

Die Kambrische Explosion Teil 2: Immer noch kein Problem für Evolution

Einführung

Die kambrische Explosion zählt zu den faszinierendsten Kapiteln der Paläontologie, da in geologisch kurzer Zeit eine große Fossilvielfalt auftrat. Entsprechend habe ich dazu ein Video gemacht,¹ das für meinen sonst eher kleinen Kanal überraschend viele Aufrufe erzielte. Wie bei angeblich kontroversen Themen üblich, gab es in den Kommentaren Kritik: Mein Ton sei herablassend, und einige Kreationisten behaupteten, ich würde die kambrische Explosion nicht verstehen und unwissenschaftlich argumentieren.

Das ist schlicht Unsinn. Ein wissenschaftlicher Diskurs mit Pseudowissenschaft ist nicht möglich. Ich nenne Dinge beim Namen: Wer fachlich ernst genommen werden will, muss fachlich kompetent auftreten – und das ist bei einer politisch reaktionären Bewegung wie dem Kreationismus nicht der Fall. Besonders häufig kam der Vorwurf, ich würde die Positionen des Intelligent-Design-Apologeten Steven Meyer falsch darstellen.

Deshalb setzen wir uns in diesem Video genauer mit seinen Argumenten auseinander. Am Ende könnt ihr selbst beurteilen, ob ich ihn falsch wiedergebe und ob seine Positionen ernst zu nehmen sind. Gleichzeitig gehen wir tiefer in die kambrische Explosion und berücksichtigen den aktuellen Forschungsstand – eine Mischung aus biologischer Fachanalyse und der Bloßstellung kreationistischer Rhetorik. Los geht's.

Intelligent Design und das Discovery Institute

Kurz für alle, die nicht wissen, was Intelligent Design ist:

Es handelt sich um eine politisch und religiös motivierte Bewegung, vor allem vertreten durch das Discovery Institute. Historisch entstand sie als Rebranding der sogenannten Creation Science, nachdem diese gerichtlich als religiös und damit nicht wissenschaftlich eingestuft worden war. Die Strategie: neuer Name, akademischer Anstrich, gleiche Inhalte. Statt des predigenden Fundamentalisten tritt Pseudowissenschaft im Laborkittel auf. Dazu akzeptiert man selektiv einige

¹ <https://www.youtube.com/watch?v=QMxOGmzs8E0> Transkript: <https://internet-evoluzzer.de/kann-evolution-die-kambrische-explosion-erklaren-von-luca-bis-eva-teil-8/>

wissenschaftliche Erkenntnisse, etwa das Alter der Erde, um seriös zu wirken. Beim Thema Evolutions- und Molekularbiologie bleibt der Kern jedoch unverändert: die Behauptung, natürliche Prozesse könnten die Komplexität des Lebens nicht erklären. Anstelle eines ausdrücklich genannten Gottes wird ein „intelligenter Designer“ postuliert, der laut Darstellung kein Gott sein müsse – faktisch aber genau das ist.

Dass es sich um eine religiöse Bewegung handelt, ist kein Geheimnis. 1999 wurde das interne sogenannte Wedge-Dokument veröffentlicht, an dem Stephen Meyer maßgeblich beteiligt war und das die religiöse Agenda offen darlegt. Es beschreibt eine PR-Strategie zur Förderung von Intelligent Design und zur Bekämpfung wissenschaftlicher Theorien wie der Evolution, um den als „wissenschaftlichen Materialismus“ diffamierten Ansatz durch eine theistische Weltanschauung zu ersetzen. Anders gesagt: Wissenschaft soll durch religiöse Deutung ersetzt werden – mit weitreichenden gesellschaftlichen und politischen Ambitionen, einschließlich religiösen Einflusses auf Staat und Öffentlichkeit.

Wer darin keine religiös-politische Agenda erkennt, verkennt die Lage. Und wer meint, diese Positionen seien wissenschaftlich ernst zu nehmen, überschätzt ihre argumentative Substanz deutlich. Es geht hier nicht um persönlichen Glauben – der ist Privatsache –, sondern um eine politische Propagandaorganisation, deren Vorfeldstrukturen auch in Deutschland existieren, wenn auch bislang in kleinerem Umfang. Entsprechend begrenzt ist meine Toleranz gegenüber solchen Akteuren und ihren Wortführern.

Ein Großteil der Finanzierung des Discovery Institute stammt aus hohen Spenden wohlhabender christlicher Fundamentalisten, die nach eigenen Angaben eine „vollständige Integration des biblischen Gesetzes in unser Leben“ und die „Unfehlbarkeit der Heiligen Schrift“ anstreben. Das Institut veröffentlicht keine Spenderliste, doch Steuerunterlagen belegen Zuwendungen konservativer und religiöser Geldgeber wie Donors Trust und Servant Foundation, deren erklärtes Ziel die Verbreitung religiöser Botschaften ist.²

Laut Steuerunterlagen erhielt das Discovery Institute 2024 rund 11,8 Millionen US-Dollar. Zum Vergleich: Die Max-Planck-Gesellschaft betreibt 84 Forschungseinrichtungen mit einem Gesamtbudget von etwa 2,86 Milliarden Euro im Jahr 2023, finanziert zu rund 80 % aus öffentlichen Mitteln und ansonsten aus Drittmittelprojekten – nicht aus privaten ideologisch motivierten Spenden. Rechnerisch entspräche das etwa 34 Millionen Euro pro Einrichtung. Das ist zwar etwa dreimal so viel wie beim Discovery Institute, aber: In den Max-Planck-Instituten arbeiten über 25.000 Menschen, durchschnittlich rund 300 pro Institut.³ Beim Discovery Institute sind es etwa 60. Gemessen an Größe und Output verfügt das Institut also durchaus über erhebliche Mittel.

² Siehe: <https://projects.propublica.org/nonprofits/organizations/911521697>
<https://www.influencewatch.org/non-profit/discovery-institute/>

³ Siehe: <https://de.wikipedia.org/wiki/Max-Planck-Gesellschaft>

Man könnte erwarten, dass damit wissenschaftliche Forschung betrieben wird – etwa Feldarbeit, die Finanzierung von Nachwuchswissenschaftlern oder technische Analysen von Fossilien, gerade im Kontext der kambrischen Explosion. Doch solche Forschung findet dort praktisch nicht statt. Stattdessen wird Geld in die Produktion ideologischer Narrative investiert – kurz gesagt: Sie werden dafür bezahlt, Unsinn zu erzählen oder zu schreiben.

Auffällig ist dabei die Doppelmoral: Während Verschwörungsgläubige der etablierten Wissenschaft pauschal vorwerfen, ideologisch oder finanziell gesteuert zu sein, übersehen sie, dass gerade ihre selbsternannten „Establishment-Kritiker“ Gelder für ideologische Öffentlichkeitsarbeit beziehen. Das gilt auch für Stephen Meyer.

Meyers Lüge

Was ist sein Hintergrund? Mit einem Bachelor in Physik und Geowissenschaften sowie einem Master und einer Promotion in Wissenschaftsphilosophie von der University of Cambridge könnte man annehmen, dass er den wissenschaftlichen Prozess versteht. Seine Loyalität gilt jedoch nicht der Forschung. Aber hey, er hat immerhin drei Bücher geschrieben:

„Signature in the Cell“ behauptet, die Zellstruktur spreche für intelligentes Design.

„Darwin's Doubt“ überträgt diese Argumentation auf die kambrische Explosion.

„Return of the God Hypothesis“ recycelt bekannte Argumente und führt die Linie fort.

Im Folgenden konzentrieren wir uns auf seine Behauptungen zur kambrischen Explosion.

Hier ist ein Ausschnitt aus „Stephen Meyer Takes on Darwin's Tree“.

Because what we see in the fossil record, in particular when we're looking major innovations in biological form and structure, is the abrupt appearance of such major innovations where in each case... those new biological forms are lacking any discernible connection to similar forms in the lower sedimentary strata. So you get an abrupt appearance of a new form of life, usually persisting through the fossil record with some slight variation but the basic form remaining static over long periods of time, and then either the form going extinct or persisting right up to the present. We don't see the gradual morphing of form from one major type of organism to another that is described by Darwin's tree of life and predicted on the basis of the action of his mechanism of natural selection and random variation slash mutation.⁴

Ok, damit ist die Hauptstrategie von Leuten wie Meyer gut umrissen: Er behauptet, Biologen würden überall im Fossilbericht allmähliche Veränderungen sehen – das sei aber nicht so, also habe es keine Evolution gegeben.

Das ist eine eklatante Leugnung dessen, was Fossilienfunde tatsächlich zeigen, gepaart mit der Hoffnung, dass niemand es überprüft. Dabei gibt es unzählige Beispiele langsamer, schrittweiser morphologischer Veränderungen: von Fischen zu Tetrapoden, von Amphibien zu Reptilien zu Vögeln, von Landsäugetieren zu

⁴ <https://www.youtube.com/watch?v=aXKAMR94-rc>

Meeressäugern wie Walen, von frühen Hominiden zu Menschen – und vieles mehr. Man könnte ein ganzes Semester damit füllen, diese Reihen zu diskutieren und einzuordnen. Zu einigen habe ich sogar eigene Videos.

