

warten, und zwar in den bekannten, aus den Formeln abzuleitenden numerischen Verhältnissen.

Nilsson hat hierüber sehr anziehende graphische Darstellungen gegeben. Alle diese Kombinationen entstehen aber tatsächlich nicht, und, da die meisten unter ihnen viel zahlreicher sein müßten als die abgespaltenen konstanten Bastarde, so könnten sie der Beobachtung wohl nicht entgehen. Auch hat Nilsson kein einziges Beispiel anführen können.

Er sucht sich zu retten mit der Annahme, daß alles, was nach der Mendel-Formel entstehen sollte, aber nicht entsteht, einfach nicht existenzfähig wäre. Man könnte dieses mit den Worten von Mephistopheles so ausdrücken, daß man sagte: Alles was nicht entsteht, ist wert, daß es zugrunde geht. Die Annahme ist aber eine rein willkürliche und nur zum Zweck der Erklärung aufgestellt. Sie wird durch nichts gestützt, und es läßt sich nicht einmal erwarten, daß eine einzige Hypothese die Nichtexistenzfähigkeit aller einschlägigen Kombinationen erklären könnte. Übrigens würde sie den beabsichtigten Beweis auch dann nicht bringen, wenn sie richtig wäre. Denn wenn in der tetrahybriden Formel alle Kombinationen bis auf zwei wegfallen sollten, so würde sich das prozentische Verhältnis der beiden anderen weit über 1 % hinaus steigern, und somit würde die gesuchte Erklärung des Mutationskoeffizienten von 1 % doch nicht erreicht werden.

Aus den beschriebenen Versuchen und den daraus abgeleiteten Folgerungen ergibt sich:

1. daß *O. Lamarckiana* mut. *nanella* in Kreuzungen mit *O. sueco-reolens* Desf. der Mendel'schen Spaltungsregel für die Monohybriden folgt,
2. daß das Verhältnis von 0,5—1 %, in welchem sie durch Mutation alljährlich von ihrer Mutterart hervorgebracht wird, somit nicht als eine Mendel-Spaltung aufgefaßt werden kann,
3. daß es auch für andere Mutationen keine stichhaltigen Gründe für eine solche Auffassung gibt.

Die Zeiträume der Phylogenesis.

Von Dr. V. Franz.

Zu großes Vertrauen setzte man in negative Auskünfte der Paläontologie, wenn man einst die rund 30000 m mächtigen archaischen Formationen, den Urgneiß und Urschiefer oder kristallinen Schiefer, als azoisch bezeichnen wollte und annahm, erst seit dem Paläozoikum oder doch nicht seit viel früherer Zeit habe das Leben bestanden und sich von da an, wie die Fossilien beweisen, an Menge und Formenreichtum ständig zunehmend entwickelt. Mit der Zeit wird die

Einsicht, daß das Leben schon lange vor dem Paläozoikum bestanden haben muß, zum wissenschaftlichen Allgemeingut. Klar erkannt hat es Friedrich Ratzel, und zwar wesentlich aus der Betrachtung der vorzeitlichen Lebewesen, ihrer allgemeinen Organisationsart.

„Die Geschichte des Lebens auf der Erde ist uns nur in seinem allerletzten Abschnitt bekannt; wir halten nur das kleine Ende eines sehr langen Fadens in der Hand, der aus ganz nebensächlichen Gründen plötzlich von der Basis der paläozoischen Ablagerungen abgerissen ist“, schrieb Ratzel 1903¹⁾. „Für die Geschichte des Lebens auf der Erde an und für sich bedeutet dieses Abgerissen-sein nichts, unserem Wissen baut es allerdings eine Mauer. Gelingt es aber, über das dahinterliegende Leben Gedanken von irgendwelcher Begründung zu bilden, so würden diese in keiner Weise von dem Dasein dieser Mauer beeinflußt sein. Das sind sie aber lange gewesen und sind sie zum Teil noch heute, denn man gewöhnt sich schwer, den zufälligen, unbedeutenden Charakter dieses Abschnittes zu erkennen. Man möchte so viel Unterschiede wie möglich zwischen jetzt und damals finden, die Ein- und Gleichförmigkeit des wirklichen Lebensverlaufes entspricht aber nicht den Vorstellungen, die wir davon mitbringen.“

