

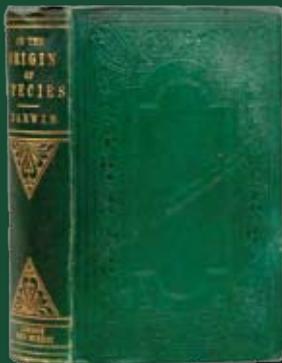
**SERIE: EVOLUTION**

Teil I: Evolution – Gruppe oder Individuum?	SdW 1/2009
Teil II: Missverständnisse um Darwin	SdW 2/2009
Teil III: Der Ameisenforscher. Bert Hölldobler im Porträt	SdW 3/2009
Teil IV: Evolution und Religion	SdW 4/2009

# Missverständnisse um Darwin

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?

🔊 Diesen Artikel können Sie als Audiodatei beziehen; siehe [www.spektrum.de/audio](http://www.spektrum.de/audio). Hören Sie dazu auch unseren Podcast **Spektrum Talk** unter [www.spektrum.de/talk](http://www.spektrum.de/talk)



THE COMPLETE WORK OF CHARLES DARWIN ONLINE  
([DARWIN-ONLINE.ORG.UK](http://DARWIN-ONLINE.ORG.UK)) / UNIVERSITY OF CAMBRIDGE

## Von Christoph Marty

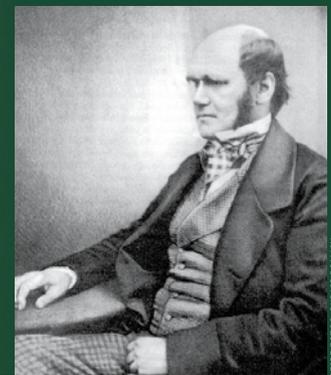
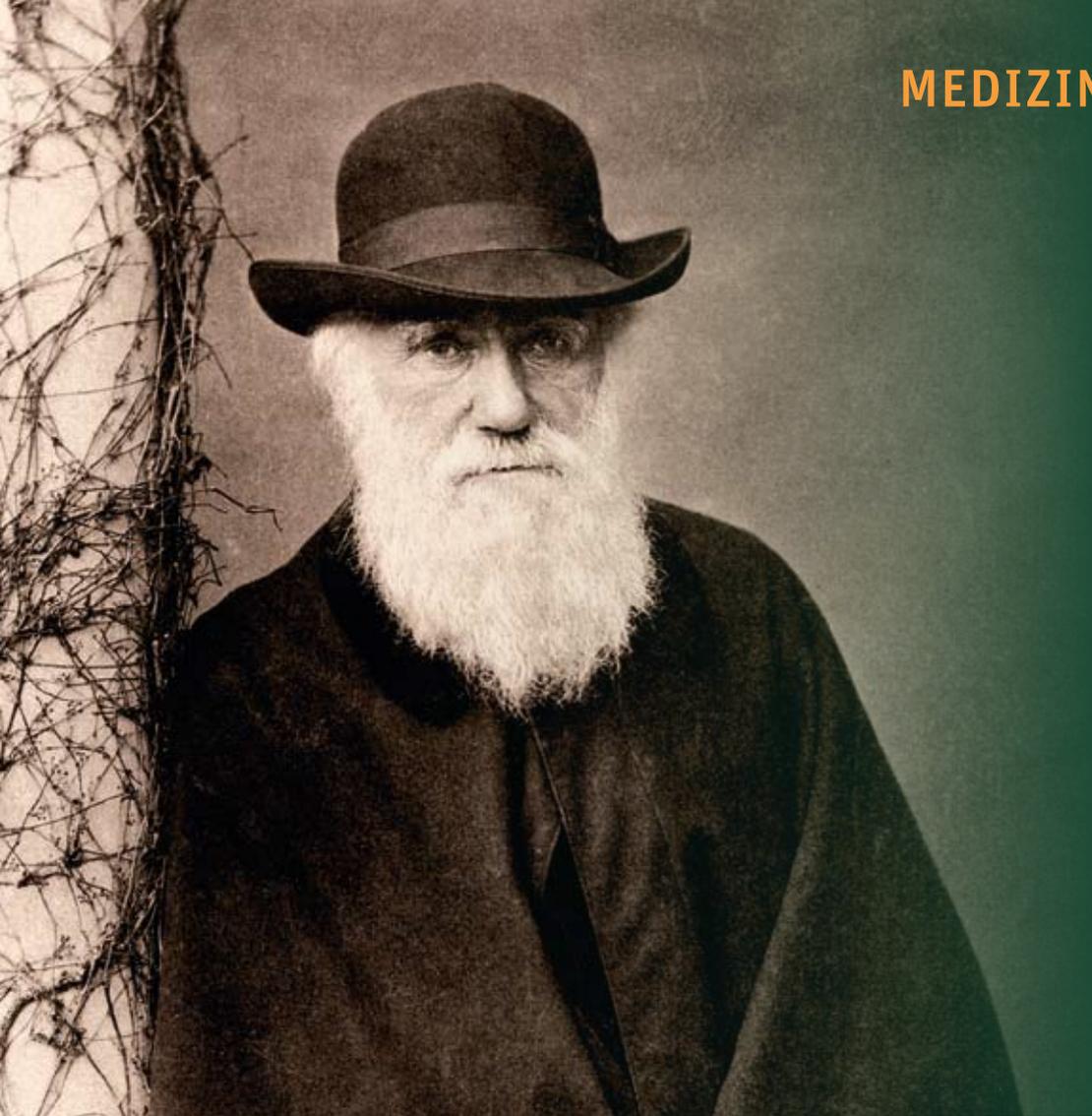
Um den Meinungskrieg, den Charles Darwins 1859 erschienenes Hauptwerk »On the Origin of Species« auslöste, ranken sich Legenden. Dieser Streit zwischen Evolutionsbefürwortern und -gegnern wurde längst zu Gunsten der Evolutionstheorie entschieden. Trotzdem gibt das berühmte Buch aus verschiedenen Gründen 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 be-