So zu tun, als gäbe es das alles nicht, ist schlicht Wissenschaftsleugnung. Natürlich haben wir nicht für jede Spezies, die je existiert hat, ein lückenloses Fossilarchiv: Fossilisation ist selten, kurzlebige Arten wurden womöglich nie versteinert, und viele Fossilien haben wir noch nicht gefunden oder werden sie vielleicht nie finden. Diese Punkte nennt Meyer selbst „Artefakt-Hypothese“ – nur ohne die naheliegende Konsequenz anzuerkennen, dass genau solche Lücken erwartbar sind und nichts an der Evidenz für graduelle Veränderung grundsätzlich entkräften.

Da wir die übergeordnete Lüge verstanden haben, schauen wir uns jetzt seine konkreteren Behauptungen an und vergleichen sie mit der Fachliteratur, um zu zeigen, dass Meyer eindeutig falsch liegt.

Wie lange dauerte die kambrische Explosion?

Als er nach Beispielen für Organismen gefragt wurde, die sehr plötzlich in den Fossilienfunden auftauchen, sagte er Folgendes.

*There are many examples of the abrupt appearance of new forms of animal and plant life in the fossil record. I wrote a book about one of the greatest of those events called the Cambrian explosion, which is an event about 520 to 530 million years ago, where the first animal forms arose abruptly in the fossil record with no discernible connection to similar forms in the lower Precambrian strata. It's really dramatic.*⁵

Er mag das als Versprecher darstellen, aber Meyer behauptet ausdrücklich, die ersten Tiere seien während der kambrischen Explosion entstanden. Das ist objektiv falsch – nicht nur nach aktuellem Forschungsstand, sondern auch nach seinen eigenen Angaben. In Kapitel 4 von „Darwin's Doubt“ (2013) erwähnt er selbst, dass Schwämme und die molluskenähnliche *Kimberella* bereits aus dem Ediacarium bekannt sind. Er weiß also, dass tierisches Leben schon vor dem Kambrium existierte. Die kambrische Explosion war eine Diversifizierung tierischer Linien, nicht deren Ursprung. Auch seine Zeitangabe von 530 bis 520 Millionen Jahren ist falsch.

In der Veröffentlichung „The Cambrian Conundrum: Early Divergence and Later Ecological Success in the Early History of Animals“ aus dem Jahr 2011 lesen wir Folgendes. „Die frühesten Skelettfossilien stammen aus dem späten Ediacarium, aber das erste Auftreten einer Reihe von Platten, Stacheln, Schalen und anderen Skelettelementen mit bilateraler Affinität beginnt während der frühen kambrischen Fortunium-Stufe, vor 541 bis etwa 530 Ma“, wobei Ma für „Mega-Annum“ steht, also Millionen von Jahren.⁶

⁵ <https://www.youtube.com/watch?v=aXKAMR94-rc>

⁶ Douglas HE et al. (2011). The Cambrian Conundrum: Early Divergence and Later Ecological Success in the Early History of Animals. Science 334, 1091-1097. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1206375>

Weiter heißt es: „Obwohl in den letzten zehn Jahren viele neue Gruppen beschrieben wurden, ist das Muster der Diversifizierung sowohl von Körper- als auch von Spurenfossilien weitgehend stabil geblieben: Eine Neuzusammenstellung der ersten Vorkommen aller Metazoen-Stämme, Klassen und Stammklassen (ausgestorbene Kladen) mit gleichwertiger morphologischer Disparität zeigt, dass sie erstmals im späten Ediacarium (vor 555 Ma) auftraten, mit einem dramatischen Anstieg über etwa 25 Millionen Jahre in den ersten Stufen des Kambriums, der sich bis ins Ordovizium fortsetzte.“

Die kambrische Explosion beschreibt somit das relativ schnelle Auftreten vieler Tierstämme innerhalb der Bilateria – über etwa 25 Millionen Jahre, nicht über zehn. Da diese Ergebnisse bereits vor Meyers Buch veröffentlicht wurden, ignoriert er sie entweder oder kennt sie nicht – beides kein gutes Zeichen für jemanden, der als Experte auftritt. Neuere Forschung hat das Bild weiter präzisiert.

Damit wird auch deutlich, wie Intelligent-Design-Vertreter die kambrische Explosion verzerrt darstellen. Sie nutzen die durch den Namen suggerierte Plötzlichkeit, um den Eindruck zu erwecken, eine enorme Artenvielfalt sei nahezu augenblicklich entstanden – als wären komplexe Organismen praktisch aus dem Nichts erschienen. Tatsächlich sprechen wir von einem Zeitraum von bis zu etwa 70 Millionen Jahren. Das ist geologisch relativ kurz – daher der Begriff „Explosion“ –, biologisch jedoch enorm lang. Unter starkem Selektionsdruck und intensiver Konkurrenz ist das mehr als ausreichend Zeit für eine tiefgreifende evolutionäre Diversifizierung. Selbst 25 oder 10 Millionen Jahre wären für biologische Prozesse bereits sehr lange Zeiträume.

Einzigartiger Bauplan der Tiere?

Kehren wir zum Punkt der Abstammungslinien zurück, um Meyers Unehrlichkeit weiter zu verdeutlichen. Dafür müssen wir zunächst einige Begriffe klären. Meyer behauptet häufig, verschiedene Tierstämme (Phyla) seien im Kambrium ohne Vorfahren plötzlich erschienen. Doch was ist überhaupt ein Stamm?

In Kapitel 2 von „Darwin’s Doubt“ definiert Meyer einen Stamm als die höchste Kategorie der biologischen Klassifikation im Tierreich, wobei jeder Stamm durch eine einzigartige Architektur, einen eigenen Organisationsplan oder einen charakteristischen Körperbau gekennzeichnet sei.

Das klingt zwar auf den ersten Blick gut, aber die Veröffentlichung „A critical reappraisal of the fossil record of the bilaterian phyla“ aus dem Jahr 2000 zeigt auf, warum diese Definition problematisch ist.⁷ Darin heißt es: „Behauptungen, dass die Stämme durch bestimmte Merkmale des ‚Körperbaus‘ gekennzeichnet sind, die mutmaßliche superphyletische Gruppierungen nicht aufweisen, scheinen daher auf einem Artefakt

⁷ Budd GE, Jensen S (2000). A critical reappraisal of the fossil record of the bilaterian phyla. Biol Rev Camb Philos Soc. 2000 May;75(2):253-95. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10881389/>

unserer Klassifizierung von Tiergruppen zu beruhen: Wenn solche ‚superphyletischen‘ Merkmale leicht identifizierbar wären, würde die größere Gruppierung wahrscheinlich selbst als Phylum bezeichnet werden, da sie als phylogenetisch einheitlich anerkannt wäre. Da das Ausmaß, in dem diese Unkenntnis der Verwandtschaftsverhältnisse eine Rolle spielt, wahrscheinlich von Gruppe zu Gruppe variiert, scheint die Standardkritik der Kladisten, dass Stämme (und andere solche Rangstufen) mit der Begründung, dass sie zu falschen Vergleichen zwischen Mitgliedern derselben „Rangstufe“ führen, positiv abgelehnt werden sollten, gültig zu sein.“

Kurz gesagt: Stämme sind – wie andere taxonomische Rangstufen etwa Klasse oder Ordnung – weitgehend künstliche Kategorien. Sie können zu irreführenden Vergleichen zwischen Gruppen derselben Rangstufe verleiten und sollten daher nicht als feste biologische Grenzen missverstanden werden. Entscheidend ist daher nicht, ob ein Fossil in einen bestimmten Stamm „passt“, sondern ob seine Merkmale evolutiv erklärbar sind. Und genau das ist der Fall.

In diesem Artikel wird ein „Körperbauplan“ als eine Reihe von Merkmalen definiert, die plesiomorphisch von allen Taxa einer monophyletischen Klade geteilt werden. „Plesiomorph“ bedeutet dabei schlicht: gemeinsame ursprüngliche Merkmale, die innerhalb der Gruppe vorkommen, aber nicht zwingend exklusiv für sie sind. Das macht die Definition objektiver – zeigt aber auch, dass ein Stamm nicht eindeutig einer festen Gruppe von Organismen mit exakt demselben Bauplan entspricht.

Ein Beispiel sind die Arthropoden: Insekten besitzen einen gemeinsamen Körperbauplan, der eine spezialisierte Form des Arthropoden-Bauplans darstellt. Alle grundlegenden Arthropodenmerkmale finden sich bei Insekten, aber nicht alle Insektenmerkmale gelten für alle Arthropoden – etwa Flügel oder die spezifische Anzahl von sechs Beinen. Damit kommen wir zu zwei weiteren wichtigen Begriffen, die wir für das Verständnis brauchen: Kronengruppe und Stammgruppe.