Und weiterhin: „Der Reichtum kalk- und kieselschaliger Organismen in den kambrischen Ablagerungen und die Häufigkeit solcher Ausscheidungen in den niedersten Gruppen des Tier- und Pflanzenreiches von den Protozoen und Algen aufwärts läßt die Ansicht, daß die präkambrischen Formen alle weich, vergleichbar etwa den Larven lebender Echinodermen o. dgl., gewesen sein möchten und deshalb spurlos verschwunden seien, als ganz unglücklich erscheinen. Nichts rechtfertigt sie als der Wunsch nach einer Erklärung. Die Tatsachen des Lebens deuten zum Teil klar auf den umgekehrten Gang: bei Korallen, Cephalopoden, Schnecken sehen wir die schalenlosen Formen aus schalen- oder gehäusetragenden sich entwickeln, den Kalkreichtum abnehmen. Die Cölenteraten der paläozoischen Schichten sind mit Kalk überladen; je näher wir der Gegenwart kommen, um so dünner werden bei ihnen die Lamellen und die Säulen.“

„Das Aussterben und Neuentstehen von Hunderttausenden von Gattungen und Arten macht nur den Eindruck endloser Variationen über ein ganz beschränktes Thema. Das deutet auf äußere Umstände, die nicht sehr verschieden gewesen sein können von den heutigen, und sollten wir Altersstufen der Erde annehmen, so würden die Lebewesen

1) Fr. Ratzel: Die Zeitforderung in den Entwicklungswissenschaften. II. Ostwald's Annalen der Naturphilosophie Bd. II, 1903, S. 92—95. Auch in Ratzel, „Raum und Zeit in Geographie und Geologie“, Leipzig 1907, S. 169—173.

der Gegenwart und der kambrischen Periode einer und derselben verhältnismäßig jungen zuzuweisen sein. Aus der Zeit, aus der die ersten wohl erhaltenen Reste des Lebens stammen, kennen wir keine einzige fossile Pflanzen- oder Tierform, die nicht auch in der Gegenwart leben könnte, vielleicht an anderer Stelle, aber jedenfalls auf derselben Erde.“

Trotz aller Armut des Kambriums an Fossilien fordert sein Typenreichtum doch schon, „mit Gaudry²⁾ zu reden, ‚un laps de temps immense‘ zwischen dem Auftreten der ersten Lebewesen und dieser ‚Primordialfauna‘“. „Mit anderen Worten hat dasselbe schon Ramsay³⁾ 20 Jahre früher von dem, erdgeschichtlich gesprochen, ganz modernen Charakter der ältesten Fauna gesagt: ‚Im Vergleiche mit dem, was vorhergegangen sein muß, sowohl in der Erde als im Leben, kommen mir alle Erscheinungen dieser alten Zeit (der kambrischen) ganz modern vor, und das Klima des Landes und Meeres muß dasselbe gewesen sein wie heute.‘ So bezeugt denn auch der allgemeine Bau oder, wenn man so sagen kann, der Stil der Lebensformen nichts Anfängliches und verrät kein Tasten oder Irregehen. Ein geistreicher Paläontolog wie Gaudry bekennt, daß er erstaunt gewesen sei über die ‚Eleganz‘ der Geschöpfe des Silurzeitalters.“

Hätte man solche Äußerungen, wie namentlich die letzten, ganz wörtlich zu nehmen, so könnte das heißen, gegenüber der durch die Fossilien belegten Geschichte des Lebens müsse seine Vorgeschichte unordenkbar lang, fast unermesslich oder gar unendlich lang gewesen sein. Eine solche Vorstellung mag in der Tat eine Zeitlang befriedigen. Man fragt sich aber doch wieder einmal nach den zahlenmäßigen Zeitschätzungen, von denen Ratzel wenig hielt. Der Biologe geht beim Geologen und Geophysiker zu Rate, beansprucht aber auch die Würdigung der biologischen Argumente.

