat die Funde, die unter der Bezeichnung „Kugel-Typ B“ (Globular Type B Body) bekannt sind, zunächst für polymerisierte Öltröpfchen gehalten. Aber wie genauere Studien ergeben haben, wiederholen sich bei den Individuen die Merkmale nach Form, Farbe und Aufbau in einer Regelmäßigkeit, wie sie bei Zufallsgebilden nicht zu erwarten ist. Man muß den Kugel-Typ B als ein Charakteristikum des alten Gesteins ansehen, und seine Erscheinungsform kommt zweifellos der Vorstellung nahe, die man sich von einem Lebewesen einfachster Organisation machen könnte: ein Protoplasmatropfen, der zur Stabilisierung seiner Kontur Fremdkörperchen aufgenommen und in die Außenschicht eingebaut hat (21).

Damit erhebt sich die Frage, ob ein solches Primitivgebilde überhaupt die Bezeichnung Lebewesen verdient. Das hängt letzten Endes davon ab, ob in ihm die drei Grundfunktionen realisiert waren, die

die belebte von der unbelebten Welt scheiden, nämlich Stoffwechsel, Vermehrung und erblicher Wandel. Die Kriterien lassen sich an der äußeren Form der Gebilde nicht ablesen, eher schon aus der chemischen Zusammensetzung. Die chemische Analyse so winziger Körper ist aber bis heute eine unlösbare Aufgabe. Damit bleibt die Natur der Kugel-Typ-B-Körperchen mehrdeutig. Es gibt aber kein Fossil, das eine bessere Modellvorstellung eines Eobionten, eines Urlebewesens, abgibt. Nach der heute vorherrschenden Theorie ist der Beginn des Lebens undenkbar, ohne daß sich vorher eine Körpergestalt geformt hat, wobei man an ein Plasmatröpfchen denkt, das sich aus der kolloiden Lösung einer „Urbrühe“ ausgeschieden hat. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß anorganische Schwebeteilchen ähnlich den „Skelett“-Elementen des Kugel-Typs B als Fällungskeime am Prozeß ursächlich beteiligt waren (15).

Wie man auch zu der Natur des Kugel-Typs B stehen mag, keinesfalls darf man in ihm selbst „den“ Eobionten sehen, allenfalls kann er entweder als „lebendes Fossil der Swaziland-Zeit“ gelten, also als ein Lebewesen, das sich die primitiven Züge der Eobionten bewahrt hat, oder als ein „verspäteter“ Eobiont, d. h. als Produkt einer späten Wiederholung der Eobionten-Phase. Möglicherweise hat sich der Prozeß, nachdem er einmal in Gang gekommen war, bis in die spätere Zeit wiederholt. Die Bedingungen dafür wurden immer günstiger, je mehr fertige Bausteine aus den Leichen der frühen Lebewelt zur Verfügung standen, „vorfabrizierte Teile“ sozusagen, die bei der Synthese des Eobionten direkt Verwendung finden konnten.

Geologische Fragen der Lebensentstehung

Wenn, wie die Funde indizieren, vor nahezu 3,5 Milliarden Jahren bereits Lebewesen einer Entwicklungsstufe existiert haben, die derjenigen der heutigen Blaualgen entspricht, so muß das Leben selbst noch viel älter sein. Diese Feststellung wirft im Licht jüngster geologischer Erkenntnisse einige überraschende Komplikationen auf. Den Ausgangspunkt bilden Felduntersuchungen im Fundgebiet sowie umfangreiche radiometrische Bestimmungen an den südafrikanischen Gesteinen. Von den Ergebnissen erscheint für unsere Betrachtungen die Aussage bedeutungsvoll, daß das sog. „Onverwacht“-Fundgestein nicht nur unter den bisher bekannten Sedimenten auf der Erde das älteste ist, sondern daß es vielleicht als die früheste oder zumindest als eine der frühesten Ablagerungen auf der Erdkruste überhaupt zu gelten hat. In dieser Richtung läßt sich u. a. der Chemismus der diesen Sedimenten eingeschalteten Laven ausdeuten. Er indiziert, daß vor 3,4 Milliarden Jahren die Erdkruste sich in einem noch sehr primitiven, dünnhäutigen Zustand befunden haben muß (1, 7).

Enthält aber, wie der Befund indiziert, dieses Ur-Sediment bereits fortgeschrittene Lebensformen, dann fragt man sich, wann und wo sich die Früh- und Vorstufen des Lebens entwickelt haben. Darauf gibt es heute noch keine plausible Antwort.