In diesem Artikel werden beide Begriffe definiert: *„Die Kronengruppe eines Stammes besteht aus dem letzten gemeinsamen Vorfahren aller lebenden Formen des Stammes und allen seinen Nachkommen; die Stammgruppe besteht aus einer Reihe vollständig ausgestorbener Organismen, die zur Kronengruppe führen und vom letzten gemeinsamen Vorfahren dieses Stammes und dem am nächsten verwandten Stamm abweichen.“*

Ein Beispiel: Trilobiten, Cheliceraten, Myriapoden, Krebstiere und Insekten gehören zu den Kronengruppen der Arthropoden. Kambrische Formen wie *Opabinia* oder *Anomalocaris* dagegen sind Stammarthropoden. Ihnen fehlen diagnostische Merkmale der Kronengruppe, etwa ein sklerotisiertes Exoskelett oder spezialisierte Extremitäten. Manche bezeichnen sie sogar als Übergangsformen.

Auch Meyers Behauptung, Stämme seien die höchste taxonomische Einheit mit jeweils völlig einzigartigem Bauplan, ist nicht haltbar. Schon die Anzahl der Tierstämme ist nicht festgelegt, sondern schwankt je nach Systematik zwischen etwa 30 und 40. Außerdem existieren übergeordnete Gruppierungen oberhalb der Stammesebene. So

werden die Arthropoden gemeinsam mit Onychophoren und Tardigraden zu den Panarthropoda zusammengefasst. Diese bilden zusammen mit den Nematoida (bestehend aus Nematoden und Nematomorphen) größere Kladen, die wiederum Teil der Ecdysozoa sind. Und diese Hierarchie lässt sich bis zum gemeinsamen Ursprung allen Lebens weiterverfolgen.

Der entscheidende Punkt: Stämme sind keine isolierten Bauplan-Inseln. Aufgrund tiefer gemeinsamer Merkmale in Morphologie und Genetik lassen sie sich zu übergeordneten evolutionären Einheiten zusammenfassen. Weil viele Menschen mit Taxonomie und Kladistik kaum vertraut sind, kann Meyer hier leicht mit scheinbar klaren, aber irreführenden Vereinfachungen arbeiten. Das ist wichtig im Hinterkopf zu behalten, denn auf seine Stammesdefinition werden wir später noch zurückkommen.

Tiere vor dem Kambrium

Die Behauptung, die Tiere des Kambriums hätten keine Vorgänger im Präkambrium, gehört zu Meyers zentralen Thesen. Dieselbe Darstellung wiederholt er auch in einem PragerU-Video mit dem Titel „Evolution: Von Bakterien zu Beethoven“ – offenbar reicht ihm ein einzelner Propagandakanal nicht aus, zumal die Spendengelder seine Auftritte finanzieren. Angesichts der dortigen Darstellung – etwa der direkten Gegenüberstellung eines Bakteriums mit einem Primaten – wird deutlich, auf welchem primitiven Niveau hier argumentiert wird.

First, the Cambrian explosion. A weird and wonderful thing happened 530 million years ago. A whole bunch of major groups of animals, what scientists called the phyla, appeared abruptly within a geological short window of time. About ten million years. These novel animal forms exhibiting prototypes of most animal body designs we see today, emerged in the fossil record without evidence of early ancestors.⁸

Dass wir Meyer erneut beim Lügen erwischen, überrascht hoffentlich niemanden mehr. Schauen wir uns jetzt die kambrische Radiation genauer an, um eine seiner größten und hartnäckigsten Unwahrheiten sauber zu zerlegen. Es wird etwas technisch, aber nur so sieht man, wie weit er von realer Wissenschaft entfernt ist.

Die frühesten derzeit bekannten Hinweise auf Tiere stammen aus etwa 650 Millionen Jahre alten Gesteinen aus Oman, liegen also in der Periode des Cryogeniums. Dabei geht es um Sterane – genauer: um bestimmte Verhältnisse spezifischer Sterane, die nur in Schwämmen und einigen anderen Eukaryoten vorkommen. Nach Diskussionen kamen Forscher zu dem Schluss, dass genau diese Verhältnisse und die vorkommenden Varianten eher auf Schwämme als auf Algen oder Protisten hindeuten. Ich verlinke die Studien, aber kurz: Viele Forscher werten diese Sterane seit ca. 650 Millionen Jahre als frühesten Hinweis auf Tiere.⁹

⁸ <https://www.youtube.com/watch?v=DOIbcOoaxuY>

⁹ Siehe:

- Love, GD et al. (2020). Sources of C30 steroid biomarkers in Neoproterozoic–Cambrian rocks and oils. *Nat Ecol Evol* 4, 34–36. <https://doi.org/10.1038/s41559-019-1048-2>
- Zumberge, JA et al. (2018). Demosponge steroid biomarker 26-methylstigmastane provides evidence for Neoproterozoic animals. *Nat Ecol Evol* 2, 1709–1714. <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0676-2>

Nach dem Cryogenium folgt das Ediacarium von vor 635 bis 541 Mio. Jahren. In dieser Periode – nicht im Kambrium – finden wir die ersten Tierkörperfossilien. Von vor 635 bis 590 Mio. Jahren umfassen die Hinweise unter anderem mutmaßliche Nesseltiere wie *Lantianella* sowie phosphatisierte Tierembryonen.¹⁰ Gerade diese Embryonen sind seit ihrer Entdeckung in den 1990ern stark umstritten: Erst wurden sie als Tierembryonen interpretiert, später teils als mögliche Protisten, Algen oder sogar riesige Bakterien.¹¹

Eine aktuelle Studie hat dann eine große Zahl dieser potenziellen Embryonen analysiert und festgestellt, dass zumindest einige entwicklungsmäßig komplex genug sind, um tierische Embryonen zu sein – darunter *Megasphaera*, *Caveasphaera* und *Helicoforamina*.¹² Damit wurde eine Zuordnung zu Algen und Protisten verworfen. Auch die Acritarcha, eine Gruppe von Mikrofossilien, zeigen zu Beginn des Ediacariums evolutionäre Neuerungen und entwickeln auffällige Verzierungen, möglicherweise aufgrund der Koevolution mit den neu entstandenen Eumetazoa. Ein paar Definitionen helfen hier: Eumetazoa umfasst alle Tiere außer den Schwämmen. Schwämme sind die basalsten Metazoa; zu den Eumetazoa zählen Rippenquallen (Ctenophora), Placozoa, Nesseltiere (Cnidaria) und dann alle Bilateria. Interessant: Experimente zeigen, dass sowohl Schwämme als auch Rippenquallen einen geringen Sauerstoffbedarf haben – was passt, weil bis zur Mitte des Ediacariums nur die Meeresoberfläche deutlich mit Sauerstoff angereichert war.¹³

Ediacara-Fauna

Schließlich treten vor etwa 571 Millionen Jahren die ersten makroskopischen Lebensgemeinschaften auf. Die Organismen aus dem Zeitraum von vor 571 bis 541 Millionen Jahren werden in drei aufeinanderfolgende Gemeinschaftstypen unterteilt: Avalon (571–555 Ma), Weißes Meer (560–551 Ma) und Nama (555–541 Ma). Aus diesen Formationen stammt die klassische Ediacara-Biota.

Die Einordnung dieser Organismen ist für das Verständnis der kambrischen Explosion entscheidend. Als sie in den 1940er Jahren erstmals beschrieben wurden, galten sie

¹⁰ Siehe:

- Bin W et al. (2016). Systematic description of putative animal fossils from the early Ediacaran Lantian Formation of South China. *Palaeontology*, <https://doi.org/10.1111/pala.12242>
- Dunn, FS, Liu, AG (2017). Fossil Focus: The Ediacaran Biota. *Palaeontology Online*, Volume 7, Article 1, 1-15. <https://doi.org/10.17863/CAM.7045>

¹¹ siehe Fußnote 24 bei video zur kambrischen Explosion

¹² Siehe:

- Bin W et al. (2016). Systematic description of putative animal fossils from the early Ediacaran Lantian Formation of South China. *Palaeontology*, <https://doi.org/10.1111/pala.12242>
- Yin, Z et al. (2022). Diverse and complex developmental mechanisms of early Ediacaran embryo-like fossils from the Weng'an Biota, southwest China. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 377(1847): 20210032. <https://doi.org/10.1098/rstb.2021.0032>

¹³ Mills, DB (2018). The last common ancestor of animals lacked the HIF pathway and respired in low-oxygen environments *eLife* 7:e31176. <https://doi.org/10.7554/eLife.31176>

lange als ein gescheitertes evolutionäres Experiment. Diese Sicht war noch verbreitet, als Stephen Jay Gould Ende der 1980er Jahre sein Buch *Wonderful Life* veröffentlichte – weshalb Intelligent-Design-Vertreter ihn gern zitieren und dabei ignorieren, dass seine Darstellung heute in wesentlichen Punkten überholt ist.

Damals interpretierte man viele Ediacara-Formen als unabhängige mehrzellige Protisten, Pilze oder Flechten, während klare Homologien zu Tieren selten erschienen. Mit besseren Methoden und zahlreichen neuen Fossilfunden hat sich dieses Bild jedoch grundlegend verändert. Eine Studie von 2016 fasst zusammen, dass die ediacarischen Tierkandidaten wahrscheinlich Stammgruppen verschiedener moderner Tierkladen repräsentieren.¹⁴ Ihre Einordnung ist schwierig, weil viele Formen zwar Hinweise auf tierische Verwandtschaft zeigen, aber keine eindeutig diagnostischen Merkmale besitzen – sie sind evolutionär aufschlussreich, aber phylogenetisch oft schwer eindeutig zu platzieren.

