

**Spektrum**  
der Wissenschaft

**KOMPAKT**



# EVOLUTION

Leben im Wandel

## **Evolutionstheorie**

Missverständnisse  
um Darwin

## **Artbildung**

Evolution  
im Zeitraffer

## **Meinung**

Brauchen wir eine neue  
Evolutionstheorie?



Antje Findekle  
E-Mail: [findekle@spektrum.de](mailto:findekle@spektrum.de)

*Liebe Leserin, lieber Leser,*  
Charles Darwin hat unser Weltbild entscheidend verändert: Dass die Lebewelt auf unserem Planeten kein fertiges Inventar ist, sondern sich beständig wandelt – mal schnell, mal langsam –, war zu seiner Zeit revolutionär und wird auch heute noch von manchen abgestritten. Doch Darwins Ideen, auch wenn teilweise falsch wiedergegeben oder gar missbraucht, und die Weiterentwicklung der Evolutionstheorie gehören heute zum wissenschaftlichen Standard.

In unserem Kompakt stellen wir Ihnen vor, was Darwin wirklich gesagt hat, ob wir eine neue Evolutionstheorie brauchen – und so manche kuriose Entwicklung im Lauf der Jahrmillionen.

Eine aufschlussreiche Lektüre wünscht

**CHEFREDAKTEURE:** Prof. Dr. Carsten Könneker (v.i.S.d.P.), Dr. Uwe Reichert  
**REDAKTIONSLEITER:** Christiane Gelitz, Dr. Hartwig Hanser, Dr. Daniel Lingenhöhl  
**ART DIRECTOR DIGITAL:** Marc Grove  
**LAYOUT:** Oliver Gabriel  
**SCHLUSSREDAKTION:** Christina Meyberg (Ltg.), Sigrid Spies, Katharina Werle  
**BILDREDAKTION:** Alice Krüßmann (Ltg.), Anke Lingg, Gabriela Rabe  
**PRODUKTMANAGERIN DIGITAL:** Antje Findekle  
**VERLAG:** Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Tiergartenstr. 15–17, 69121 Heidelberg, Tel. 06221 9126-600, Fax 06221 9126-751; Amtsgericht Mannheim, HRB 338114, UStd-Id-Nr. DE147514638  
**GESCHÄFTSLEITUNG:** Markus Bossle, Thomas Bleck  
**MARKETING UND VERTRIEB:** Annette Baumbusch (Ltg.)  
**LESER- UND BESTELLSERVICE:** Helga Emmerich, Sabine Häusser, Ute Park, Tel. 06221 9126-743, E-Mail: [service@spektrum.de](mailto:service@spektrum.de)

Die Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH ist Kooperationspartner der Nationales Institut für Wissenschaftskommunikation gGmbH (NaWik).

**BEZUGSPREIS:** Einzelausgabe € 4,99 inkl. Umsatzsteuer  
**ANZEIGEN:** Wenn Sie an Anzeigen in unseren Digitalpublikationen interessiert sind, schreiben Sie bitte eine E-Mail an [anzeigen@spektrum.de](mailto:anzeigen@spektrum.de).

Sämtliche Nutzungsrechte an dem vorliegenden Werk liegen bei der Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH. Jegliche Nutzung des Werks, insbesondere die Vervielfältigung, Verbreitung, öffentliche Wiedergabe oder öffentliche Zugänglichmachung, ist ohne die vorherige schriftliche Einwilligung des Verlags unzulässig. Jegliche unautorisierte Nutzung des Werks berechtigt den Verlag zum Schadensersatz gegen den oder die jeweiligen Nutzer. Bei jeder autorisierten (oder gesetzlich gestatteten) Nutzung des Werks ist die folgende Quellenangabe an branchenüblicher Stelle vorzunehmen: © 2016 (Autor), Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Heidelberg. Jegliche Nutzung ohne die Quellenangabe in der vorstehenden Form berechtigt die Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH zum Schadensersatz gegen den oder die jeweiligen Nutzer. Bildnachweise: Wir haben uns bemüht, sämtliche Rechteinhaber von Abbildungen zu ermitteln. Sollte dem Verlag gegenüber der Nachweis der Rechtsinhaberschaft geführt werden, wird das branchenübliche Honorar nachträglich gezahlt. Für unaufgefordert eingesandte Manuskripte und Bücher übernimmt die Redaktion keine Haftung; sie behält sich vor, Leserbriefe zu kürzen.