Die frühe Evolution

Viel Aufmerksamkeit haben Wissenschaftler aus aller Welt der Frage gewidmet, wie sich das Leben von seinem Ausgangspunkt, den mikroskopischen kleinen Kugelalgen, im Laufe des Präkambriums weiterentwickelt hat. Heute, nachdem das Präkambrium schon ziemlich eingehend durchforscht ist, hat sich die Vermutung immer mehr erhärtet, daß die organische Entwicklung fast durch das ganze Präkambrium hindurch nicht über den Stand mikroskopisch kleiner Algen hinausgekommen ist (Abb. 3). Erst am Ende des Präkambriums, innerhalb der letzten 700 Mio. Jahre, scheint sich die Entfaltung der Metazoa angebahnt zu haben (23).

Eine wichtige Voraussetzung für die Entstehung der Metazoen hat sich offenbar erst relativ spät erfüllt; sie betrifft die Ausbildung von Zellkernen in den Zellen der Organismen. Alle heute bekannten Lebensformen des Archaikums und Alt-Proterozoikums scheinen Procaryonten, das heißt Organisationsformen ohne echten Zellkern, zu sein (Abb. 1). Erst von der Grenze zum Jung-Proterozoikum ab, das heißt vor etwa 1200 Mio. Jahren, lassen sich eindeutige Eukaryonten nachweisen. Hier ist es in einigen Fällen gelungen, den Zellkern in den Fossilkörperchen sichtbar zu machen (22); der Nachweis gelingt aber auch mit Hilfe anderer Indizien, z. B. nach dem Kriterium, ob die Organismen bereits einen Generationswechsel hatten oder nicht (18). Mit dem Zellkern verbessert der Organismus jedenfalls eine wichtige Fähigkeit, nämlich die zum genetischen Austausch auf dem Wege der Sexualität. Das dürfte der Evolution sicherlich einen beschleunigenden Impuls verliehen haben (2).

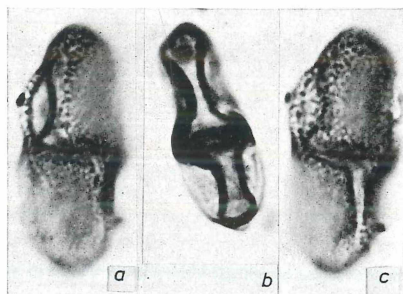


Abb. 3: *Fibularix* sp. PF. 1966, algenartiger Organismus einer vermutlich früh-eucaryontischen Entwicklungsstufe. Belt-Serie von N-Amerika, ca. 1100 Mio. Jahre [hierzu (18)]. Länge von a und c ca. 20 μm .

Das Problem der Ur-Atmosphäre

Dieses eigenartige Evolutionsbild, ein träges Dahinkriechen über mehr als zwei Milliarden Jahre, gefolgt von einer explosions-artigen Entfaltung, hat zu vielen Deutungsversuchen Anlaß gegeben. Sicherlich mußten bestimmte Voraussetzungen erfüllt sein, bevor höhere Lebewesen entstehen und erhalten bleiben konnten. Dazu gehört vor allem ein gewisses Mindestangebot an atmosphärischem Sauerstoff, ohne das Metazoen (von Sonderfällen abgesehen) nicht existieren können. In diesem Zusammenhang ist darauf hingewiesen wor-

den, daß besonders viele der aus der Frühzeit der Erde stammenden Gesteine unvollkommen oxydiert sind, und erst in der vorletzten Jahrmilliarde mehr und mehr volloxydierte Gesteine auftreten. Von da ab, so möchten manche Forscher glauben, begann sich die Atmosphäre mit Sauerstoff anzureichern (4, 6). Statistisch gesicherte Belege für die postulierte Unterbilanz der Gesteinsoxydation im Präkambrium bleiben aber abzuwarten. Zweifellos ist die Entstehung des Lebens und die Existenz frühester Lebensformen nur im reduzierenden Milieu denkbar. Aus dieser Überlegung läßt sich aber noch nichts über den Zustand der Ur-Atmosphäre ableiten.