Wie wenig klar mitunter die bloße Fragestellung aufgefaßt erscheint, mag ein Beispiel lehren. Svante Arrhenius, der in seinem „Lehrbuch der kosmischen Physik“, Leipzig 1903, Bd. I. S. 288 selber sagt, „man ist allgemein der Ansicht, daß der vor der Silurzeit oder richtiger vor der kambrischen Zeit vergangene Zeitraum, in welchem organisches Leben auf der Erde existierte, bedeutend viel größer ist als der nachher kommende“, teilt dort unter den Berechnungen des „Alters der Erde“ auch eine mit, die mit der Abkühlungshypothese, der Zusammenziehung der Erde und ihrer Oberflächenschrumpfung seit der Silurzeit (!) arbeitet. Nach ihr

2) Essai de Paléontologie philosophique, 1896, S. 47. Erwähnt nach Ratzel.

3) On the comparative Value of certain Geological Ages considered as items of Geological Time. Proceedings R. Society, 1870, S. 334. Erwähnt nach Ratzel.

wären seit der Silurzeit bereits 2000000000 Jahre vergangen, eine Zahl, die in ihrer Größenordnung allerdings mit anderwärts gefundenen Werten für das Alter der Erde übereinstimmt, aber nicht mit solchen für das Alter der Silurzeit. Ich erwähne diese Berechnung zugleich als ein Beispiel für solche, die wir ablehnen möchten, ohne ihnen im einzelnen nachzugehen. einfach deshalb, weil ihr Ergebnis aus dem Rahmen der Mehrzahl und der verhältnismäßig am zuverlässigsten erscheinenden weit herausfällt. Denn, wie wir sehen werden, nach Milliarden von Jahren kann das Alter der Silurzeit noch nicht zählen.

Ist diese Zahl zu hoch, so sind diejenigen von Th. Arldt⁴⁾, die alles sagen würden, was wir wissen wollen, wohl teilweise zu klein. Unter der Annahme, daß die untersten Schichten des Gneiß noch bei 100° Temperatur zur Ablagerung kamen, was ihm jedoch selber eher zu hoch gegriffen erscheint, und daß das Diluvium 500 000 Jahre, die übrigen Formationen je nach der maximalen Mächtigkeit ihrer Schichten entsprechend lange gedauert haben, verlegt Arldt. S. 544 und 553, den Anfang des Känozoikums, also des Tertiärs, um 3000000 Jahre zurück, den des Mesozoikums um 10000000 Jahre, des Perm um 17,5, Karbon 28,75, Devon 45, Silur 61,25, des Kambriums 68,75, Präkambriums oder Algonkiums 85, den des Urschiefers um 105 und des Urgneiß um 180 Millionen Jahre. Diese Zahlen mögen etwa bis zum Präkambrium, also soweit die Geschichte des Lebens reicht, angängig erscheinen, denn so weit stehen sie, wie wir sehen werden, anderweitig gefundenen nicht gar zu fern; darunter hinab aber scheint Arldt mit seiner Formel, je weiter zurück, um so mehr zu kurz zu rechnen, wie er denn auch folgert: erst vor 302,5 Millionen Jahren habe ein Urozean von 550 m mittlerer Tiefe bei einer Erdkrustentemperatur von 364,3° und hohem Atmosphärendruck bestanden, die Erdkruste selber habe sich vor 397,5 Millionen Jahren bei rund 1000° durch Erstarrung gebildet, und Sonnenoberflächentemperatur, 5000—15000°, habe die Erde noch gehabt vor rund einer halben Milliarde von Jahren: das wäre zu einer Zeit, die nach anderen bereits etwa mitten in die Bildung der archaischen Sedimente fallen könnte. Sehr übersichtlich sind die Zeittafeln bei Arldt, S. 400 und 556, in denen er den Lebensanfang in untere Schichten des Gneiß verlegt und damit das Verhältnis der Vorgeschichte zur Geschichte des Lebens rund wie 1 : 1 annimmt; offensichtlich will auch dies nicht gut den ungeheuren, obschon nicht in Zahlen ausgedrückten Zeitforderungen Ratzel's entsprechen. Die Heranbildung einer Orthoceratiden z. B., wie er im Kambrium und wahrscheinlich auch im Algonkium schon da

4) Th. Arldt: „Die Entwicklung der Kontinente und ihrer Lebewelt“, Leipzig 1907.

war, aus dem Unbelebten muß wohl wesentlich längere Zeit gebraucht haben als die Umwandlung seiner Gestalt in die des heutigen Nautilus.