FOLGEN SIE UNS:



04

EVOLUTIONSTHEORIE

## Missverständnisse um Darwin

Was hat Darwin wirklich gesagt?

ISTOCK / DUNCAN1890

20

BAKTERIENEVOLUTION

## Wie das Einhorn zu seinem Horn kam

Ein Langzeitexperiment bietet lehrreiche Einblicke in die Entwicklungsgeschichte

FOTOLIA / SCIENCE PHOTO

26

ENTWICKLUNG DER CHORDA

## Das Rückgrat ist älter als gedacht

Das Rückgrat könnte schon weit früher als gedacht aufgetaucht sein – in Form eines Muskels

ANKE FISCHER / EMBL HEIDELBERG

33

ARTBILDUNG

## Evolution im Zeitraffer

Bei manchen Buntbarschen entstehen in Rekordgeschwindigkeit neue Arten

FOTOLIA / DANIELNIMMERVOLL

49

EVOLUTION DES MENSCHEN

## Warum allein der Mensch ein Kinn hat

Allein der Mensch ist im Besitz dieses eigenartigen Schädelteils

ISTOCK / ANGEL HERRERO DE FRUTOS

51

MENSCH VS. SCHIMPANSE

## Wer hat die modernere Hand?

Die menschliche Hand scheint einen ursprünglicheren Zustand zu konservieren

FOTOLIA / KLETR

53

MEINUNG

## Brauchen wir eine neue Evolutionstheorie?

Forscher streiten über die Aktualität der Evolutionstheorie

JOHN GOULD, AUS: THE VOYAGE OF THE BEAGLE, 1839

64

MEGAFUNA

## 10 gigantische Tiere der Erdgeschichte

Immer wieder brachte die Evolution extrem große Tiere hervor

DANTHEMAN9758 / CC-BY-SA-3.0 (CC BY SA)