Überdies stößt die Theorie auf verschiedene Denkschwierigkeiten. Wenn man der heute verbreiteten Ansicht folgt, daß die Atmosphäre des Archaikums — etwa bis hinauf zur 2-Milliarden-Jahresgrenze — so gut wie sauerstoff-frei war, dann fragt sich, was mit dem bei der Photosynthese erzeugten Sauerstoff geschehen ist. Die Jahresproduktion des durch planktonische Algen erzeugten Sauerstoffs muß bereits im Archaikum gewaltig gewesen sein. Das zeigt eine einfache Kalkulation (25). Ließe man der (exponentialen) Vermehrung einer planktonischen Alge nach Art der *Chlorella* freien Lauf, so hätten sich, ausgehend von einem Kilogramm Substanz, bereits innerhalb von zwei Monaten alle Weltmeere mit der Nachkommenschaft angefüllt; die in dieser kurzen Zeitspanne durch photosynthetische Tätigkeit produzierte Sauerstoffmenge entspräche etwa dem Gesamtbeitrag des heute in der Atmosphäre präsenten Sauerstoffs. Es gibt geologische Hinweise dafür, daß die planktonische Algenwelt in den präkambrischen Meeren bereits zahlreich verbreitet war. Sie muß entsprechend hohe Sauerstoff-Mengen erzeugt haben.

Ursprung der Metazoen

Jedenfalls scheint die Entwicklung höherer Lebewesen erst innerhalb der letzten Jahrmilliarden der Erdgeschichte eingesetzt zu haben. Das wirft neue Probleme auf: Bekanntlich läßt sich der Stammbaum der Tierwelt mehr oder weniger lückenlos bis hinunter zur Unterkante des Kambriums verfolgen, also bis etwa zur 570-Mio.-Jahres-Grenze (10). Da bereits im Unterkambrium die Tierwelt mit nahezu allen Stämmen in relativ hochorganisierten Formen vertreten ist, so galt es bisher als ausgemacht, daß der kambrischen Faunenwelt eine lange Vorgeschichte vorausgegangen sein muß. Ungeklärt blieb allerdings immer bei dieser These, warum in den präkambrischen Gesteinen so gut wie nichts davon überliefert ist.

Es muß heute nach Jahren gründlicher und kritischer Durchforschung des Präkambriums als ziemlich sicher gelten, daß nichts, was in Sedimenten unterhalb der Zeitmarke von 700 Mio. Jahren an reellen Fossilresten gefunden worden ist, über den Organisationsstand von Algen oder tierischen Protozoen hinausgeht. Das Problem lautet also: Wie kann man sich in der relativ kurzen Spanne von 100 bis 150 Mio. Jahren die relativ hochentwickelte Tierwelt des unteren Kambriums aus einer Wurzel denkbar primitiver Vorfahren entstanden denken?

Eine Antwort auf diese Frage war von spektakulären Entdeckungen jüngster Zeit zu erhoffen. Sie beziehen sich auf Gesteine der Ediacarischen Formation (nach Ediacara in Südaustralien benannt), eines dem Kambrium unmittelbar vorausgehenden, etwa zwischen 570 und 700 Mio. Jahren gelegenen Zeitabschnittes (10). Zu ersten Funden des australischen Raumes sind neuerdings solche aus aller Welt, darunter besonders gut erhaltene Exemplare aus Südwestafrika hinzugekommen.

Jedoch, wer sich eine schnelle Klärung der Metazoen-Genese versprochen hatte, sah sich getäuscht: Die Funde schienen eher dazu angetan, die Rätsel zu vergrößern anstatt sie einer Lösung näher zu bringen. Manche der Fossilien erwiesen sich als völlig undurchschaubarer Natur; andere führten zu widersprüchlichen Interpretationen; einige wenige dagegen überraschten durch ihre Ähnlichkeit mit Vertretern der modernen Tierwelt (11).

Zur Kategorie der rätselhaften Formen gehören u. a. mit nichts Bekanntem zu vergleichende Gebilde dreizähliger Symmetrie. Das Beispiel einer modern anmutenden Bauform findet sich in der australischen *Spriggina* (Abb. 4 b); der Fund ist mit dem rezenten marinen Anneliden *Tomopteris* verglichen worden. Aber natürlich wollen sol-