Einzelne alternative Deutungen, etwa vom Paläontologen Gregory Retallack, schlagen vor, dass die Ediacara-Gemeinschaften terrestrisch statt maritim waren und bekannte Formen wie *Dickinsonia* Flechten darstellten. Diese Hypothesen sind jedoch stark umstritten. Insbesondere die terrestrische Interpretation widerspricht laut Fachliteratur den umfangreichen sedimentologischen und geologischen Daten, die über Jahrzehnte von zahlreichen internationalen Forschern gesammelt wurden.¹⁵

Die früheste dieser Ansammlungen, die Avalon-Ansammlung, wird dominiert von sessilen, farnartigen Rangeomorpha wie *Charnia* und *Fractofusus*, farnartigen Arboreomorpha wie *Charniodiscus* und seltsamen scheibenartigen Organismen wie *Cyclomedusa*. Ihre Verwandtschaftsverhältnisse wurden ausführlich diskutiert, von Algen über Pilze bis hin zu Stammgruppen- und Kronengruppentieren. Jüngste Arbeiten haben die bizarren Rangeomorpha als Stamm-Eumetazoen identifiziert.

Eine Veröffentlichung aus dem Jahr 2021¹⁶ beschreibt für *Charnia masoni* eine differenzierte Organisation mit axial strukturierter Aufblähung, Hinweise auf Veränderungen im primären Entwicklungsmodus sowie Wachstumsmuster, die mit indeterminiertem Wachstum vereinbar sind – bei gleichzeitig regelmäßiger, vorhersagbarer Gesamtform. Diese Merkmalskombination ist ansonsten nur innerhalb der Metazoa bekannt. Algen besitzen keine stabile, konservierte Morphologie, und Pilzfruchtkörper zeigen keine dauerhafte Bildung differenzierter neuer Strukturelemente. In Verbindung mit der großen, vielzelligen Organisation sehen die Autoren daher keine Grundlage, *Charnia* außerhalb der Tiere einzuordnen. Wenn diese Interpretation zutrifft, könnten auch die Arboreomorpha als Stammgruppen der Eumetazoa verstanden werden. Ein weiteres besonders aufschlussreiches Taxon aus der Avalon-Gemeinschaft ist *Haootia quadriformis* (ca. 560 Ma). Dieses Fossil wurde

¹⁴ Bin W et al. (2016). Systematic description of putative animal fossils from the early Ediacaran Lantian Formation of South China. *Palaeontology*, <https://doi.org/10.1111/pala.12242>

¹⁵ Liu, A et al. (2015). Remarkable insights into the paleoecology of the Avalonian Ediacaran macrobiota. *Gondwana Research*. 27. 1355-1380. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2014.11.002>

¹⁶ Dunn FS et al. (2021). The developmental biology of *Charnia* and the eumetazoan affinity of the Ediacaran rangeomorphs. *Sci Adv*. 7(30):eabe0291. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34301594/>

überzeugend als Vertreter der Cnidaria interpretiert – also der Gruppe der Nesseltiere, zu der auch heutige Quallen gehören.

Viele der bekanntesten Ediacara-Fossilien stammen aus der Weißes-Meer-Gemeinschaft, darunter *Tribrachidium*, *Dickinsonia*, *Ikaria* und *Kimberella*.

Tribrachidium ist ein ungewöhnlicher Organismus, der plausibel als Stammgruppen-Eumetazoa interpretiert wird und dem ausgestorbenen Stamm Trilobozoa zugeordnet ist. Es handelte sich offenbar um einen sessilen, benthischen Suspensionsfresser mit dreistrahligter Radialsymmetrie.¹⁷

Dickinsonia, eines der berühmtesten Ediacara-Fossilien, war lange umstritten. Inzwischen sprechen ichnologische, entwicklungsbiologische und biomarkerbasierte Befunde deutlich für eine Einordnung nahe den Stammgruppen der Bilateria. Da *Dickinsonia* zur ausgestorbenen Klade Proarticulata gehört, dürfte diese Interpretation für die gesamte Gruppe gelten.¹⁸

Ikaria ist ein relativ neu beschriebenes, bilateralsymmetrisches Tier aus Südaustralien. Laut Erstbeschreibung stimmen Größe und Morphologie mit den Erwartungen für den Erzeuger des Spurenfossils *Helminthoidichnites* überein, was auf aktive Fortbewegung und Sedimentdurchmischung hinweist.¹⁹

Auch *Kimberella* war lange Gegenstand kontroverser Deutungen, mit vorgeschlagenen Verwandtschaften von Cnidaria bis Mollusca. Neuere Analysen sprechen überwiegend für eine Position nahe den Stammgruppen-Mollusca oder allgemein innerhalb der Stammgruppen-Spiralia – einer großen Tierklade, zu der unter anderem Mollusken, Ringelwürmer, Rädertiere, Brachiopoden und viele weitere wirbellose Gruppen gehören.²⁰

¹⁷ Siehe:

- Fedonkin, MA (1985). Systematic Description of Vendian Metazoa. In Sokolov, B. S.; Iwanowski, A. B. (eds.). Vendian System: Historical–Geological and Paleontological Foundation, Vol. 1: Paleontology (in Russian). Moscow: Nauka. pp. 70–106.
- Fedonkin, MA (1990). Precambrian Metazoans. In Briggs D.; Crowther P. (eds.). Palaeobiology: A Synthesis. Blackwell. pp. 17–24.

¹⁸ Siehe:

- Bobrovskiy, I; et al. (2018). Ancient steroids establish the Ediacaran fossil Dickinsonia as one of the earliest animals. Science. 361 (6408): 1246–1249. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aat7228>
- Budd, GE; Jensen, S (2017). The origin of the animals and a 'Savannah' hypothesis for early bilaterian evolution. Biological Reviews. 92 (1): 446–473. <https://doi.org/10.1111/brv.12239>
- Evans, SD et al. (2017). Highly regulated growth and development of the Ediacara macrofossil Dickinsonia costata. PLOS ONE 12(5):e0176874. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28520741/>
- Gold, DA et al. (2015). Ancestral state reconstruction of ontogeny supports a bilaterian affinity for Dickinsonia. Evolution & Development. 17 (6): 315–397. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26492825/>
- Ivantsov, AY; Zakrevskaya, M (2023). Body plan of Dickinsonia, the oldest mobile animals. Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh. 114 (1–2): 95–108. <https://doi.org/10.1017/S175569102300004X>

¹⁹ Evans SD et al. (2020). Discovery of the oldest bilaterian from the Ediacaran of South Australia. Proc Natl Acad Sci U S A. 117(14):7845–7850. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32205432/>

²⁰ Siehe:

Die letzte Ediacara-Gemeinschaft ist die Nama-Ansammlung. Zu Beginn dieser Phase kam es offenbar zu einem Massensterben, das die Artenvielfalt deutlich reduzierte.

Nach diesem Einschnitt treten Fossilien wie *Cloudina*, *Yilingia* und *Namacalathus* auf.

Cloudina ist ein röhrenförmiges, biomineralisiertes Tier. Funde möglicher Verdauungstraktreste sprechen dafür, dass es sich um einen Anneliden handeln könnte. Allerdings wurden einige verwandte Formen, die unter dem Begriff Cloudinomorphe zusammengefasst werden, auch als Nesseltiere interpretiert. Es ist daher gut möglich, dass „Cloudinomorphe“ keine einheitliche monophyletische Gruppe darstellen, sondern verschiedene, nicht eng verwandte Tierlinien umfassen – hier sind weitere Fossilfunde nötig.²¹

Yilingia ist ein segmentiertes, bilaterales Tier, das entweder als Annelide oder als Panarthropode gedeutet wird – also als Mitglied der Klade, zu der Tardigraden, Onychophoren und Arthropoden gehören. Für eine panarthropode Verwandtschaft sprechen die drei Lappen pro Segment, die an die Körpergliederung von Trilobiten erinnern.²²

Bei *Namacalathus* wiederum scheint erhaltenes, pyritisiertes Weichgewebe eine Einordnung als früher Verwandter von Brachiopoden und Bryozoen zu unterstützen.²³

-
- Butterfield, NJ (2006). Hooking some stem-group "worms": fossil lophotrochozoans in the Burgess Shale. *BioEssays*. 28 (12): 1161–6. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17120226/>
 - Fedonkin, MA; Waggoner, BM (1997). The Late Precambrian fossil *Kimberella* is a mollusc-like bilaterian organism. *Nature*. 388(6645):868–871. <https://www.nature.com/articles/42242>
 - Fedonkin, M.A. et al. (2007). New data on *Kimberella*, the Vendian mollusc-like organism (White sea region, Russia): palaeoecological and evolutionary implications, in Vickers-Rich, Patricia; Komarower, Patricia (eds.), *The Rise and Fall of the Ediacaran Biota*, Special publications, vol. 286, London: Geological Society, 157–179, <https://doi.org/10.1144/sp286.12>
 - Ivantsov, A. Y. (2010). Paleontological evidence for the supposed precambrian occurrence of mollusks. *Paleontological Journal*. 40(12):1552–1559. <https://link.springer.com/article/10.1134/S0031030110120105>
 - Smith, M. R. (2012). Mouthparts of the Burgess Shale fossils *Odontogriphus* and *Wiwaxia*: Implications for the ancestral molluscan radula. *Proceedings of the Royal Society B*. 279(1745):4287–4295. <https://doi.org/10.1098/rspb.2012.1577>