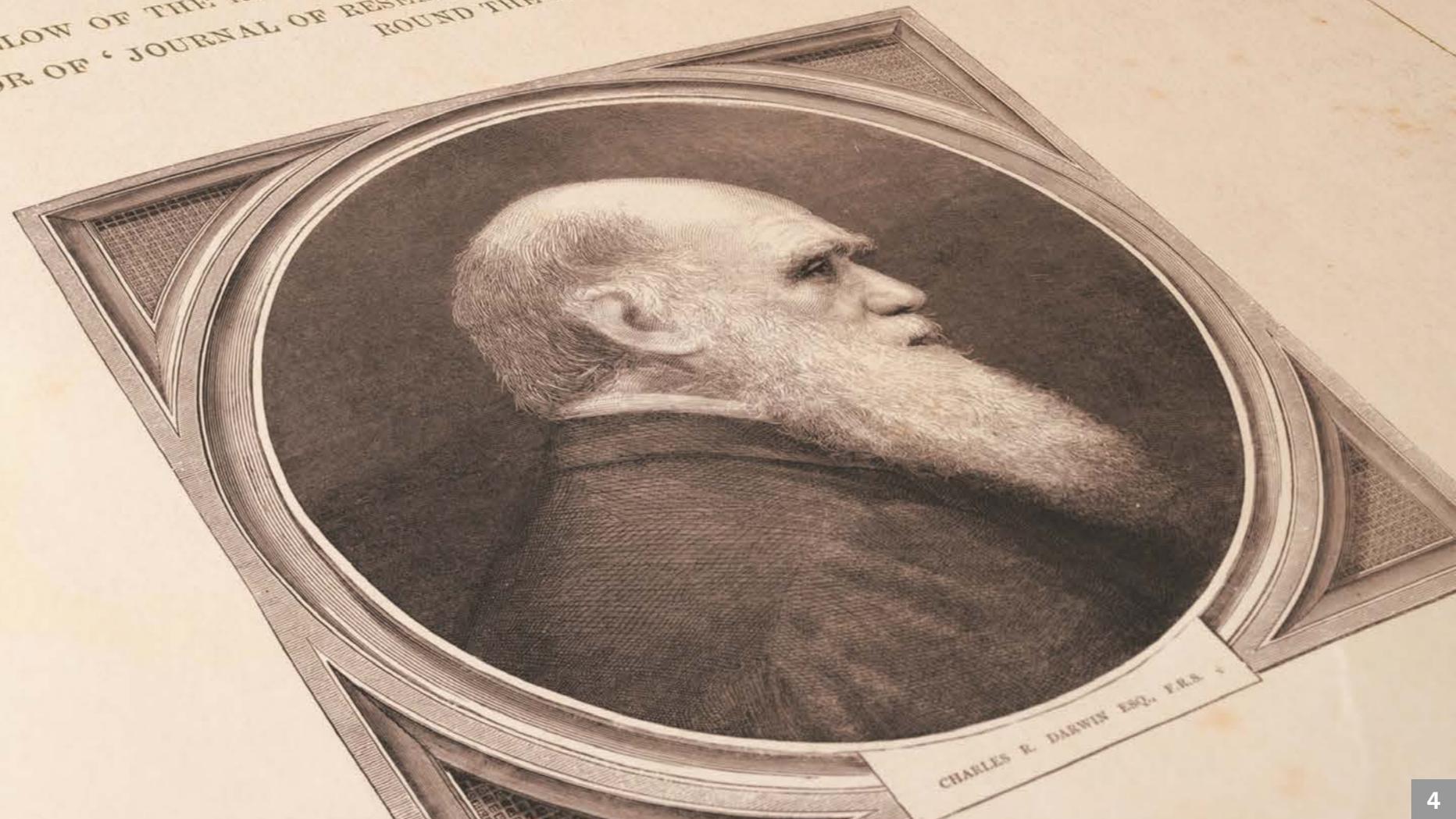
EVOLUTIONSTHEORIE

# Missverständnisse um Darwin

von Christoph Marty

Darwins Buch zur Entstehung der Arten, in dem er seine Evolutionstheorie darlegt, gilt als das bedeutendste naturwissenschaftliche Werk der Neuzeit. Einige seiner Thesen sind noch heute umstritten, und manche werden außerhalb der Wissenschaft oft falsch verstanden. Was aber hat Darwin wirklich gesagt?

FELLOW OF THE ROYAL  
AUTHOR OF 'JOURNAL OF RESEARCHES  
ROUND THE WORLD'



**U**m den Meinungskrieg, den Charles Darwins 1859 erschienenenes Hauptwerk »On the Origin of Species« auslöste, ranken sich Legenden. Dieser Streit zwischen Evolutionsbefürwortern und -gegnern wurde längst zu Gunsten der Evolutionstheorie entschieden. Trotzdem gibt das berühmte Buch aus verschiedenen Gründen auch Anlass zu Kritik: Der Text liest sich mühsam, schon wegen der umständlichen Sprache; einzelne Ausführungen widersprechen einander; zudem erscheint das Werk lückenhaft – der Autor klammerte einige Fragen aus, die der Buchtitel impliziert; und manche Passagen wirken seltsam unpräzise. Ferner könnte man Darwins Argumentation mangelnde Konsequenz vorwerfen.

Und doch markierte das Erscheinen von »Über die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl oder die Erhaltung der begünstigten Rassen im Kampf ums Dasein« (im Folgenden kurz die »Origin« genannt) vor 150 Jahren einen Meilenstein in der Geschichte der Naturwissenschaften. Darwin bediente sich zur Erklärung der Lebensvielfalt nicht mehr biblischer Mythen, sondern argumentierte rational. Er ersetz-

te ein längst überkommenes theistisches Weltbild durch ein naturalistisches.