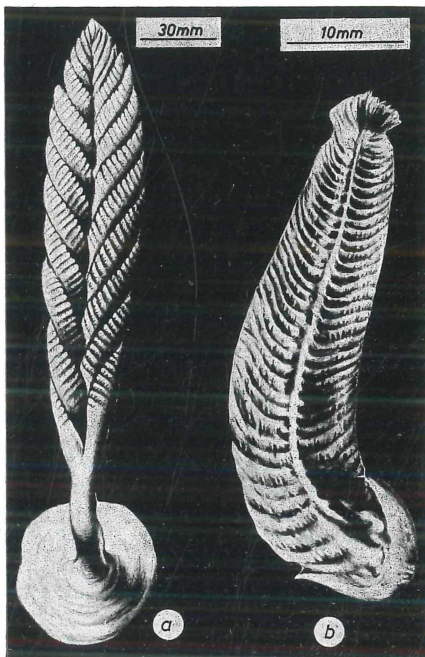


Abb. 4a: *Charnia Masoni* FORD 1958, eines der frühesten Grossfossilien aus ca. 650—700 Mio. Jahre altem Präkambrium von England. *Charnia* wird von den Autoren unterschiedlich, teils als Alge (8), teils als Polypen-Kolonie (9) gedeutet. Abb. 4b: *Spriggina floundersi* GLAESSNER 1958, ein zu den Anneliden gestellter Fund aus dem Jung-Präkambrium von Süd-Australien. Zu Abb. 4a FORD, Abb. 4b GLAESSNER. Zu Zeichnung der Abb. 4, 5a, 6a: H. ADAM.

che äußeren Ähnlichkeiten zwischen Wesen, die eine Zeitspanne von über einer halben Milliarde Jahre trennt, nicht viel besagen. Es kann sich um Zufalls-Analogien handeln.

Zu den Funden gegensätzlicher Interpretationen zählen Formen nach Art der *Charnia* (Abb. 4 a), die von einigen Bearbeitern für eine blattförmige Alge, von anderen für eine Polypen-Kolonie gehalten wird. (8,9). Von dieser Formgruppe besitzen wir heute Fundstücke detaillierter Erhaltung, dennoch ist die Entscheidung für die eine oder die andere Bestimmung nach wie vor offen. Die Mehrdeutigkeit scheint in der Natur dieser uralten Organismen begründet zu sein. Eine weitere Beobachtung kompliziert das Bild. Danach verbindet die so verschieden und widersprüchlich beurteilten Formen eine gewisse Einheitlichkeit und Einförmigkeit des morphologischen Grundkonzeptes: Nahezu alle Körper der ediacarischen Fossilwelt lassen sich aus einem in bestimmter Weise gabelig und fiedrig verzweigten Grundmuster ableiten. Diese Gemeinsamkeit deutet auf eine enge phyletische Verwandtschaft aller Funde. Andererseits erscheinen in den Bauformen verschiedentlich Merkmale vereinigt, wie man sie in der heutigen Lebewelt auf Stämme divergenter systematischer Position aufgeteilt findet. Aus allem ist zu schließen, daß die ediacarische Lebewelt einen sehr urtümlichen Stand vielzelliger Organisation vertritt.

Damit läßt sich aber nicht notwendigerweise folgern, hier im Ediacarium sei nun die Wurzel des Metazoen-Stammbaumes freigelegt. Für eine solche Hypothese fehlt jeder konkrete Anhalt. Man neigt heute eher dazu, die ediacarische Fossilgruppe als eine Sackgasse der Evolution, d. h. als eine beziehungslose und kurzlebige Spielart der frühen eucaryontischen Lebewelt, aufzufassen. Tatsächlich läßt sich vom ediacarischen Formenschatz kaum etwas in die zeitlich anschließende kambrische Formation verfolgen, und die wenigen Verbindungen, die man zu erkennen glaubt, erscheinen überdies mit erheblichen Zweifeln belastet.

Ein in dieser Beziehung vieldiskutiertes Beispiel ist die *Vendia Sokolovi* aus dem Jung-Präkambrium Rußlands (Abb. 5a). Der Fund wurde von mehreren Bearbeitern (darunter bekannte Arthropoden-Spezialisten) als ein früher Vertreter der Gliederfüßler gedeutet und in Vorläuferschaft der kambrischen Trilobiten (Abb. 5b) gestellt. Aber manche Forscher deuten die *Vendia* ganz anders, nämlich als die Entwicklungsform einer bäumchen-förmigen Organismen-Kolonie. Sie weisen dabei vor allem auf die auffällige, für Einzelwesen ungewöhnlich geringe Integration der Körper-Elemente hin. Die Widersprüchlichkeit beider Deutungen erscheint unüberbrückbar; denn eine Lebensform, die eine phyletische Mittler-Position zwischen Organismen-Kolonie und Arthropoden-Individuum einnimmt, erscheint nach unserem heutigen Verständnis unvorstellbar. So bleibt die Natur der *Vendia* ein Problem (12).