²¹ Siehe:

- Germs, G.J.B. (1972): New shelly fossils from Nama Group, South West Africa. *American Journal of Science* 272(8):752–761 <https://ajsonline.org/article/59561>
- Glaessner, M. F (1976): Early Phanerozoic annelid worms and their geological and biological significance. *Journal of the Geological Society (London)*. 132(3):259–275 <https://doi.org/10.1144/gsjgs.132.3.0259>
- Hua, H., et al. (2003): Borings in *Cloudina* Shells: Complex Predator-Prey Dynamics in the Terminal Neoproterozoic. 18(4–5) [https://doi.org/10.1669/0883-1351\(2003\)018%3C0454:BICSCP%3E2.0.CO;2](https://doi.org/10.1669/0883-1351(2003)018%3C0454:BICSCP%3E2.0.CO;2)
- Vinn, O., Zatoń, M. (2012): Inconsistencies in proposed annelid affinities of early biomineralized organism *Cloudina* (Ediacaran): structural and ontogenetic evidences. *Carnets de Géologie*. CG2012_A03: 39–47, <http://paleopolis.rediris.es/cg/12/A03/index.html>

²² Chen, Z et al. (2019). Death march of a segmented and trilobate bilaterian elucidates early animal evolution. *Nature*. 573 (7774): 412–415. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31485079/>

²³ Shore, AJ et al. (2021). Ediacaran metazoan reveals lophotrochozoan affinity and deepens root of Cambrian Explosion. *Science Advances*. 7 (1) eabf2933. <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.abf2933>

An diesem Punkt ist es schlicht absurd zu behaupten, es habe im Präkambrium keine Tiere gegeben. Es existiert eine Vielzahl von Fossilien, die überzeugend als präkambrische Tiere interpretiert werden können. Meyers wiederholte Behauptung, Tiere seien im Kambrium praktisch aus dem Nichts erschienen, wird dadurch klar widerlegt. Angesichts der Fülle und Bekanntheit der entsprechenden Studien liegt nahe, dass er diese Ergebnisse kennt – und ignoriert.

Sind die Ediacara-Tiere Übergangsformen?

In diesem Zusammenhang ist auch ein häufiges Argument aus den Kommentaren aufschlussreich: Fossilien wie *Kimberella* oder *Cloudina* seien keine „Übergangsformen“, ihre Verwandtschaft sei umstritten und ihre Merkmale „einzigartig“. Dieses Argument zeigt vor allem eines: mangelnde Kenntnis oder Ignoranz gegenüber der aktuellen Fachliteratur. Meist fehlt zudem jede klare Definition, warum solche Formen keine Übergangsformen sein sollen oder was genau an ihnen angeblich so „einzigartig“ ist.

Die gängige Pseudo-Kritik lautet oft, Ediacara-Organismen – stellvertretend für andere Übergangsformen – seien keine „echten“ Übergangsformen, weil sie spezielle Merkmale besitzen oder keine direkten Vorfahren moderner Linien darstellen, sondern nur Seitenzweige. Diese Einwände lassen sich jedoch leicht entkräften.

1. Fossilisation ist ein seltenes Ereignis; die meisten Arten werden niemals fossil überliefert. Entsprechend ist es unwahrscheinlich, den direkten Vorfahren einer heutigen Linie zu finden. Wenn Fossilien Merkmalskombinationen zeigen, die sie in die Nähe moderner Gruppen stellen, bedeutet das nicht, dass sie der direkte Ahne sind. Entscheidend ist die gemeinsame Merkmalsbasis, die auf gemeinsame Abstammung hinweist.
2. Die Behauptung, Fossilien seien nicht „intermediär“, beruht häufig auf der falschen Erwartung einer gleichmäßigen, linearen Merkmalsveränderung. Evolution ist jedoch kein geradliniger Prozess, sondern ein fortlaufend verzweigendes Netzwerk aus Art-Aufspaltungen. Und da jede Evolutionslinie von einer anderen aus betrachtet einen „Seitenast“ repräsentiert, findet man je nach Bezugspunkt eben fast nur Fossilien auf „Seitenästen“. Unterschiedliche Merkmale unterliegen unterschiedlichem Selektionsdruck und verändern sich daher mit unterschiedlicher Geschwindigkeit. Übergangsformen zeigen deshalb typischerweise ein Mosaik aus ursprünglichen und abgeleiteten Merkmalen – genau das macht ihren Übergangscharakter aus. Wer stattdessen eine lineare Weiterentwicklung innerhalb einer einzigen Linie erwartet (Anagenese), vertritt ein überholtes Evolutionsverständnis.
3. Der wissenschaftliche Wert fossiler Übergangsformen liegt in ihrer abgestuften Ähnlichkeit. Sie lassen sich anhand ihrer Merkmalsausprägungen in eine Reihenfolge einordnen, in der die Morphologie schrittweise moderneren Formen ähnelt. Dabei fungieren einzelne Fossilien als Repräsentanten

bestimmter Entwicklungsstadien. Entscheidend ist: Die zeitliche Abfolge ist nicht zufällig. In jüngeren Schichten finden sich erwartungsgemäß Organismen, die den heutigen stärker ähneln. Ob einzelne Formen zusätzlich spezielle oder ungewöhnliche Merkmale besitzen, ist eine Detailfrage des Evolutionsverlaufs und ändert nichts an der grundlegenden Evidenz für gemeinsame Abstammung.

Im Fall von *Kimberella*, *Cloudina*, *Ikaria* oder *Yilingia* ist es daher unerheblich, ob diese Formen direkte Vorfahren späterer Kronengruppen waren – etwa von Mollusken, Anneliden, Bilateria oder Panarthropoden. Entscheidend ist nicht eine direkte Abstammungslinie, sondern dass sie Merkmalskombinationen besitzen, die ihre Zugehörigkeit zu bestimmten stammesgeschichtlichen Bereichen belegen.

Ikaria zeigt beispielsweise zentrale bilaterale Merkmale wie Bilateralsymmetrie sowie – in Verbindung mit den zugeordneten Spurenfossilien (Helminthoidichnites) – Hinweise auf Muskulatur, ein Verdauungssystem und ein Hydroskelett. Damit lässt sie sich plausibel als Stammgruppenvertreter der Bilateria einordnen.

Kimberella weist anatomische Eigenschaften auf, die sie nahe an die Stammgruppe der Mollusken stellen, und vergleichbare Argumente gelten für *Cloudina* und *Yilingia* als Stammgruppen innerhalb der Annelida bzw. Panarthropoda.

Die Unsicherheit dieser Taxa betrifft vor allem ihre genaue phylogenetische Position, was nicht zuletzt an ihrer vergleichsweise einfachen Morphologie liegt. So könnte *Kimberella* auch basal innerhalb der Bilateria oder sogar näher an den Eumetazoa stehen.

Genau diese Position zwischen basalen Tierlinien und späteren Kronengruppen macht solche Formen zu klassischen Übergangsformen im Sinne der Evolutionsbiologie: Sie gehören eindeutig zu den Tieren, repräsentieren aber frühe Entwicklungsstadien auf dem Weg zu den modernen Bauplänen.

Es gibt jedoch ein tieferes Problem als nur die Existenz präkambrischer Tiere, das Meyer ausblendet: Die Entwicklung der Ediacara-Fauna folgt einem klar schrittweisen Muster, das vollständig mit evolutionären Erwartungen übereinstimmt.

Als die Ediacara-Organismen vor etwa 570 Millionen Jahren erstmals auftreten, besitzen sie durchweg weiche Körper (z. B. die Rangeomorpha). Zwischen 560 und 550 Mio. Jahren erscheinen dann die ersten organisch ummantelten, aber noch nicht biomineralisierten Formen wie *Corumbella* und *Shaanxilithes*. Schließlich treten ab etwa 550 Mio. Jahren die ersten biomineralisierten Tiere auf, darunter *Cloudina* und weitere Vertreter der sogenannten Small Shelly Fauna.

Parallel dazu nimmt die Vielfalt der Spurenfossilien zu, was auf eine wachsende Zahl beweglicher, aktiv im Sediment lebender Tiere hinweist. Und obwohl viele der ungewöhnlichen Ediacara-Organismen um 541 Mio. Jahren aussterben, reichen einige – etwa *Cloudina* oder *Swartpuntia* – bis ins frühe Kambrium. Das zeigt eine klare faunistische Kontinuität, keinen abrupten Neuanfang.

Angesichts dieser Daten lohnt es sich, kurz innezuhalten und zu fragen, welches alternative Modell Intelligent Design überhaupt anbietet. Wurden die ersten Eukaryoten unabhängig von den späteren Tierlinien erschaffen? Hat ein Designer während des gesamten Ediacariums wiederholt neue, teils verwandte, teils unverwandte Faunen separat entworfen? Sind präkambrische und kambrische Formen wie *Cloudina* miteinander verwandt oder nicht? Und vor allem: Woran erkennt man überhaupt, ob ein Organismus „designt“ ist oder nicht?