diente sich zur Erklärung der Lebensvielfalt nicht mehr biblischer Mythen, sondern argumentierte rational. Er ersetzte 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



BEIDE FOTOS: PUBLIC DOMAIN

Vor 150 Jahren erschien Charles Darwins berühmtestes Buch – die Kurzfassung eines wesentlich umfangreicher geplanten Werks. Wie sehr ihn angriff, dass seine Erkenntnisse das Weltbild seiner Zeit umwarfen, sah man ihm damals schon an (kleines Bild).

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 weitere 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 ent-

deckten 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 Weltansicht 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 unbe-

## 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.

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

lebten 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.«

Entsprechend der Bedeutung des Werks waren schon am Erscheinungstag von »Über die Entstehung der Arten«, dem 24. November, alle 1250 Exemplare der Erstauflage vergriffen. »Damals wie heute hat sich das Buch zwar gut verkauft, es ist aber leider kaum im Detail gelesen worden«, erklärt der Evolutionsbiologe Ulrich Kutschera von der Universität Kassel. »Ich wage zu behaupten, dass nur wenige Biologen Darwins ›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 Padian, Paläontologe an der University of California in Berkeley: »Wenn ich gemeinsam mit meinen Studenten die ›Origin‹ lese, liegt deshalb eine alte Ausgabe der ›Encyclopedia Britannica‹ immer griffbereit. Viele Ausdrücke haben heute eine andere Bedeutung als zu Darwins Zeiten, wie zum Beispiel das Wort ›Evolution‹, wofür Darwin meist die Bezeichnung ›Transmutation‹ gebraucht hat.«

Im Darwin-Jahr 2009, in das am 12. 2. außerdem Charles Darwins 200. Geburtstag fällt, ist es deshalb noch immer nötig, sich zu versichern, was der Forscher in seinem Artenbuch eigentlich niedergeschrieben hat – und was nicht. Dieser Artikel möchte einige Eindrücke davon vermitteln, welche Impulse Darwin der Biologie verliehen hat – und auch, welche Fragen er offen ließ beziehungs-

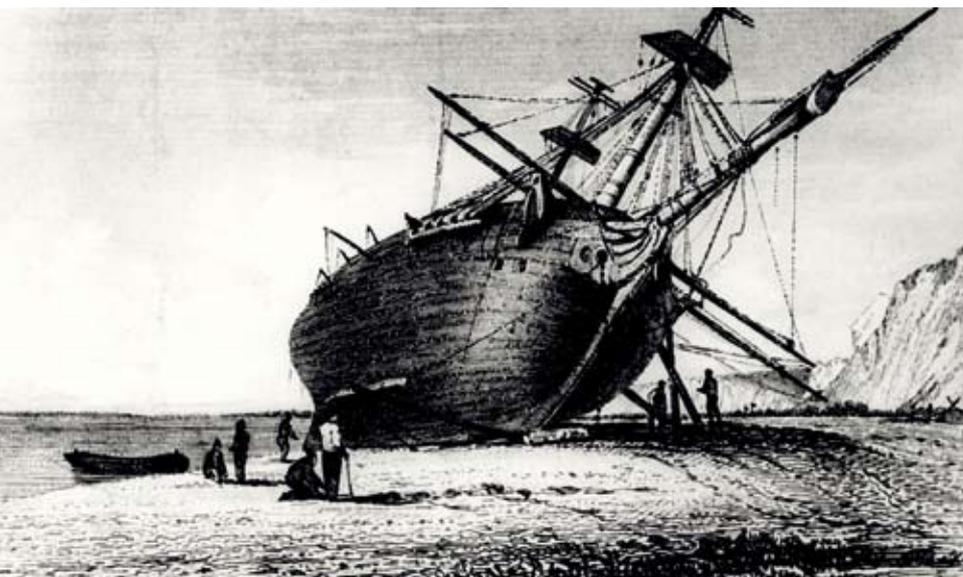
weise offen lassen musste, etwa weil er die von Gregor Mendel (1822–1884) entdeckten Vererbungsgesetze noch nicht kannte. Inspiriert von seinen umfangreichen Beobachtungen auf der fast fünf Jahre dauernden Forschungsreise mit dem Vermessungsschiff »HMS Beagle«, die ihn von 1831 bis 1836 rund um die Welt führte, entwickelte Darwin in den Jahren nach seiner Rückkehr gleich ein ganzes 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 Galapagosarchipels, und ganz besonders die Art und Weise, wie sie auf einer jeden Insel der Inselgruppe unbedeutend verschieden sind.«