Wohl kaum ein anderes wissenschaftliches Buch dürfte deshalb jemals ein so großes Echo gefunden, zugleich jedoch Zeitgenossen und nachfolgende Generationen so tief gespalten haben. Keines wurde aber auch so oft falsch interpretiert, kein anderer Verfasser immer wieder für verschiedenste vermeintliche Grundübel des jeweils herrschenden Zeitgeists, zum Beispiel für Atheismus, verantwortlich gemacht, kein Theoriengebäude als angeblich »wissenschaftliche Grundlage« für Menschen verachtende Ideologien wie etwa den Nationalsozialismus derart ausgiebig missbraucht. »Meine Ansichten sind häufig grob entstellt, mit Bitterkeit angegriffen und lächerlich gemacht worden«, klagte bereits der alte Darwin (1809-1882) in seiner Autobiografie.

Dabei hatte der Naturforscher seine revolutionären Thesen – nach denen die Arten eine gemeinsame Abstammung haben und sich in einem ebenso blinden wie mechanischen Prozess allmählich verändern – schon selbst in seinem Hauptwerk mit zahlreichen Fakten untermauert. Seit Darwin lieferten Hunderte von Studien weite-

## In Kürze

Vor 150 Jahren erschien Charles Darwins grundlegendes Werk »Über die Entstehung der Arten«. Seine Evolutionstheorie besteht aus fünf Einzeltheorien. Viele seiner Grundgedanken haben spätere Forscher weiter ausgebaut. Aber auch neue kamen hinzu. Darwins Beobachtungen und Schlussfolgerungen gelten als die Basis, auf der sich die Biologie begründet.

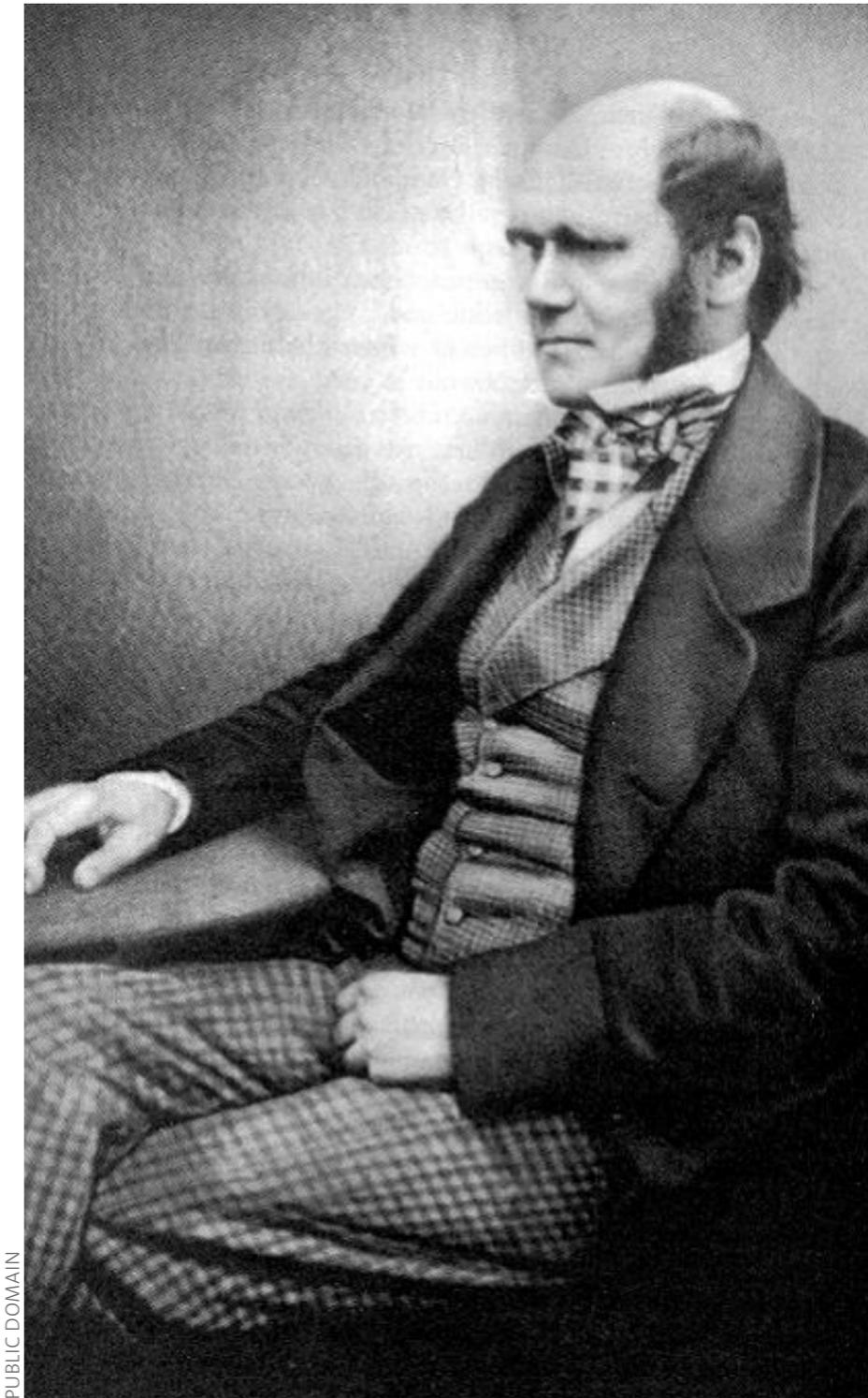
Darwin revolutionierte mit seiner Theorie nicht nur die Wissenschaft, sondern vor allem auch unser Menschenbild. Abgesehen von einigen Außenseiterpositionen wird das von ihm postulierte Geschehen heute allgemein als Tatsache akzeptiert.