Die Antwort ist ernüchternd: Es gibt kein Modell des Intelligent Design, das diese Fragen beantwortet. Es existiert kein überprüfbarer Mechanismus, keine testbaren Vorhersagen und kein Versuch, die beobachteten Muster konsistent zu erklären. Daten, die nicht zur gewünschten Schlussfolgerung passen, werden ignoriert.

Am Ende bleibt nur die implizite Aussage: „Ein Designer hat es gemacht.“ Genau deshalb ist Intelligent Design keine Wissenschaft – nicht wegen irgendeiner angeblichen „materialistischen Agenda“, sondern weil es nicht das leistet, was Wissenschaft ausmacht: überprüfbare Erklärungen, Modelle und den Versuch, Zusammenhänge zu verstehen.

Kambrische Explosion

Was bedeutet das alles für unser Verständnis des Kambriums? Die letzten weichkörperigen und organisch ummantelten Ediacara-Organismen verschwanden im frühen Kambrium – wahrscheinlich, weil sie der Konkurrenz durch neu entstandene biomineralisierte Tiere unterlegen waren. Wie eine Studie von 2016 beschreibt, verfügten diese über entscheidende Innovationen: aktive Ernährungsweisen, Sedimentdurchmühlung, biomineralisierte Schutz- und Angriffsstrukturen, hohe ökologische Anpassungsfähigkeit, effektive Verbreitungsstrategien, Widerstandsfähigkeit gegenüber Umweltstörungen sowie vermutlich hohe Reproduktionsraten und schnelle Geschlechtsreife.²⁴

Erste Hinweise auf Prädation – etwa Bohrlöcher in *Cloudina*²⁵ – zeigen, dass bereits im späten Ediacarium neuer Selektionsdruck entstand, der wahrscheinlich ein evolutionäres Wettrüsten zwischen Räubern und Beute auslöste. Gleichzeitig nahm die Bioturbation zu: Organismen durchwühlten die Sedimente zunehmend auch vertikal und zerstörten damit die stabilen Cyanobakterienmatten, auf denen viele Ediacara-Formen lebten – ein weiterer möglicher Faktor für deren Verschwinden.

Auch Umweltveränderungen spielten eine zentrale Rolle. Der Sauerstoffgehalt der Ozeane stieg weiter an, wodurch Größenbeschränkungen für Organismen abnahmen. Mehr Sauerstoff ermöglicht zudem längere Nahrungsketten und komplexere

²⁴ Schiffbauer, J et al. (2016). The Latest Ediacaran Wormworld Fauna: Setting the Ecological Stage for the Cambrian Explosion. *GSA Today* 26(11):4-11 <https://doi.org/10.1130/GSATG265A.1>

²⁵ Hua, H., et al. (2003): Borings in *Cloudina* Shells: Complex Predator-Prey Dynamics in the Terminal Neoproterozoic. 18(4–5) [https://doi.org/10.1669/0883-1351\(2003\)018%3C0454:BICSCP%3E2.0.CO;2](https://doi.org/10.1669/0883-1351(2003)018%3C0454:BICSCP%3E2.0.CO;2)

Nahrungsnetze. Da pro trophischer Ebene nur etwa 10 % der Energie weitergegeben werden, erlaubt die effiziente aerobe Atmung bei höherem Sauerstoffgehalt zusätzliche trophische Ebenen. Entsprechend treten im Kambrium erstmals komplexe Ökosysteme mit vielfältigen Ernährungsstrategien und auch Spitzenprädatoren auf.

Vergleiche mit modernen Ökosystemen stützen diese Interpretation: Bei heutigen Polychaeten (Anneliden) steigt mit höherem Sauerstoffanteil der Anteil räuberischer Formen. Analog könnte ein solcher Effekt im frühen Kambrium die evolutionäre Wettrennen verstärkt und die Diversifizierung weiter beschleunigt haben – ein Prozess, der in mehreren Phasen verlief.²⁶

Auch die Spurenfossilien (Ichnotaxa) dokumentieren diese Entwicklung deutlich. Im späten Ediacarium sind Grabspuren ausschließlich horizontal. Zu Beginn des Kambriums erscheinen erstmals vertikale Grabgänge, unter anderem zusammen mit Arthropodenspuren. Über das Kambrium hinweg steigt die Zahl der Ichnogattungen von 10 auf über 40.

In der ersten Stufe des Kambriums, dem Fortunium (vor 541–529 Mio Jahren) kam es zu einer starken Zunahme der Vielfalt der Spurenfossilien, vertikale Grabgänge reichen jedoch nur wenige Zentimeter tief. Im darauffolgenden Tommotium (vor 529–521 Mio Jahren) stieg die Zahl der Ichnogattungen auf über 40 und es gibt eine deutlich intensivere und tiefere Bioturbation. Im Atdaban (vor 521 – 514 Mio. Jahren) stieg die Zahl der Ichnogattungen auf 55 und es zeigt sich eine höhere Verhaltenskomplexität. Die kambrische Phase 4 dauerte von vor 514 bis 509 Millionen Jahren und zeigte keinen Anstieg der Ichnodiversität oder der Verhaltenskomplexität. Das Bild ist eindeutig: Die kambrische „Explosion“ war kein plötzliches Ereignis, sondern eine gestufte ökologische und evolutionäre Intensivierung, angetrieben durch neue Interaktionen, Umweltveränderungen und zunehmende biologische Innovationen.

Eine Studie von 2014 zeigt, dass die kambrische Diversifizierung eng mit ökologischen Veränderungen verknüpft war. Die erste Phase (das Fortunium) fällt mit dem Auftreten der ersten „Sediment-Bulldozer“ zusammen, ging aber der Etablierung infaunaler Suspensionsfresser voraus, die als Ökosystemingenieure eine Schlüsselrolle spielten. Infaunal bedeutet die Gesamtheit der Tiere, die im Sediment von Gewässern leben. Mit ihrer Ausbreitung nahmen Tiefe und Intensität der Bioturbation stark zu. Die dadurch veränderten Sedimentbedingungen und die Anreicherung organischer Substanz durch Biodeposition förderten wiederum die Diversifizierung von im Sediment lebenden Organismen. Solche infaunalen Suspensionsfresser könnten

²⁶ Mángano, MG, Buatois LA (2014). Decoupling of body-plan diversification and ecological structuring during the Ediacaran–Cambrian transition: evolutionary and geobiological feedbacks. *Proc Biol Sci* 281 (1780): 20140038. <https://doi.org/10.1098/rspb.2014.0038>

damit ein zentraler ökologischer Treiber der Diversifizierungsphase im Kambrium gewesen sein – ein klassischer Fall von ökologischem Spillover.²⁷

Das Gesamtbild zeigt: Ein großer Teil der kambrischen Explosion verlief schrittweise über etwa 27 Millionen Jahre (ca. 541–514 Ma). Diese graduelle Dynamik spricht klar für evolutionäre Prozesse – zumal wir konkrete ökologische Mechanismen benennen können, die die einzelnen Schritte erklären.

Eine Studie von 2018 beschreibt die kambrische Radiation anhand von Körperfossilien als zweiphasigen Prozess.²⁸

Phase 1 (vor ca. 560–513 Mio. Jahren) wurde von Schwämmen, Rippenquallen, Nesseltieren sowie von Stammgruppen der Bilateria dominiert. Innerhalb der Spiralia stellen Stamm-Lophophoraten (z. B. Hyolithen, Tommotiiden) und Stamm-Mollusken (Halkieriiden, Wiwaxiiden, Helcionelloiden) einen Großteil der Vielfalt. Vor 513 Millionen Jahren kam es zu einem Aussterbeereignis, dem sogenannten Sinsk-Aussterben, das viele der Stammgruppen auslöschte und den Kronengruppen die Vorherrschaft ermöglichte. Die Kronengruppe der Brachiopoden, Muscheln und Gastropoden diversifizierte sich in der zweiten Phase, die von vor 513 bis 485 Millionen Jahren dauerte, gefolgt vom Auftreten von Kopffüßern und Bryozoen gegen Ende dieser Periode.

Wenn man all diese Befunde zusammenführt, ergibt sich ein konsistentes Bild: Von den präkambrischen Vorläufern über den gestuften Verlauf bis zu den ökologischen Folgen entspricht die kambrische Explosion genau dem, was evolutionäre Theorie vorhersagt. Zuerst erscheinen Schwämme, Nesseltiere und Stamm-Bilateria, danach folgt die Diversifizierung der Kronengruppen.

Im Rahmen des Intelligent Design ergibt dieses Muster keinen Sinn – und entscheidend ist: Es existiert kein Modell, das diese Abfolge erklärt. Statt testbarer Hypothesen bleibt nur die Strategie, wissenschaftliche Ergebnisse selektiv darzustellen oder zu verzerren und die Widerlegung der Evolution als vermeintlichen Ersatz für eine eigene Erklärung auszugeben. Nochmal: ES EXISTIERT KEIN MODELL!