Der Bedeutung dieser Entdeckungen wurde sich der Naturforscher allerdings erst nach der Rückkehr in seine Heimat bewusst: Verwirrt von den variierenden Schnabelformen der auf den Galapagosinseln heimischen Vögel, hatte er dem britischen Ornithologen John Gould (1804–1881) eine Anzahl Bälge zur Klassifizierung überlassen. Der Vogelexperte identifizierte außer den später berühmt gewordenen »Darwin-Finken« auch drei neue Spottdrossel-Arten und erkannte deren enge Verwandtschaft mit einer auf dem südamerikanischen Festland heimischen Spezies. Somit, folgerte Darwin, waren die heutigen verschiedenen Organismen nicht wie im Schöpfungsbericht beschrieben vom Allmächtigen erschaffen und gleich bestens an ihre Umwelt angepasst, sondern sie hatten sich im Verlauf der Erdzeitalter immer mehr verändert und sich erst später an ihre jetzigen ökologischen Nischen adaptiert. »In seinem Buch sucht Darwin nach den Mechanismen dieses Artenwandels«, erklärt Engels. »Die Frage nach der Erstsache lässt er dagegen außen vor.«

Missverständnisse schuf schon der Titel von Darwins Artenbuch – zumindest im englischen Original. Darwins Verleger hatte



ANGEBILIN (ZEICHNUNG VON CONRAD MARTENS)

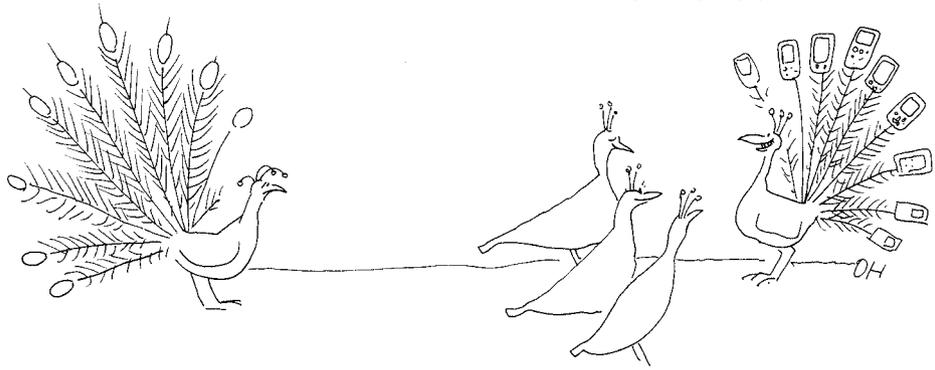
die verkaufsfördernde Formulierung »On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life« durchgesetzt. Das Wort »Origin« kann allerdings mehreres bedeuten, darunter »Entstehung« ebenso wie »Ursprung«. »Viele Menschen sind deshalb noch heute davon überzeugt, dass Darwin über den Ursprung allen Lebens geschrieben hat«, sagt der Wissenschaftshistoriker John van Wyhe von der University of Cambridge. »Tatsächlich aber war Darwin davon überzeugt, dass die Wissenschaft seiner Zeit diese Frage noch gar nicht beantworten konnte.«

Dies hielt Darwin allerdings nicht davon ab, eifrig über den Anfang allen Lebens zu spekulieren: In Briefen vermutete er, dass das Leben auf chemischem Weg »in einem warmen Tümpel unter Reaktion von Ammonium- und Phosphorsalzen« entstanden sei. In »Über die Entstehung der Arten« liest sich das freilich anders: »Es ist wahrlich etwas Erhabenes um die Auffassung, dass der Schöpfer den Keim allen Lebens, das uns umgibt, nur wenigen oder gar einer einzigen Form eingehaucht hat und dass, während sich unsere Erde nach den Gesetzen der Schwerkraft im Kreise bewegt, aus einem so schlichten Anfang eine unendliche Zahl der schönsten und wunderbarsten Formen entstand und noch weiter entsteht.«

Gott – so seine Botschaft im Schlusskapitel – wirke durch seine Gesetze. »Dieses Zugeständnis an die Schöpfungstheorie war ein Kompromiss«, erklärt Kutschera. »Darwin wollte die Kreationisten des 19. Jahrhunderts nicht zu stark provozieren.« Ein Zugeständnis, das allerdings auch Widerspruch hervorrief. Die Biophilosophin Engels meint dazu: »Einigen Zeitgenossen ging Darwins Argumentation nicht weit genug. Sie haben es ihm übel genommen, dass er sich in seinem Artenbuch nicht auch zum Ursprung des Lebens geäußert hat.«