re Teile zu dem Riesenpuzzle. So konnten Biologen und Paläontologen etwa anhand von mannigfaltigen Fossilienfunden und anatomischen Vergleichen die evolutionäre Geschichte vieler heutiger Lebewesen und deren verwandtschaftliche Beziehungen überzeugend rekonstruieren. Von anderer Seite belegten später beispielsweise Erbgutvergleiche und vielfältige molekulare Analysen die Stimmigkeit der Deszendenztheorie.

Wissenschaftler akzeptieren die Evolution denn auch längst als Tatsache. Nur eine kleine Fraktion von Ewiggestrigen, Anhänger des Kreationismus oder modern gefasst des »Intelligent Design«, sät mit fragwürdigen Argumenten noch heute Zweifel an der von ihr verhassten evolutionsbiologischen Weltanschauung. Dabei war die wissenschaftliche Glaubwürdigkeit des biblischen Schöpfungsberichts eigentlich schon lange vor Erscheinen der »Origin« kompromittiert: Die damals entdeckten fossilen Faunen wollten einfach nicht zu dem Mythos passen, dass sich die Biota der Erde seit ihrer Schöpfung nicht verändert hatten. Geologische Studien sprachen zudem klar dafür, dass die Erde weitaus älter sein müsse als jene 6000 Jahre, die ihr die

anglikanische Kirche, gestützt auf die Bibel, zugestand. Doch als Darwins Abhandlung erschien, hingen sogar noch manche Naturforscher der biblischen Weltsicht an.

»Bei vielen Lesern stieß das Buch daher zunächst auf wenig Wohlwollen«, kommentiert die Biophilosophin Eve-Marie Engels von der Universität Tübingen. »Viele Missverständnisse sind möglicherweise auch deshalb entstanden, weil es viele Menschen einfach nicht verkraftet haben, dass sich der Mensch aus affenähnlichen Vorfahren entwickelt hat.« Nikolaus Kopernikus (1473-1543) hatte die Menschheit einst aus dem Zentrum des Universums verbannt. Charles Darwin entriss ihr nun auch die Krone der Schöpfung. »Damit brachte Darwin die Biologie auf ein intellektuell höheres Niveau, auf dem sich andere Naturwissenschaften wie die Physik bereits befanden – die nämlich Phänomene der unbelebten Natur nicht durch das Eingreifen Gottes, sondern mit allgemein gültigen Gesetzen erklärten«, urteilt Engels. »Darwins Theorien wirkten aber weitaus provozierender, weil sie unser Verständnis der lebendigen Natur betreffen und damit letzten Endes auch das Selbstverständnis von uns Menschen unmittelbar berühren.«