Etwas anders gelagert ist der Fall der *Erniobaris* aus dem Jung-Präkambrium von Südwest-Afrika (Abb. 6a). Das Schalengebilde hat offenbar mit der sibirischen *Cambridium* einen Nachläufer im

Unterkambrium (Abb. 6 b). *Cambridium* wird von seinen russischen Bearbeitern mit Amphineuren, also mit primitiven Mollusken, verglichen (13). Sollte der Vergleich zutreffen, dann wäre wenigstens ein Stamm der modernen Tierwelt bis unter die Kambrium-Grenze verfolgbar. Aber der Bestimmung haftet insofern eine Schwäche an, als sie sich nur auf Merkmale der äußeren Schalen-Morphologie stützt; von der inneren Struktur des Weichkörpers ist nichts Genaueres

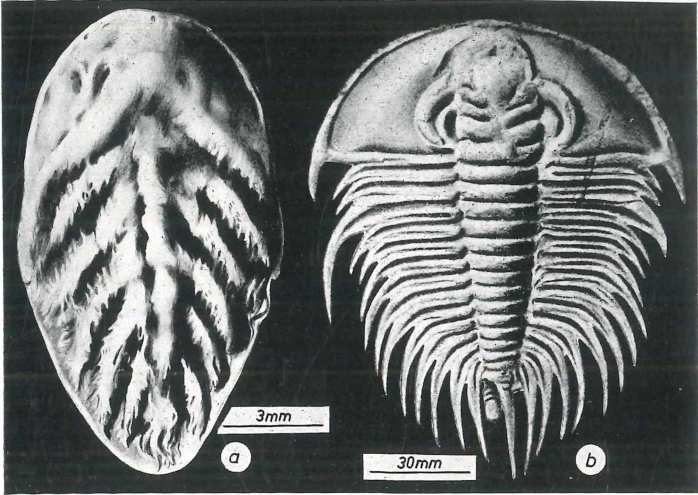


Abb. 5a: *Vendia sokolovi* KELLER 1963, ein Abdruck aus dem Jung-Präkambrium von Nord-Rußland. Das Fossil wird von einigen Autoren in die Ahnenschaft der Trilobiten (Dreilapp-Krebse) gestellt (12).

Abb. 5b: *Olenellus thompsoni*: ein Trilobit aus dem Unterkambrium von Nevada (hierzu R. C. MOORE).

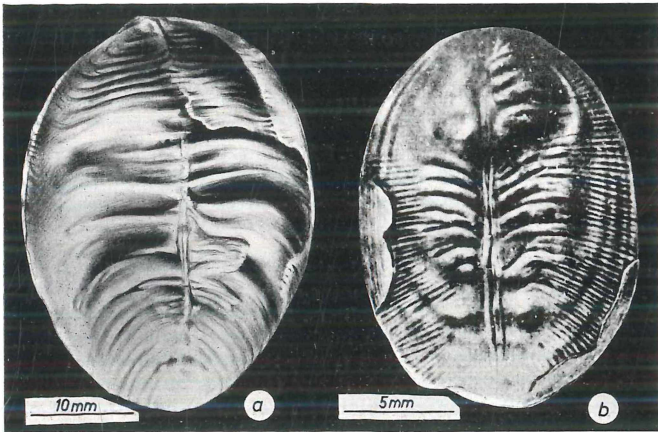


Abb. 6a: *Erniobaris baroides* PF. 1972: aus dem Jung-Präkambrium von Südwest-Africa.

Abb. 6b: *Cambridium nikiforovae* HORNÝ 1957: aus dem höheren Unterkambrium (cm 1) von Yelanka in Ost-Sibirien. Das Fossil wird zu frühen Mollusken gestellt; Abb. 6a nach Original, zu Abb. 6b (5),

überliefert. Derselbe Nachteil stellt ein entscheidendes Hindernis bei der Ausdeutung der ediacarischen Fossilwelt dar. Ohne Kenntnis der Anatomie werden die ungewöhnlichen und widerspruchsvollen Erscheinungsformen kaum jemals begreiflich werden.

Hier könnten glückliche Funde aus jüngster Zeit weiterhelfen. Vorkommen in Südwest-Afrika haben Körper-Erhaltungen geliefert, die in Schliften und Schnitten noch Einzelheiten des inneren Körperbaues erkennen lassen. Die Erhaltungszustände erklären sich als Ergebnis bestimmter Einkieselungsprozesse, welche die Organismen bereits zu Lebzeiten oder kurz danach betroffen haben müssen (20).

