

Johannes Sander

# Ursprung und Entwicklung des Lebens

Eine Einführung  
in die Paläobiologie



SACHBUCH



Springer

# Ursprung und Entwicklung des Lebens

Johannes Sander

# Ursprung und Entwicklung des Lebens

Eine Einführung in die  
Paläobiologie



Springer

Johannes Sander  
Halver, Deutschland

ISBN 978-3-662-60569-1      ISBN 978-3-662-60570-7 (eBook)  
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-60570-7>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2020

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Einbandabbildung: © Crystal light/[stock.adobe.com](http://stock.adobe.com)

Planung/Lektorat: Stephanie Preuß

Springer ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

# Vorwort

Um die Gegenwart zu verstehen ist es oft hilfreich, die Vergangenheit zu kennen. Dies gilt nicht nur für die menschliche Gesellschaft, sondern auch für das Leben auf der Erde. Innerhalb von rund vier Milliarden Jahren hat sich auf unserem Planeten eine Fülle an Leben herausgebildet. Allein schon, dass überhaupt etwas so Komplexes wie Leben entstehen konnte, gleicht schon fast einem Wunder. Bis heute wissen wir nicht mit Sicherheit, wie oft Leben im Universum vorkommt. Vielleicht sind belebte Planeten häufig, vielleicht verdanken wir unser Dasein auch nur einem seltenen Zufall. Fest steht, dass das Leben auf der Erde sehr vielfältige Formen hervorgebracht hat. In den ersten Jahrmilliarden handelte es sich dabei um Einzeller (was der Vielfalt aber keinen Abbruch tut), später kamen auch vielzellige Formen hinzu. Schließlich wurde auch das anfangs nur spärlich besiedelte Land erobert. Als „Krönung des Evolutionsprozesses“ wird häufig der Mensch betrachtet, und es lässt es sich in der Tat nicht

## VI Vorwort

leugnen, dass unsere Spezies Eigenschaften besitzt, die einzigartig sind. Nichtsdestotrotz könnten gerade diese Eigenschaften letztlich dazu führen, dass unsere Art wieder ausstirbt, wie es schon so vielen Arten auf diesem Planeten ergangen ist. Möglicherweise sind wir nur eine Episode in der Geschichte der Erde. Angesichts der Fülle der Arten, die uns vorausgingen, sollte uns dies demütig stimmen.

Dem Text wurde ein Glossar angehängt, um wichtige Begriffe nochmals separat und leicht auffindbar erklären zu können. Im Glossar erwähnte Begriffe sind im Text durch Fettdruck hervorgehoben. Zwei Stammbäume im Anhang sollen die Orientierung in den manchmal komplexen verwandtschaftlichen Beziehungen der Wirbeltiere und Pflanzen erleichtern.

Halver  
im September 2019

Johannes Sander

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Die Vorgeschichte: Sternenstaub</b>	1
1.1	Erste Sonnenstrahlen	4
1.2	Planetensysteme	6
<b>2</b>	<b>Die Entstehung des Lebens</b>	11
2.1	Die Quelle des Stoffwechsels	14
2.2	Der Ursprung der Erbsubstanz	17
2.3	Biomembranen	18
<b>3</b>	<b>Die Erdurzeit</b>	25
3.1	Die ersten Schritte im Archaikum	25
3.2	Das Proterozoikum	29
3.2.1	Zum Kern der Zelle	33
3.2.2	Das Leben entfaltet sich	41
3.2.3	Die Gärten von Ediacara	46
<b>4</b>	<b>Das Erdaltertum</b>	51
4.1	Der kambrische Faunensprung	52
4.2	Schriftsteine und erste Landpflanzen	61

## VIII Inhaltsverzeichnis

4.3	Ein kurzes Intermezzo: Das Silur	66
4.4	Das Devon	70
4.4.1	Ein Lehrstück der Evolution	73
4.4.2	Das Land wird grün ...	74
4.4.3	... und die Fische gehen an Land	83
4.4.4	Zum Schluss eine Katastrophe	87
4.5	Es gibt Kohle	88
4.6	Trockenheit und Salz: Das Perm	95
4.6.1	Die „Lebacher Eier“	99
4.6.2	Die Reptilien entfalten sich	100
4.6.3	Arthropoden	105
4.6.4	Das größte Massenaussterben	107
<b>5</b>	<b>Das Erdmittelalter</b>	<b>111</b>
5.1	Drei Schichten	112
5.1.1	Amphibien, Reptilien und Säugetiere	116
5.1.1.1	Die ersten Dinosaurier	121
5.1.2	Innovationen auch im Meer	125
5.1.3	Das Ende	129
5.2	Der Jura	131
5.2.1	Die Dinosaurier des Jura	134
5.2.2	Konkurrenz im Luftraum	138
5.2.3	Die Entwicklung der Säugetiere	141
5.2.4	Das Leben im Jurameer	144
5.3	Die Klippen von Dover	147
5.3.1	Die Dinosaurier beherrschen die Welt	150
5.3.2	Mehr als Dinosaurier	157
5.3.3	Was blüht denn da?	163
5.3.4	Die Pilze der Kreidezeit	171
5.3.5	Das Ende der Dinosaurier	172
<b>6</b>	<b>Die Erdneuzeit</b>	<b>175</b>
6.1	Das Alttertiär	176



6.1.1	Abkühlung	182
6.2	Das Jungtertiär	187
6.2.1	Unsere frühen Vorfahren	194
6.3	Das Quartär	200
<b>7</b>	<b>Die Entwicklung des Menschen</b>	207
7.1	Die frühen Vertreter der Gattung Homo	207
7.2	Die Zeit des Neandertalers	214
7.3	Der moderne Mensch	222
	<b>Anhang</b>	229
	<b>Glossar</b>	231
	<b>Literatur</b>	239
	<b>Stichwortverzeichnis</b>	265



# 1

## Die Vorgeschichte: Sternenstaub

Ein immerwährendes Neuentstehen, Sichentwickeln und Sterben, nur, damit wieder Neues geboren werden kann: Ein so komplexes System wie das Leben auf der Erde ist keineswegs selbstverständlich. Bestimmte Voraussetzungen, die in der Natur unseres Universums liegen, entziehen sich bisher einer Begründung – etwa die exakten Werte bestimmter physikalischer Grundkonstanten, die überhaupt erst die Bildung von schweren Elementen und ausreichend langlebiger Sternen und Galaxien ermöglicht haben. Doch selbst, wenn man davon einmal absieht, ist es keineswegs sicher, dass auf einem Planeten oder Mond Leben entsteht. Die meisten Planeten und Monde unseres Sonnensystems sind wahrscheinlich unbelebt. Sicher nachgewiesen wurde Leben bisher auf keinem anderen Himmelskörper. Vermutlich hat auch der Zufall dazu beigetragen: Unser Planet hat die richtige Entfernung von der Sonne, dass flüssiges Wasser existieren kann. Und er hat die richtige Größe: Er ist weder ein Gasriese, noch zu