PUBLIC DOMAIN

**CHARLES DARWIN MIT 51 JAHREN**

**Wie sehr ihn angriff, dass seine Erkenntnisse das Weltbild seiner Zeit umwarfen, sah man ihm damals schon an.**

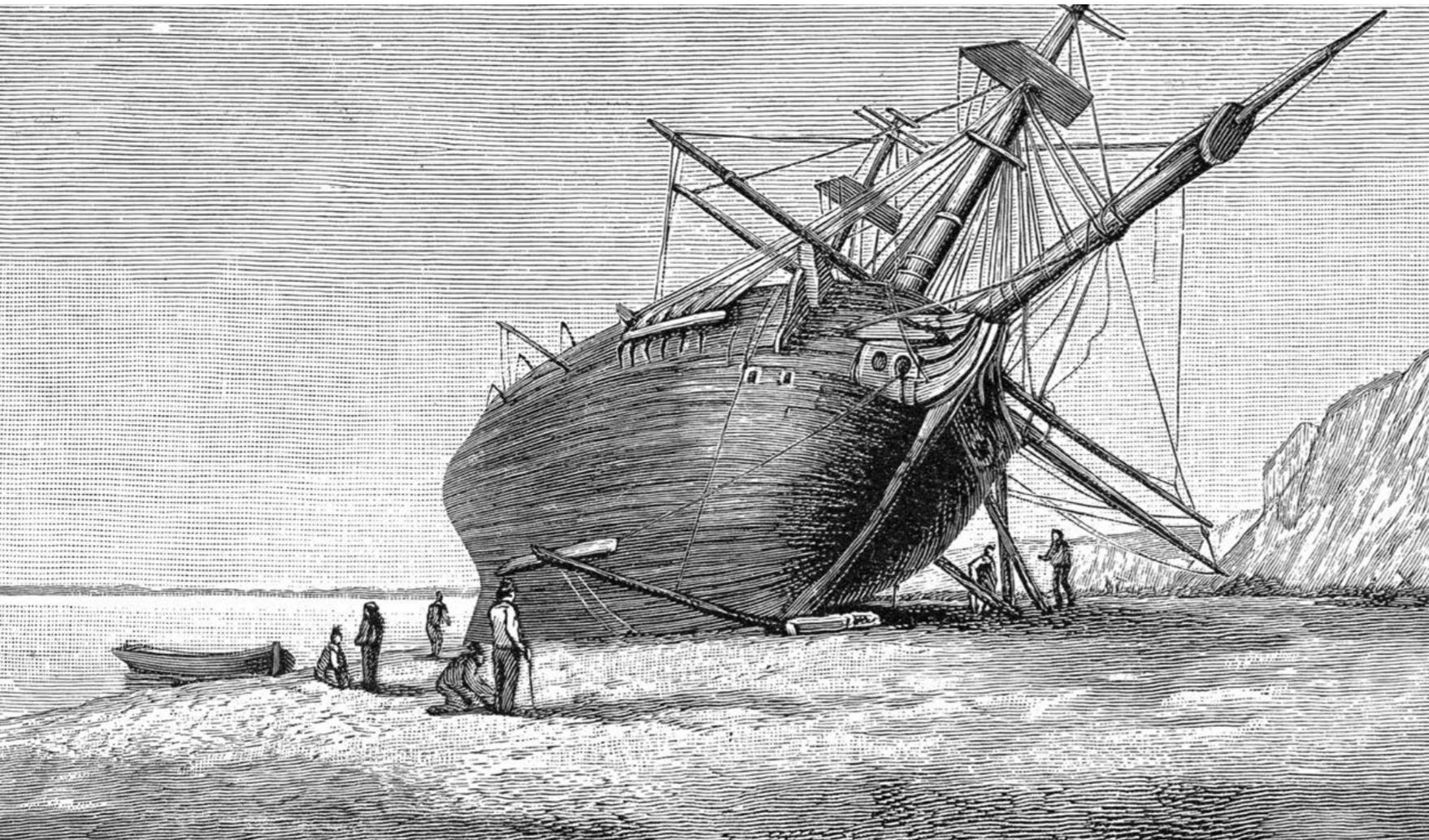
Entsprechend der Bedeutung des Werks waren schon am Erscheinungstag von »Über die Entstehung der Arten«, dem 24. November, alle 1250 Exemplare der Erstauf- lage vergriffen. »Damals wie heute hat sich das Buch zwar gut verkauft, es ist aber lei- der kaum im Detail gelesen worden«, er- klärt der Evolutionsbiologe Ulrich Kutsche- ra von der Universität Kassel. »Ich wage zu behaupten, dass nur wenige Biologen Dar- wins ›Origin‹ Seite für Seite studiert haben,