Ein zwar Punkt für Punkt schwankendes, aber in den Grundstrichen sich gleichbleibendes Bild von den Zeiträumen und ihren Verhältnissen erhalten wir aus folgenden Zahlenangaben:

Nach Edgar Dacqué, „Grundlagen und Methoden der Paläontologie“, Jena 1905, S. 278 wird die Länge der Postglazialzeit aus dem Rückschreiten des Niagarafalles von zehn verschiedenen Autoren auf 3500—70000 Jahre berechnet, am wahrscheinlichsten von Spencer auf 39000 Jahre.

Den Beginn des Quartärs, also des Diluviums, berechneten, laut gleicher Quelle, S. 273 und 274, meist aus der Mächtigkeit der Schichten und der jetzigen Abtragungs- oder Sedimentbildungsgeschwindigkeit, vier Autoren, Upham (1893), Wallace (1881), Sollas (1900) und Penck (1908) als 100000—500000 Jahre hinter der Jetztzeit zurückliegend.

Den Beginn des Tertiärs verlegt Penck (1908) um eine Million, Walcott (1893), Dana (1874) und Upham (1893) um 2,9—3,1 Millionen, Wallace (1881) um 4,2 Millionen und Sollas (1900, 1909) um 4,2—6,38 Millionen Jahre hinter heute zurück. Der ungefähre Mittelwert, 3 Millionen Jahre, was Dana fand, würde übrigens derselbe sein, den Blytt mit seiner kosmisch begründeten Zyklentheorie erhielt, nach der jedesmal bei größter Exzentrizität der veränderlichen Erdbahnellipse die größten Strandverschiebungen und sonstigen tellurischen Veränderungen eintreten und ihre Spuren zurücklassen sollen.

Tertiär, Mesozoikum und Paläozoikum sollen sich, laut Dacqué, nach Dana verhalten wie 1 : 3 : 12, nach Walcott wie 2 : 5 : 12 oder 1 : 2,5 : 6; nach Arldt würde sich 1 : 2,3 : 20 ergeben. Walcott berechnete weiterhin ungemein sorgfältig aus Mächtigkeit und jetziger Abtragung der Schichten die ganze postarchaische Zeit, also die, aus welcher allein wir Fossilien haben, als je nach den Voraussetzungen 25—70 Millionen Jahre alt.

Die absoluten Zahlen erhöhen sich, aber die Verhältnisse können dieselben bleiben, wenn man Altersbestimmungen von Mineralien nach ihrem Heliumgehalt und ihrer jährlichen Heliumproduktion zugrunde legt. Damit findet man Werte, die zwar, laut Dacqué, S. 274, nur Minimalwerte sind, aber als solche ziemlich sicher sein dürften. Königsberger⁵⁾ meint, daß sie bis jetzt mit einem Fehler bis zu 50% behaftet seien, was bei den größeren Schwankungen sonstiger erdgeschichtlicher Altersberechnungen nicht viel wäre.

5) Joh. Königsberger: Berechnungen des Erdalters auf physikalischer Grundlage. Geologische Rundschau, Bd. I, 1910.

Nach der von Königsberger in Anlehnung an Strutt gegebenen Tabelle wären bereits posttertiäre Gesteine als bis 1 Million Jahre alt bestimmt worden, ein pliozänes 2 Millionen, ein miozänes 6 Millionen Jahre alt, für ein oligozänes fand Strutt nach Daqué 8,4, für ein eozänes 31. für eins zwischen Oberdevon und Jura nach Königsberger 50, für ein paläozoisches 140 Millionen Jahre.