### Die Organismen verändern sich allmählich in vielen kleinen Schritten

Während seiner Reise mit der Beagle wurde Charles Darwin in Chile Zeuge einer riesigen Naturkatastrophe: Eines Morgens – er hatte sich nach einem morgendlichen Spaziergang gerade zur Erholung auf den Boden gelegt – begann die Erde unter ihm für rund zwei Minuten zu beben. Was wirklich geschehen war, erkannte er aber erst, als er wenige Tage später Concepción erreichte. Die Stadt am Fuße der Anden war nahezu vollständig zerstört, überdies hatte sie nach dem verheerenden Beben auch noch ein mehrere Meter hoher Tsunami überrollt. Tausende Menschen



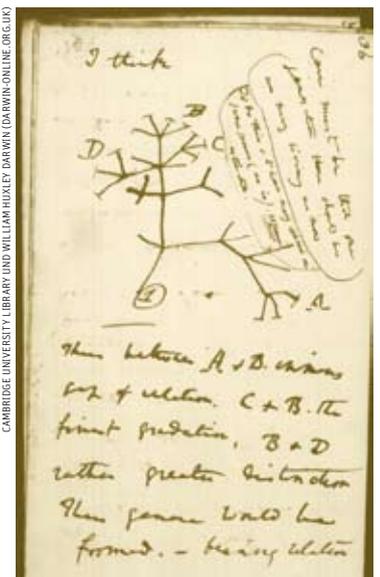
hatten ihr Leben verloren. Darwin versuchte die Ursache der Katastrophe zu ergründen. Der Kapitän der »Beagle« wies ihn auf Muschelbänke auf einer nahe gelegenen Insel hin, die oberhalb der Flutlinie lagen und eben erst zu faulen begonnen hatten. Gleich um mehrere Fuß, schloss Darwin, musste sich das Land aus dem Meer emporgehoben haben. Diese Beobachtung gehörte zu den entscheidenden Eindrücken, die Darwins Denken formten.

Schon in der ersten Zeit seiner Reise hatte er während der langen Phasen auf dem Meer – wann immer es seine Seekrankheit zuließ – die »Principles of Geology« von Charles Lyell (1797–1875) studiert. Darin beschreibt der schottische Geologe eine Welt im permanenten Wandel, angetrieben von gealterischen Kräften wie Erdbeben, Erosion und Vulkanismus, die das Antlitz unseres Planeten über die Jahrtausende geformt haben und noch heute wirken – allerdings nicht kataklysmisch wie in Georges Cuviers (1769–1832) damals vorherrschender Katastrophentheorie beschrieben, sondern in einem graduellen Prozess. Die Landmassen sieht Lyell in zusammenhängender Bewegung: Steigen sie in einem Gebiet empor, müssen sie an anderer Stelle absinken.

Darwin hatte auf seiner Reise schon vorher Indizien gefunden, die Lyells neuartige Ansichten zu stützen schienen. Doch die Katastrophe von Concepción überzeugte ihn: Gebirge wie die Anden, so schloss er daraus, hatten sich nicht in einem einzigen, kolossalen Umbruch aufgefaltet, sondern wuchsen, kaum merklich, im Verlauf von Jahrtausenden, als Ergebnis unzähliger kleiner Hebungen wie jener, deren Zeuge er nun selbst geworden war. »Von Lyell inspiriert begann Darwin, die Welt in einem langsamen Wandel begriffen anzusehen«, urteilt John van Wyhe.

Auch den Wandel und die Entstehung von Arten verstand Darwin als graduellen Prozess, wovon ihn zunächst vor allem seine Beobachtungen auf dem südamerikanischen Kontinent überzeugten. Allerdings erlaubten ihm die lückenhaften Fossilienansammlungen zu seiner Zeit noch nicht, zu erklären, wie neue Or-

Diese Skizze eines Artenstammbaums zeichnete Darwin schon 1837, ein Jahr nach seiner großen Reise, in ein Tagebuch. Darüber schrieb er: »I think« (Ich denke).





THE COMPLETE WORK OF CHARLES DARWIN ONLINE (DARWIN.ONLINE.ORG.UK) / UNIVERSITY OF CAMBRIDGE

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

In Südamerika entdeckte Darwin riesige Skelette von ausgestorbenen Tieren, beispielsweise von Riesenfaultieren. Diese später anhand der Fossilien von Richard Owen (1804–1892) gezeichnete Rekonstruktion (Bild) zeigt die Ähnlichkeit mit heutigen Faultieren.



BRIDGE/MAN BERLIN

gane zu Stande kommen. Er selbst äußert sich dazu in der »Origin« durchaus selbstkritisch: »Wenn man zeigen könnte, dass irgendein komplexes Organ existiert, das nicht durch zahlreiche aufeinander folgende, geringfügige Modifikationen gebildet worden ist, würde meine ganze Theorie zusammenbrechen.« Er vermochte sich zum Beispiel nicht vorzustellen, wie sich etwa das Auge durch natürliche Ausleseprozesse entwickelt haben könnte – ein selbstkritischer Einwand, den noch heute Evolutionskritiker, vor allem Kreationisten, gern zitieren.