da sich die wesentlichen Inhalte in einigen Sätzen zusammenfassen lassen.«

Heute erschwert zudem die veraltete Sprache die Lektüre. Dazu meint Kevin Pa- dian, Paläontologe an der University of Ca- lifornia in Berkeley: »Wenn ich gemeinsam mit meinen Studenten die ›Origin‹ lese, liegt deshalb eine alte Ausgabe der ›Encyc- lopedea Britannica‹ immer griffbereit. Vie- le Ausdrücke haben heute eine andere Be- deutung als zu Darwins Zeiten, wie zum

Beispiel das Wort ›Evolution‹, wofür Dar- win meist die Bezeichnung ›Transmuta- tion‹ gebraucht hat.«

Im Darwin-Jahr 2009, in das am 12. Feb- ruar außerdem Charles Darwins 200. Ge- burtstag fällt, ist es deshalb noch immer nötig, sich zu versichern, was der Forscher in seinem Artenbuch eigentlich niederge- schrieben hat – und was nicht. Dieser Arti- kel möchte einige Eindrücke davon vermit- teln, welche Impulse Darwin der Biologie verliehen hat – und auch, welche Fragen er offen ließ beziehungsweise offen lassen musste, etwa weil er die von Gregor Men- del (1822-1884) entdeckten Vererbungsge- setze noch nicht kannte. Inspiriert von sei- nen umfangreichen Beobachtungen auf der fast fünf Jahre dauernden Forschungs- reise mit dem Vermessungsschiff »HMS Beagle«, die ihn von 1831 bis 1836 rund um die Welt führte, entwickelte Darwin in den Jahren nach seiner Rückkehr gleich ein gan-



GRAVUR VON THOMAS LANDSEER, 1838, NACH EINER ZEICHNUNG VON CONRAD MARTENS, 1834. IN: THE NARRATIVE OF THE SURVEYING VOYAGES OF HMS ADVENTURE AND BEAGLE. 1838 / PUBLIC DOMAIN

### HMS BEAGLE

**Das Kriegs- und Vermessungsschiff »HMS Beagle«, auf dem Darwin fast fünf Jahre reiste, hier 1834 zur Überholung auf einem südamerikanischen Strand.**



zes Bündel von Hypothesen, die sich in fünf einander ergänzende Einzeltheorien ordnen und zusammen seine Vorstellungen von den Evolutionsprozessen wiedergeben. Diese Ideen seien im Folgenden angerissen.

### Die Lebewesen verändern sich in langen Zeiträumen

»Während der Reise der ›Beagle‹ hatte die Entdeckung großer fossiler Tiere, die mit einem Panzer, gleich dem der jetzt existierenden Gürteltiere, bedeckt waren, in der Pampasformation Patagoniens einen tiefen Eindruck auf mich gemacht«, erinnert sich Darwin im Alter in seiner Autobiografie. »Zweitens ebenso die Art und Weise, in der beim Hinabgehen nach Süden über den Kontinent Südamerikas nahe verwandte Tiere einander vertreten, und drittens auch der südamerikanische Charakter der meisten Naturerzeugnisse des Galapagos-

#### KAKTUSGRUNDFINKEN

**Die Vogelwelt der Galapagosinseln lieferte Darwin später wichtige Anhaltspunkte für die Mechanismen der Evolution, hier Kaktusgrundfinken.**