Diese mineralogischen Altersbestimmungen mögen rund Verfünffachungen der in den geologischen enthaltenen Zahlenwerte sein; wenn wir daher als wahrscheinlich betrachten, wir hätten auch den Wert Walcott's für den Beginn des Paläozoikums, somit des Präkambriums oder Algonkiums, zu verfünffachen, so kämen wir auf 125—350 oder, als Mittelwert, rund 240 Millionen Jahre als das Alter der die ältesten Fossilien führenden Schicht.

Jetzt steigen wir in die Zeiträume hinab, von denen die Paläontologie schweigt.

Das Alter verschiedener archaischer Minerallagerstätten wurde von Strutt nach Königsberger auf dem angedeuteten Wege als 200—600 Millionen Jahre bestimmt. Königsberger hält davon 200 Millionen Jahre für den wahrscheinlicheren Wert. Da ich nach dem Beginn des Urgneiß frage, wird hierfür der Wert 600 Millionen Jahre nicht zu hoch gegriffen sein.

Der Vergleich dieser Zahl mit denen für das Alter des Algonkiums ergibt schon so viel, daß, wenn das Leben im Anfang der Urgneißperiode begonnen hätte, seine Vorgeschichte mindestens ebenso lang wie seine Geschichte gewesen sein müßte, wahrscheinlich einige Male länger.

Aber vermutlich haben schon vor dem Urgneiß Bedingungen bestanden, unter denen Leben möglich war, denn allgemein erblickt man heute im sogen. „Urgneiß“ der Hauptsache nach stark metamorphosierte Sedimente, und daß diese der hypothetischen Erstarrungskruste der Erde auflügen, glaubt wohl heute kaum jemand mehr, beweisen kann es niemand.

Wir müssen daher suchen, noch tiefer in die Zeit hinabzusteigen. Wir fragen uns daher nach Angaben über das Alter der Meere, das doch höher sein muß als das archaischer Gesteine. Nach Arrhenius S. 286—288 und Ratzel S. 120 schätzte Joly aus der Tatsache, daß die Flüsse dem Meer jährlich ein Neunzig-milliontel seines Salzgehaltes zuführen, das Alter der Meere auf wohl nicht mehr als 95 Millionen Jahre; Mellard Reade kam in ähnlicher Weise auf 166 Millionen Jahre, was Arrhenius wegen unberücksichtigter kolossaler auskristallisierter Salzlager, z. B. bei Staßfurt, vervielfältigen möchte. Als Minimalwert für das Alter der Meere betrachtete, laut Ratzel S. 121—125, Mellard Reade die Zahl von 600 Millionen Jahren, die er fand auf Grund des Kalkgehalts der Flüsse, des gelösten und des vermutlich jährlich nieder-

geschlagenen im Ozean und desjenigen der Erdrinde, deren sämtlicher Kalkstein sich ja im Meere gebildet haben muß. Nach Arrhenius fand E. Dubois in ähnlicher Weise wenigstens einige 10 Millionen und möglicherweise mehr als 1 Milliarde von Jahren. Archibald Geikie aus der mit 30000 m wohl gering angenommenen Dicke sämtlicher sedimentären Schichten und ihrer mutmaßlichen Bildungsgeschwindigkeit 87—680 Millionen Jahre. Sederholm auf ähnlichem Wege wiederum 1 Milliarde.

Diese Angaben erscheinen meist etwas niedrig neben den Altersbestimmungen der Mineralien, und so dürfen wir wohl ganz gut das „Alter der Meere“ nach Milliarden von Jahren rechnen. Im übrigen ist dies weniger die Frage, die uns interessiert, sondern gerade davor möchten wir uns hüten, das Alter von Meeren, denen Ströme Sinkstoffe und Salze zuführten wie heute, mit der Existenzzeit von Organismen auf unserer Erde zu identifizieren, wie Arrhenius dies tut. Das Leben kann und wird wohl, selbst als ein Eiweißleben, das aus einem anderen allmählich hervorgegangen sein mag, früher da gewesen sein als Meere in diesem Sinne, und um wieviel früher, dafür gewinnen wir einen sehr unsicheren Anhaltspunkt in dem mutmaßlichen Zeitpunkte der Erstarrung der Erdkruste, den zuerst Lord Kelvin aus der Abkühlungshypothese berechnete.