Nun stellt sich das Studium solcher versteinerten Erhaltungen als eine mühsame und langwierige Aufgabe dar. Der Erfolg bleibt auch davon abhängig, ob künftige Funde ergänzende Informationen liefern werden. Auf längerer Sicht gesehen, erscheint aber eine Lösung des Rätsels der ediacarischen Urwelt nicht aussichtslos.

Literatur

Die Literaturhinweise erfolgten im Text durch Zahlenangaben. Es bedeuten: (1) = ANHAEUSSER et al. 1968. (2) = BARGHOORN 1971. (3) = BARGHOORN and TYLER 1965. (4) = CLOUD 1968a. (5) = CLOUD 1968b. (6) = CLOUD 1972. (7) = ENGEL 1966. (8) = FORD 1958. (9) = GLAESSNER 1959. (10) = GLAESSNER 1968. (11) = GLAESSNER and WADE 1966. (12) = dto. 1971. (13) = HORNÝ 1957. (14) = HURLEY 1972. (15) = KAPLAN 1971. (16) = NAGY 1966. (17) = NAGY and NAGY 1969. (18) = PFLUG 1966a. (19) = PFLUG 1966b. (20) = PFLUG 1970, 1972. (21) = PFLUG et al. 1969. (22) = SCHOPF et al. 1968. (23) = SCHOPF 1968. (24) = SCHOPF 1969. (25) = STRUGHOLD and RITTER 1962.

ANHAEUSSER, R., R. MASON, M., VILJOEN, J. and VILJOEN, R. P.: *Econ. Geol. Res. Unit. Univ. Witwatersrand Johannesburg, Inform. Circ.* **49** (1968).

BARGHOORN, E. S.: *Scientific Am.* **224** (1971) No. 5, S. 30—42.

BARGHOORN, E. S. and S. A. TYLER: *Science* **147** (1965), S. 563—577.

CLOUD, P. E. jr.: *Science* **160** (1968), S. 729—736.

— Pre-Metazoon evolution and the origins of the Metazoa. In: DRAKE, E. T. (Hrsg.): *Evolution and Environments (Symp.) Peabody Museum of Nat. Hist., Yale University, New Haven and London 1968.*

— *J. Sci.* **272** (1972), S. 537—548.

ENGEL, E. J.: *Econ. Geol. Res. Unit. Witwatersrand, Johannesburg, Inform. Circ.* **27** (1966).

FORD, T. D.: *Proc. Yorkshire Geol. Soc.* **31/III 8** (1958), S. 211—217.

GLAESSNER, M. F.: *Nature* **183** (1959) S. 1472—1473.

— *Canad. J. Earth Sci.* **5** (1968) S. 585—590.

GLAESSNER, M. F. and M. WADE: *Paleontology* **9** (1966), S. 599—628.

— *Lethaia* **4** (1971) S. 71—77.

HORNÝ, R.: *Sborník Ust. Ustavu Geologického* **23** („1956“) (1957) S. 397—432.

HURLEY, P. M. et al.: *Earth and Planetary Letters* **14** (1972) S. 360—366.

KAPLAN, R. W.: *Der Ursprung des Lebens.* 278 S. Stuttgart 1971.

NAGY, B.: *Geol. Foreneng, Stockholm Forhandl.* **88** (1966) S. 235—272.

NAGY, B., and L. A. NAGY: *Nature* **223** (1969) S. 1226—1229.

PFLUG, H. D.: *Palaeontographica Abt. B* **117** (1966) S. 59—74.

— *Econ. Geol. Res. Unit., Inf. Circular Nr.* **28**, Johannesburg (1966).

— *Palaeontographica Abt. A*, **134/135** (1970), **138** (1972).

PFLUG, H. D., et al.: *Naturwiss.* **56** (1969) S. 11—13.

SCHOPF, J. W.; et al.: *Proc. Nat. Acad. Sci.* **59** (1968) S. 639—646.

SCHOPF, J. W.: *J. Paleont.* **42** (1968), S. 651—688.

— *Grana Palynologica* **9** (1969) S. 1—3.

STRUGHOLD, H., und O. L. RITTER: *Aerosp. Med.* **33** (1962) S. 275—278.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Bericht der Oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde](#)

Jahr/Year: 1973

Band/Volume: [39-40_1973](#)

Autor(en)/Author(s): Pflug Hans D., Meinel Werner

Artikel/Article: [Fortschritte der präkambrischen Lebensforschung 89-100](#)