Vor diesem Hintergrund überrascht das Fazit zu Meyers Buch Darwin's Doubt kaum. Fachkundige Rezensionen kamen bereits bei Erscheinen zu dem Schluss, dass seine Argumentation wissenschaftlich nicht trägt. Die üblichen Gegenreaktionen – Kritiker hätten das Buch missverstanden oder seien voreingenommen – folgen einem bekannten Muster. Aber diese Farce sollte mittlerweile ziemlich durchschaubar sein. Es ist eine leere Geste für gedankenlose Anhänger, die nach irgendeinem Grund suchen, um diese Kritik ohne zu zögern und ohne einen Moment nachzudenken

²⁷ Mángano, MG, Buatois LA (2014). Decoupling of body-plan diversification and ecological structuring during the Ediacaran–Cambrian transition: evolutionary and geobiological feedbacks. *Proc Biol Sci* 281 (1780): 20140038. <https://doi.org/10.1098/rspb.2014.0038>

²⁸ Zhuravlev, AY, Wood, RA (2018). The two phases of the Cambrian Explosion. *Sci Rep* 8, 16656. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-34962-y>

abzutun, und die für solche Urteile die niedrigsten Standards haben, die man sich vorstellen kann.

Meyer kann noch mehr ... lügen

Meyer setzt aber noch einen drauf, den auch jenseits der kambrischen Explosion lügt er über den Fossilbericht:

*But the Cambrian explosion isn't the only such event in the history of life. There are many. A little bit later in the fossil record there is an event called the Great Ordovician Biodiversity Event, or GOBE, where there's a whole slew of new forms of life that come into existence. And then as you go up and down the sedimentary column you find the first winged insects, the first dinosaurs, the first turtles, the first birds, the first marine reptiles, the first flowering plants, the first flowering plants come into the fossil record in an event that's now known as the big bloom, the biological big bloom. And then another striking event occurs in the Eocene period where you get the first mammals, and where there are between 15 and 17 new orders of mammals that come suddenly into the fossil record, again with no discernible connection to similar creatures in the lower strata beneath the Eocene.*²⁹

Lüge Nr. 2: Great Ordovician Biodiversification Event (GOBE)

Jede einzelne dieser Behauptungen ist falsch. Gehen wir sie der Reihe nach durch.

Das Great Ordovician Biodiversification Event (GOBE) war ein evolutionäres Ereignis nach dem Kambrium, bei dem die relativ allgemeine kambrische Fauna durch eine stärker spezialisierte Meeresfauna ersetzt wurde, die den Rest des Paläozoikums prägte.³⁰ Das GOBE verlief in zwei Phasen: eine moderate Zunahme der Vielfalt im frühen Ordovizium, gefolgt von einem starken Diversifizierungsschub im mittleren Ordovizium. Zu den Gruppen, die besonders profitierten, gehören Stromatoporoiden, Korallen, Brachiopoden, Stachelhäuter, Trilobiten, Ostrakoden, Bryozoen und Nautiliden. Insgesamt verdreifachte sich die Artenzahl während dieses Ereignisses.³¹

Für Meyers Argumentation ergeben sich dabei gleich mehrere Probleme. Nach seiner Darstellung werden Tierstämme als höchste taxonomische Einheiten mit jeweils

²⁹ <https://www.youtube.com/watch?v=aXKAMR94-rc>

³⁰ Siehe hierfür einige paläontologische Literatur wie:

- Elicki, O., Breitzkreuz, C. (2023): Die Entwicklung des Systems Erde. Springer-Verlag, zweite Auflage; Kapitel 5: "Paläozoikum II – Ordovizium und Silur"
- Prothero, D. (2021): The Evolving Earth. Oxford University Press Kapitel 10: „The Early Paleozoic: Cambrian–Ordovician 541–444 Ma“
- Prothero, D. & Dott, (2004): Evolution of the Earth, Seventh edition., Kapitel 11: „The Later Ordovician: Further Studies of Plate Tectonics and the Paleogeography of Orogenic Belts“
- Oschmann, W. (2016): Evolution der Erde. Utb; Kapitel 7 „Ordovizium“

³¹ Fan, J et al. (2020). A high-resolution summary of Cambrian to Early Triassic marine invertebrate biodiversity. Science 367, 272–277. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aax4953>

einzigartigen Bauplänen verstanden. Im Ordovizium entstand jedoch kein einziger neuer Tierstamm. Stattdessen beobachten wir die Diversifizierung innerhalb bereits etablierter Stämme. In vielen Fällen lässt sich diese Entwicklung schrittweise nachvollziehen, etwa bei den Trilobiten. Das Muster zeigt also Evolution innerhalb bestehender Baupläne – keine plötzliche Neuschöpfung auf Stammniveau.

Hinzu kommt: Die zweite Phase der kambrischen Explosion – die Radiation der Kronengruppen – setzte sich bis zum Ende des Kambriums fort. Der Übergang zum GOBE ist so fließend, dass einige Studien das späte Kambrium als Teil dieses langfristigen Diversifizierungsprozesses betrachten.³² Eine Arbeit von 2020 definiert das GOBE als etwa 30 Millionen Jahre dauernde Phase von ca. 497 bis 467 Millionen Jahren.

Am Ende des Ordoviziums folgte ein Massensterben, das die Vielfalt reduzierte – doch bereits im frühen Silur setzte erneut eine Diversifizierung ein. Das Gesamtbild ist eindeutig: eine Abfolge kontinuierlicher, natürlicher Diversifizierungs- und Krisenphasen. Keine isolierten Ereignisse, keine abrupten Neuschöpfungen – sondern langfristige evolutionäre Dynamik.

Lüge Nr. 3: Insekten

Als Nächstes behauptet Meyer, die ersten geflügelten Insekten seien ohne Vorfahren aufgetaucht. Was soll das überhaupt bedeuten? Arthropoden existieren seit dem Kambrium, und die Gruppe, zu der Insekten und ihre nächsten sechsbeinigen Verwandten wie Springschwänze gehören, heißt Hexapoda. Molekulare Uhren datieren ihren gemeinsamen Vorfahren ins frühe Ordovizium, während der letzte gemeinsame Vorfahr der eigentlichen Insekten im späten Silur oder frühen Devon lebte.

Das älteste bekannte Insektenfossil sind Mandibeln (*Rhyniognatha*) aus Schottland, etwa 412 Millionen Jahre alt (frühes Devon). Möglicherweise gehörten sie zu einem geflügelten Insekt, doch Flügel sind daran nicht erhalten. Das früheste eindeutige Fossil eines geflügelten Insekts stammt erst aus dem Karbon vor rund 324 Millionen Jahren.³³

Evolutionär ergibt dieses Muster vollkommen Sinn. Insekten sind phylogenetisch innerhalb der (paraphyletischen) Krebstiere eingebettet – einige Krebstiere sind enger mit Hexapoden verwandt als mit anderen Krebstieren. Deshalb ist zu erwarten, dass krebstierartige Fossilien deutlich früher auftreten, etwa Ostrakoden bereits im Ordovizium. Zudem sind Insekten lediglich eine Klasse innerhalb des Stammes Arthropoda. Nach Meyers eigener Logik handelt es sich also um Variationen innerhalb

³² Zhuravlev, AY, Wood, RA (2018). The two phases of the Cambrian Explosion. Sci Rep 8, 16656.

<https://doi.org/10.1038/s41598-018-34962-y>

³³ Engel, M, Grimaldi, D (2004). New light shed on the oldest insect. Nature 427, 627–630.

<https://doi.org/10.1038/nature02291>

eines bestehenden „Arthropoden-Bauplans“ – nicht um das plötzliche Auftreten eines neuen Bauplans. Die Behauptung „ohne Vorgänger“ ist damit gegenstandslos.

Die wichtigste Innovation der Insekten ist natürlich die Flugfähigkeit. Doch auch hier zeigt die Forschung einen klaren evolutionären Weg. Entwicklungsgenetische Analysen belegen, dass an der Flügelbildung beteiligte Gene – etwa vestigial, nubbin und apterous – orthologe Entsprechungen bei Krebstieren haben und im Verlauf der Evolution exaptiert wurden, also neue Funktionen erhielten. Zudem entstanden Insektenflügel nicht durch völlig neue Strukturen, sondern durch die Verschmelzung und Umgestaltung vorhandener Gewebe aus Gliedmaßen- und Körperwandanteilen.³⁴

Die Evolution der Flügel beruhte somit auf der Neukombination, Umfunktionierung und Umlagerung bestehender Gene und Gewebe – nicht auf der plötzlichen Erfindung völlig neuer biologischer Strukturen.

Lüge Nr. 4: Reptilien und Vögel

Ähnlich sieht es bei den ersten Dinosauriern aus. Amnioten – also Tetrapoden, deren Embryonen von einem Amnion umgeben sind – entstanden vor etwa 330 Millionen Jahren im späten Karbon aus reptiliomorphen Vorfahren. Kurz darauf, etwa 312 Millionen Jahre vor heute, spalteten sie sich in die beiden großen Linien Synapsida und Sauropsida.³⁵

Die Synapsiden umfassen Säugetiere und ihre ausgestorbenen Verwandten, während die Sauropsiden die traditionellen „Reptilien“, sowie die Vögel einschließen. Der gemeinsame Vorfahr der Lepidosaurier (Eidechsen, Schlangen) und der Archosaurier (Krokodile, Flugsaurier, Nicht-Vogel-Dinosaurier und Vögel) lebte im späten Perm vor etwa 259 Millionen Jahren, belegt durch Fossilien wie *Protorosaurus*.