Tatsächlich aber konnten Forscher in den vergangenen Jahrzehnten bei ausgewählten Organismengruppen die Evolution von Augen rekonstruieren – etwa am Beispiel der Mollusken oder Weichtiere, zu denen auch die Tintenfische mit ihren großen Linsenaugen gehören. So besitzen die im Meer lebenden Napfschnecken der Gattung *Patella*, die sich von Algen ernähren und sich bei Ebbe oder Gefahr auf steinigem Untergrund festheften, nur Becheraugen zur Unterscheidung von Licht und Schatten, während die räuberischen, ihre Opfer anbohrenden Purpurschnecken der Gattung *Nucella* über komplex aufgebaute Linsenaugen verfügen, mit denen sie ihre Beute gezielt aufspüren. Daneben stießen Forscher auf verschiedenste Zwischenformen dieser beiden Extreme, anhand derer die Evolution des Auges bei den Weichtieren deutlich wird.

**Alle Lebewesen haben einen gemeinsamen Ursprung**

Ein Jahr nach seiner Rückkehr nach England überschrieb Charles Darwin eine Seite in einem seiner geheimen Notizbücher zum Artenwandel mit den Worten: »Ich denke.« Doch seine folgende Erklärung fasste er nicht in Worte, sondern skizzierte sie mit wenigen Federstrichen in einem halbseitigen Diagramm (Bild S. 49). Was er hier zu Papier gebracht hat, erzählt vom Entstehen und Vergehen der Arten: Ausgehend von einem Ursprungspunkt zeichnete er eine Linie, von der mehrmals in ungleichmäßigen Abständen seitlich Striche abzweigen, die sich wiederum verzweigen, die sich wiederum verzweigen. Die Verzweigungen markieren die Auftrennungen von Arten; mit einem Querstrich abgeschlossene Linien stehen für heutige Spezies, lose Enden dagegen für ausgestorbene Arten wie die von ihm in Patagonien entdeckten Riesensäugetiere.

Die kleine Skizze symbolisiert die Metapher von einem Stammbaum des Lebens, die Entwicklung aller Lebewesen ausgehend von einem gemeinsamen Ursprung. »Darwins Konzept von einer gemeinsamen Abstammung hat die Genealogie beflügelt«, urteilt der Paläontologe Kevin Padian. »Das regte eine verstärkte Suche nach den nächsten Verwandten von Lebensformen und nach den gemeinsamen Vorfahren an.« Zudem erklärte die Deszendenztheorie, warum sich die Organismen in Gruppen mit gleichen Bauplänen sortieren lassen.

Eine solche Strichskizze fand später als einzige Abbildung Aufnahme in Darwins Artenbuch. Dieser Stammbaum sei allerdings sehr abstrakt und habe die Fachwelt kaum beeindrucken können. Darauf weist Ulrich Kutschera in seinem Lehrbuch »Evolutionsbiologie« hin. Den ersten anschaulich aus einer Wurzel heraus entspringenden Stammbaum – der eigentlich wie ein sich stark verzweigender Busch aussah (siehe Bild S. 52) – publizierte 1866 der deutsche Zoologe Ernst Haeckel (1834–1919). Bis 1874 wurde daraus bei ihm ein knorriger Baum mit dickem Stamm und vielen verzweigten Ästen. Anders als Haeckel – der den Menschen gleich mit einordnete und ihn zu den Säugetieren an die Spitze der Primaten setzte, womit er den Protest religiöser Kreise provozierte – schloss Darwin den Menschen in seinem »Origin«-Buch zunächst aus. Vermutlich entschied er so aus taktischen Gründen und auch aus Rücksicht auf seine religiöse Frau. Allein ein ebenso vorsichtig wie doppeldeutig formulierter Satz lässt seine wahre Gesinnung erkennen: »Licht wird auch fallen auf den Menschen und seine Geschichte«, heißt es im Schlusskapitel.

Zu den Ursprüngen unserer eigenen Spezies äußerte er sich erst 1871 in seinem Werk »Die Abstammung des Menschen«. In der Einleitung begründet er die Verzögerung: »Viele Jahre hindurch habe ich Notizen über den Ursprung oder die Abstammung des Menschen gesammelt, ohne dass mir etwa der Plan vorgeschwebt hätte, über den Gegenstand einmal zu schreiben, vielmehr mit dem Entschluss, dies nicht zu tun, da ich fürchtete, dass ich dadurch nur die Vorurteile gegen meine Ansichten verstärken würde.« Dennoch polarisierte die »Affenfrage« die britische Gesellschaft von Anfang an. Ende Juni 1860 kam es in der Versammlung der British Association for the Advancement of Science in Oxford zu einer denkwürdigen Konfrontation der beiden gegnerischen Lager. Darwin selbst war wegen seines chronischen Magenleidens nicht anwesend. Es ging heftig zu. Die Rede des Bischofs von Oxford, Samuel

Wilberforce (1805–1873), der selbst Ornithologe war, gipfelte in der Frage, ob Darwins enger Freund, der Zoologe Thomas Henry Huxley (1825–1895), auf Seiten seines Großvaters oder seiner Großmutter vom Affen abstammte, worauf dieser konterte: »Wenn die Frage an mich gerichtet wurde, ob ich lieber einen miserablen Affen zum Großvater haben möchte oder einen durch die Natur hoch begabten Mann von großer Bedeutung und hohem Einfluss, der aber diese Fähigkeiten und diesen Einfluss nur dazu benutzt, um Lächerlichkeit in eine ernste wissenschaftliche Diskussion hineinzutragen, dann würde ich ohne Zögern meine Vorliebe für den Affen bekräftigen.«