Lord Kelvin u. a. gewannen für das „Alter der Erde“, also der erstarrten Erdoberfläche, nur 20—680 Millionen Jahre, was schon Ratzel's Kopfschütteln erregte. Königsberger führt physikalische Gründe dafür an, weshalb 30 Millionen Jahre, was G. F. Becker errechnete, viel zu wenig sei. Perry aber, der die Kelvin'sche Rechnung mit anderen, ihm mehr naturgemäß erscheinenden Daten wiederholte, kam nach Arrhenius schon auf 9,6 Milliarden von Jahren, und wenn man nicht von einer gleichmäßigen Anfangstemperatur, sondern von einer nach außen abnehmenden, im Erdzentrum 100000° betragenden Temperatur ausgeht, erhält man mit Eckholm sogar 65 Milliarden Jahre.

Jede derartige Rechnung ist und bleibt eine große und gefährliche Extrapolation, denn wir kennen die in ihrem Ansatz enthaltene geothermische Tiefenstufe nur für winzigste Bruchteile des Erdhalbmessers, und wer sagt uns denn sicher, daß die zunehmende Erdwärme in ihr wirklich bloß der Rest der ehemaligen Hitze des flüssigen Erdballes ist? Wenn sie zum Teil auf anderen Quellen beruhte, wofür es viele Hypothesen gibt und genügenden Spielraum für ihre Verwendung, dann sind alle Kelvin'schen und ähnlichen Berechnungen zu knapp; ihre Ergebnisse sind also wiederum Minimalwerte. Darum darf ich einen hohen Wert von den verschiedenen angegebenen zur weiteren Betrachtung verwenden, ohne das Verhältnis zwischen Geschichte und Vorgeschichte des Lebens über Ge-

büßr zugunsten der letzteren zu verschieben, und schließe: das Alter der Erdkruste mag sich auf rund 65 Milliarden Jahre belaufen.

Ein nach Zehnern von Jahrmilliarden zählender Zeitraum steht also zur Verfügung, in welchem sich irgendwo die Uraufänge des Lebens herausgebildet haben und — wenn das etwas anderes ist — Organisches aus Anorganischem entstand. Diese Zahl halbiert, würden immer noch Zehner von Jahrmilliarden als ungefähres Alter des Lebens bleiben, eine Zahl, die das Alter der ältesten Fossilien rund um das Hundertfache übertrifft. Übrigens erhält man dasselbe Verhältnis, wenn man in unseren ganzen Betrachtungen niedrige möglich erscheinende Werte annimmt. Der Übersichtlichkeit halber stelle ich in folgender Tabelle die etwa in Betracht kommenden niedrigeren und die wahrscheinlicheren höheren Werte nebeneinander.

Beginn von	Niedrig gerechnet	Hoch gerechnet
Postglazialzeit . .	10 000	70 000 Jahre
Diluvium	300 000	500 000 „
Känozoikum . . .	3 000 000	15 000 000 „
Mesozoikum . . .	7 500 000	37 500 000 „
Paläozoikum . .	48 000 000	240 000 000 „
Archaikum	200 000 000	600 000 000 „
Meere	1 000 000 000	5 000 000 000 „
Leben	4 800 000 000	30 000 000 000 „
Erdkruste	9 600 000 000	65 000 000 000 „

Unser Ergebnis ist also: Die Vorgeschichte des Lebens mag rund 100mal so lang gewesen sein als die Geschichte des Lebens, von der die Fossilien reden.

Das ist wohl kein übertriebenes Ergebnis, es ist weit entfernt von „unendlichen“ Zeitforderungen und scheint gerade genügend, um es zu erklären, daß das Kambrium und, nach den spärlich überlieferten Resten, auch wohl das Algonkium schon Algen, Protozoen, Cölenteraten, Würmer, Echinodermen, Mollusken und Crustaceen birgt, scharf getrennt und reich gegliedert fast wie heute.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1917

Band/Volume: [37](#)

Autor(en)/Author(s): Franz Viktor

Artikel/Article: [Die Zeiträume der Phylogenesis. 148-155](#)