Die ersten Dinosaurier erscheinen dann im späten Trias vor etwa 233 Millionen Jahren, etwa *Herrerasaurus*, *Eoraptor* und *Saturnalia*. Auch hier zeigt der Fossilbericht eine schrittweise Entwicklung, nicht plötzliches Auftreten.

³⁴ Siehe:

- Baena-López LA, García-Bellido, A (2003). Genetic requirements of vestigial in the regulation of *Drosophila* wing development. *Development* 130 (1): 197–208. <https://doi.org/10.1242/dev.00187>
- Clark-Hachtel, CM et al. (2013). Insights into insect wing origin provided by functional analysis of vestigial in the red flour beetle, *Tribolium castaneum*, *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 110 (42) 16951–16956 <https://doi.org/10.1073/pnas.1304332110>
- Clark-Hachtel CM, Tomoyasu Y (2016). Exploring the origin of insect wings from an evo-devo perspective. *Curr Opin Insect Sci.* 13:77–85. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27436556/>
- Rincón-Limas, DE et al. (1999). Conservation of the expression and function of apterous orthologs in *Drosophila* and mammals, *PNAS U.S.A.* 96(5): 2165–2170, <https://doi.org/10.1073/pnas.96.5.2165>

³⁵ Siehe zu den Übergangsformen der Amnioten:

- Prothero, D. (2017): *Evolution – What the Fossils say and why it matters*. Second edition. New York: Columbia University Press, Kapitel 11 „Onto the Land and Back to the Sea: The Amniotes“, Kapitel 12: „Dinosaurs Evolve—and Fly“ und Kapitel 13: „Mammalian Explosion“.

Dasselbe gilt für Schildkröten. Ihre einzigartige Körperform ist durch Übergangsfossilien wie *Eunotosaurus*, *Pappochelys*, *Odontochelys* und *Proganochelys* gut dokumentiert.

Der älteste bekannte Vogel ist *Archaeopteryx* aus dem späten Jura – allerdings nicht der älteste gefiederte Dinosaurier. Formen wie *Xiaotingia*, *Anchiornis* und *Aurornis* sind älter und besitzen bereits Federn. Die Flugfähigkeit entstand durch schrittweise Veränderungen: zahlreiche Knochen fusionierten zur Gewichtsreduktion und Stabilisierung, und Flugfedern entwickelten sich durch Exaptation aus ursprünglich isolierenden Federn.³⁶ Schuppen und Federn bestehen zudem aus demselben Protein (Keratin), nur unterschiedlich organisiert; sogar einzelne Mutationen können bei heutigen Hühnern federartige Strukturen an normalerweise beschuppten Stellen erzeugen.

Auch die sogenannten „ersten Meeresreptilien“ der frühen Trias – Ichthyosaurier, Plesiosaurier und Placodontier – erscheinen nicht ohne Vorgeschichte. Für Ichthyosaurier sind frühe, weniger spezialisierte Verwandte wie *Hupehsuchia* und *Cartorhynchus* bekannt. Plesiosaurier haben semi-aquatische Vorläufer wie Nothosaurier und Pachypleurosaurier, und bei den Placodonten dokumentieren Formen wie *Palatodonta* entsprechende Übergänge.

Das Gesamtbild ist durchgehend dasselbe: gut belegte Übergangsreihen und schrittweise Anpassungen – genau das Muster, das evolutionäre Prozesse erwarten lassen.

Lüge Nr. 5: Blütenpflanzen

Die Herkunft der ersten Blütenpflanzen galt lange als problematisch, und tatsächlich gibt es hierzu weiterhin fachliche Diskussionen. Neuere Analysen fossiler Gruppen wie Bennettitales, Pentoxylales und Gigantopteridales haben jedoch dazu beigetragen, die Lücke zwischen molekularen Datierungen und dem Fossilbefund zum Ursprung der Blütenpflanzen zu schließen.³⁷

³⁶ Siehe auch meine Videoreihe zur Entstehung der Vögel:

https://www.youtube.com/playlist?list=PLE4E3dljG1pgrcGyQZCcVi2T_DVwnXly0

³⁷ Zur Phylogenie und Fossilbericht der Blütenpflanzen siehe:

- Benton, M. (2020; Hrsg): Cowens's History of Life. Wiley Blackwell, 6th edition. Kapitel 15: „The Cretaceous Terrestrial Revolution“
- Leebens-Mack, M et al. (2019). One thousand plant transcriptomes and the phylogenomics of green plants. *Nature*. 574 (7780): 679–685. <https://www.nature.com/articles/s41586-019-1693-2>
- Sauquet, H et al. (2022). What is the age of flowering plants?. *Journal of Experimental Botany*. 73 (12): 3840–3853. <https://doi.org/10.1093/jxb/erac130>
- Wang, X (2021). The Currently Earliest Angiosperm Fruit from the Jurassic of North America. *Biosis Biological Systems* 2(4) <https://doi.org/10.37819/biosis.001.04.0160>
- Wang X, et al. (2026). A new early permian fruit, *Dengfengfructus maxima* gen. et sp. nov., supports the pre-cretaceous origin of angiosperms. *BMC Ecol Evol*. 26(1):17. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41620644/>

Zusätzliche Funde haben dieses Bild weiter gestützt: Vor einigen Jahren wurde eine Blütenpflanze aus dem Jura beschrieben, deren Alter gut mit den Vorhersagen übereinstimmt, die sich aus molekularen Evolutionsmodellen ergeben hatten.

Entscheidend ist auch hier das bekannte Muster: Die Evolution der Blüte beruhte nicht auf der Entstehung völlig neuer Strukturen, sondern auf der Modifikation bereits vorhandener Organe. Alle Bestandteile der Blüte – Kelchblätter, Kronblätter, Staubblätter und Fruchtblätter – sind evolutiv umgebildete Blätter.

Lüge Nr. 6: Säugetiere (die peinlichste Lüge)

Ist es nicht spannend, etwas über all die Organismen zu lernen, von denen das Discovery Institute behauptet, dass sie nie existiert haben? Meyer sagte tatsächlich, die ersten Säugetiere seien im Eozän erschienen. Das ist völlig falsch – und ehrlich gesagt lächerlich.

Zur Erinnerung: Säugetiere gehören zu den Synapsiden, deren früheste Vertreter bereits im Karbon auftauchen. Stamm-Synapsiden sind aus dem gesamten Perm und der Trias bekannt, und die ersten Kronengruppensäugetiere erscheinen im Jura. Das Eozän liegt dagegen bei 56–34 Millionen Jahren. Zum Vergleich: Das Kronensäugetier *Frutafossor* wird auf etwa 150 Millionen Jahre datiert.³⁸

Weit, weit daneben, Steve – rund 100 Millionen Jahre „Explosions“-Fehlzündung. Verwandte aller drei heute lebenden Säugetierlinien – Monotremata, Beuteltiere und Plazentatiere – sind lange vor dem Eozän belegt. Das ist ein wirklich peinlicher Patzer.

Natürlich: Meyer ist kein Paläontologe, und Versprecher passieren. Aber wenn jemand sich öffentlich als Fossilien-Experte inszeniert, sollte man wenigstens erwarten dürfen, dass er vor solchen Aussagen minimal recherchiert – statt mit Ansage ins Abseits zu laufen.

Abschluss

Um dieses sehr lange Video abzuschließen: Meyers zentrale Aussagen halten einer Überprüfung nicht stand. Für jede Epoche der Erdgeschichte, die er als problematisch darstellt, existieren Übergangsformen und nachvollziehbare evolutive Abfolgen. Gleichzeitig liefert er keinerlei belastbare Begründung dafür, warum Intelligent Design ein besseres Erklärungsmodell sein sollte – oder überhaupt ein wissenschaftliches Modell darstellt.

-
- Zuntini, AR. et al. (2024). Phylogenomics and the rise of the angiosperms. *Nature*. 629 (8013): 843–850. <https://www.nature.com/articles/s41586-024-07324-0>

³⁸ Luo, Z-X.; Wible, JR (2005). A Late Jurassic Digging Mammal and Early Mammalian Diversification. *Science* 308 (5718): 103–107. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1108875>

Am Ende bleibt nichts als das bekannte Muster: Daten ignorieren, wissenschaftliche Ergebnisse verzerren und als Ersatz für eine Erklärung die implizite Behauptung „Ein Designer hat es gemacht“. Das ist keine Alternative zur Evolution und kein wissenschaftlicher Ansatz.

Diese Darstellung ist zudem respektlos gegenüber der wissenschaftlichen Arbeit hinter dem Fossilbericht – gegenüber den Forschern, die über Jahrzehnte hinweg Fossilien entdeckt, präpariert, analysiert und systematisch eingeordnet haben. Wer die vorhandene Evidenz pauschal leugnet oder verzerrt, diskreditiert nicht nur die Forschung, sondern auch das Wissen, das für jeden zugänglich ist.

Kurz gesagt: Meyers Argumentation verdient keine wissenschaftliche Anerkennung – sondern nichts anderes als Verachtung und Spott.