### Treibende Kraft der Evolution ist die natürliche Auslese

Mit dem Konzept der Selektion (*natural selection*) fand Darwin eine plausible Erklärung für Evolutionsvorgänge auf der Grundlage von Veränderlichkeit und Bevölkerungsüberschuss. Das Selektionsprinzip wurde damals gleich zweimal erkannt: Charles Darwin und der britische Naturforscher Alfred Russel Wallace (1823–1913) ließen sich vom gleichen Buch inspirieren – dem zuerst 1798 erschienenen Werk »An Essay on the Principle of Population« (»Versuch über das Bevölkerungsgesetz«) des Engländers Thomas Malthus (1766–1834). In seinem düsteren Bericht erörtert der englische Nationalökonom und Sozialphilosoph, weshalb das Wachstum der Bevölkerung die Zunahme der Nahrungsmittelressourcen stets übersteigen müsse, wodurch Übervölkerung und Versorgungsknappheit unvermeidlich würden, sofern nicht Naturkatastrophen oder Kriege die Einwohnerzahl einer Gesellschaft dezimierten.

Unabhängig voneinander übertrugen Darwin und Wallace Malthus' Übervölkerungslogik auf die Natur, wo demnach ein »Kampf ums Dasein« (*struggle for existence*) herrsche. (Darwin verwendete dafür auch den Ausdruck *struggle for life*). »Dieser Begriff ist durch einen bis heute nicht korrigierten Übersetzungsfehler falsch interpretiert worden«, erklärt Kutschera. Der Daseinswettbewerb – so die treffendere Übersetzung – bezieht sich demnach vor allem auf den Fortpflanzungserfolg der einzelnen Individuen im Vergleich zueinander in ein- und derselben Population.

Dass es einen *struggle for existence* geben müsse, vermuteten bereits Philosophen des 18. und frühen 19. Jahrhunderts, darunter Georges Buffon (1707–1788) und Johann Gottfried Herder (1744–1803). Aber für sie herrschte ein Wettbewerb zwischen den Arten, etwa zwischen Wolf und Schaf. Als Darwin

im Jahr 1838 Malthus las, erkannte er, dass der wahre Existenzkampf zwischen den Individuen derselben Art, ja sogar innerhalb derselben Population stattfindet. Einige Individuen sind demnach gegenüber anderen Artgenossen im Vorteil, weil sie über Eigenschaften verfügen, die ihre Überlebenschancen bei gegebenen Umweltbedingungen verbessern. Damit erhöhen sich zugleich auch ihre Chancen auf Nachwuchs, so dass diese vorteilhaften Adaptationen über die Generationen weitervererbt werden können.

In späteren Auflagen der »Origin« umschrieb Darwin diese Zusammenhänge auch mit der Wendung *survival of the fittest* (»Überleben des Tauglichsten«), die er von dem britischen Philosophen Herbert Spencer (1820–1903) übernahm. »Aber schon Darwin war fest davon überzeugt, dass die natürliche Auslese nicht der einzige Evolutionsfaktor sein kann«, merkt Padian an. Mit seiner Theorie der so genannten sexuellen Selektion – wobei in der Regel die Männchen um die Weibchen konkurrieren beziehungsweise die Weibchen zwischen mehreren Männchen wählen – unterbreitete Darwin einen weiteren Mechanismus, den er vor allem in seinem späten Werk »Über die Abstammung des Menschen« ausführlich erörterte. »Die Unterschiede zwischen den Geschlechtern konnten mit der Theorie der sexuellen Zuchtwahl erstmals als Ergebnis eines Wettbewerbs mehrerer Männchen um ein Weibchen erklärt werden und nicht als Ausdruck eines göttlichen Schöpfungsakts«, urteilt Padian.

Heute sind die Forscher davon überzeugt, dass neben der natürlichen und der geschlechtlichen Auslese noch andere Mechanismen die Evolution vorantreiben – so etwa die genetische Drift. Dadurch häuft sich manchmal zufällig eine Genvariante besonders an – vor allem in kleinen Populationen, wo sie stark wirkt. Die Wahrscheinlichkeit dafür ist zwar sehr gering, dennoch gilt die genetische Drift heute als ein wichtiger Evolutionsfaktor. »In kleinen Populationen könnte die genetische Drift deshalb womöglich sogar noch stärker wirken als die Selektionsmechanismen«, erklärt der Evolutionsbiologe Axel Meyer von der Universität Konstanz. Ihre Bedeutung relativ zu anderen Evolutionsprozessen sei aber noch nicht abschließend geklärt.

Einen Kernaspekt in Darwins Selektionstheorie bildet seine Beobachtung, dass gleichartige Lebewesen variieren und dass jedes Individuum einzigartig ist. In der »Origin« widmet er diesem Thema, mit dem er sich auch selbst ausgiebig praktisch an Tauben befasste, gleich die ersten beiden Kapitel. Allerdings entwickelte Darwin nur sehr verschwommene



Seit 1842 lebte und arbeitete Darwin meist sehr zurückgezogen in dem Wohnsitz »Down House«, einem Anwesen bei dem abgestorbenen Weiler Down in Kent, zwei Fahrstunden von London. Von dort pflegte er allerdings eine umfangreiche weltweite Korrespondenz.



3 FOTOS: CHRISTOPH MARYT

Vorstellungen zur Erbllichkeit von Eigenschaften und zur Herkunft von Mutationen. Wie hätte er wohl reagiert, hätte er die Arbeit, die Mendel ihm zugesandt hatte, aufgeschnitten und gelesen? Erst im frühen 20. Jahrhundert entdeckten Forscher diese Erbgelien neu und ergründeten sie tiefer, und erst ein paar Jahrzehnte danach entwarfen Populationsgenetiker Modelle, in denen Genetik und Evolution zusammenstimmen – wohlgernekt auf der Basis von Darwins grundlegenden Ideen. Als Hauptvertreter dieser neuen »Synthetischen Theorie der Evolution« gilt der deutsch-amerikanische Forscher Ernst Mayr (1904–2005).

**Im Lauf der Zeit wächst die Lebensvielfalt**

Mit seinem Buch wagte sich Darwin an das »Geheimnis aller Geheimnisse«: das Auftreten neuer Arten, wie Darwin selbst in der Einleitung schrieb. Er sammelte viele Belege zu lange ausgestorbenen Organismen und zu jungen Spezies. Doch obwohl er die Ansicht vertrat, dass die Artenzahl in der Evolution wächst, hat er sich mit den Ursachen und Mechanismen der Aufspaltung von Arten – einem Kernthema der späteren Evolutionsbiologie – nach Ansicht einiger Wissenschaftshistoriker wenig befasst. Stärker interessierte ihn die Anpassung, die Adaptation von Arten.

»Entgegen dem Buchtitel definierte er den Begriff »Art« allerdings nicht«, betont Kutschera. Offenbar war ihm das nicht vorrangig wichtig, obwohl er durchaus einiges dazu sagte. Darwin schrieb etwa: »Ich betrachte den Ausdruck Spezies als einen arbiträren und der Bequemlichkeit halber auf eine Reihe einander sehr ähnliche Individuen angewende-

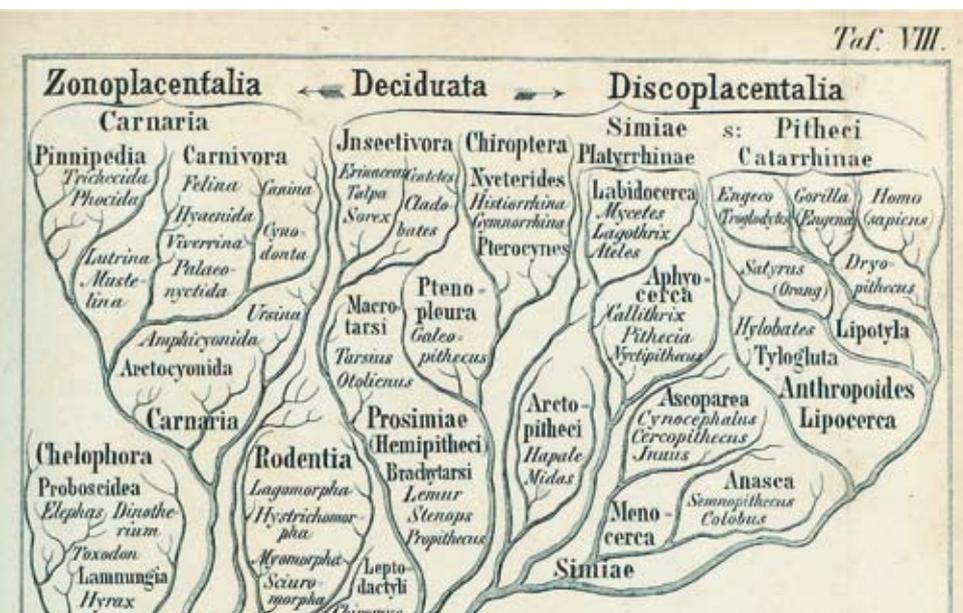
ten, und glaube, dass er vom Ausdruck Varietät nicht wesentlich verschieden ist.« Andere Forscher – allen voran Ernst Mayr, der das so genannte biologische Artkonzept entwickelte – betonten später die Bedeutung der Biospezies in Evolutionsprozessen, weil sie die Fortpflanzungseinheiten darstellen. Eine endgültige Definition, was eine Art sei, steht jedoch noch immer aus.

»Darwin hat nur wenig zum Verständnis der Art beigetragen«, sagt auch Axel Meyer. »Ebenso wenig hat er klare Hypothesen zur Artbildung vorgelegt, seine Ausführungen blieben relativ vage.« Darwins Vermutung, dass Selektionsprozesse nicht nur verbesserte Anpassungen hervorbringen, sondern durch schrittweise Veränderungen auch aus einer Art eine andere machen können, ist heute weit gehend anerkannt. Doch wie, unter welchen Bedingungen oder durch welche Prozesse sich Arten aufspalten können, blieb unklar. Spätere Forscher vertraten den Standpunkt, dass sie zunächst begreifen müssen, was Arten überhaupt sind, wenn sie deren Evolution verstehen wollen. Wesentlich gründlicher als Darwin thematisierten sie als Muster der Artenzunahme die Auftrennung und Abspaltung von Entwicklungslinien.

Als wichtigsten Ursprung für die Artbildung erkannten Ernst Mayr und andere die Isolation von Populationen durch neue geografische Barrieren. (Biologen nennen das allopatrische Speziation – im Gegensatz zur sympatrischen, bei der eine Art aufspaltung ohne geografische Trennung erfolgt, ein noch strittiger Vorgang.) So kann etwa ein frisches Gebirge inmitten des Verbreitungsgebiets eine Spezies teilen – oder eine Teilpopulation findet sich auf einer Insel wieder, wie vermutlich bei vielen Galapagosvögeln geschehen. Genetisch entwickeln sich solchermaßen räumlich getrennte Populationen langsam auseinander – und zwar mit der Zeit so weit, dass sie sich schließlich nicht mehr miteinander paaren, sollten sie jemals wieder in direkten Kontakt treten. Nach Mayrs Artkonzept handelt es sich dann um verschiedene Spezies. »In jüngster Zeit mehren sich allerdings die Anzeichen, dass auch eine sympatrische Speziation häufiger vorkommen könnte als bislang angenommen«, sagt Meyer – also die Veränderlichkeit innerhalb desselben Habitats. Dem fügt der Konstanzler Evolutionsforscher hinzu: »Die Bedeutung der natürlichen Selektion bei der Artbildung gegenüber neutralen Prozessen ist allerdings noch sehr umstritten.«

Ein Phänomen, das die meisten Biologen noch vor Jahrzehnten für absurd gehalten hätten, gilt inzwischen als sicher: Leben, das auf Zellen mit einem Zellkern beruht, fußt auf

Der Jenaer Forscher Ernst Haeckel plaktierte Darwins Thesen und entwickelte sie auf eigene Art weiter. Hier ein Ausschnitt seines Stammbaums von 1866, der den Menschen einschließt



dem Verschmelzen zweier einfacher strukturierter, bakterienartiger Organismen (einer so genannten Symbiogenese). Ähnlich erwarben zellkernhaltige Organismen auch manche ihrer Organellen, zum Beispiel Pflanzenzellen ihre Chloroplasten. Vor allem neue genetische Erkenntnisse versprechen Einblicke in diese großen evolutionären Veränderungen. Schon jetzt haben sie manche Überraschung gebracht.

Warum Charles Darwin allerdings so lange gewartet hat, bis er seine revolutionären Theorien veröffentlichte, gibt bis heute Anlass zur Spekulation. Hatte er seine Theorien womöglich deshalb zurückgehalten, weil er um seinen Ruf als Wissenschaftler fürchtete? »Dafür gibt es keinen Beweis«, meint John van Wyhe. »Vielmehr ist es wahrscheinlich, dass Darwin von seinen anderen Projekten so in Anspruch genommen war, dass er schlichtweg keine Zeit dafür hatte.« Er schrieb seinen Bericht über die Reise mit der »Beagle«, erklärte die Entstehung von Korallenriffen und verfasste nach jahrelanger Sezierarbeit eine mehrbändige Monografie über die skurrile Lebensform der Rankenfußkrebse (zu denen unter anderem Seepocken und Entenmuscheln gehören), die ihm im Jahr 1853 die Königliche Medaille der Royal Society einbrachte. Nachdem am 1. Juli 1858 Auszüge seiner Schriften gemeinsam mit einem Aufsatz Wallaces vor der Linnean Society verlesen worden waren, konnte es ihm aber nicht schnell genug gehen: Unter chronischen Magenkrämpfen und Brechreiz stellte er die »Origin« – gewissermaßen ein Auszug aus seinem geplanten mehrbändigen Werk, das er bereits begonnen hatte – binnen weniger Monate fertig.

»Das Buch ist didaktisch ungeschickt aufgebaut und enthält zahlreiche Widersprüche«, bemerkt Ulrich Kutschera. So schreibt Darwin einmal etwa zur Frage, ob Evolution nach Perfektion strebe: »Da die natürliche Selektion einzig und allein durch und für das Wohl eines jeden Lebewesens arbeitet, werden alle körperlichen und geistigen Anlagen dazu tendieren, sich in Richtung Perfektion zu entwickeln.« An anderer Stelle heißt es dagegen: »Die natürliche Selektion versucht nur, jedes organische Wesen ebenso vollkommen oder noch etwas vollkommener zu machen als die übrigen Bewohner desselben Gebiets, mit denen es in Wettbewerb tritt.«

Was gilt? »Zunächst stellt sich die Frage, wie Perfektion jeweils überhaupt definiert werden soll. Ferner spricht gegen den Trend der Optimierung, dass sich der Selektionsdruck oft mit jeder neuen Generation ändert«, gibt Axel Meyer zu bedenken. »Was heute perfekt ist, kann sich morgen als unvorteilhaft erweisen, etwa weil sich die Umweltbedingungen geändert haben.« Um zu überleben und sich – als



ALEXANDER VAN DEUSEN / FOTOLIA

wichtigstes Zielkriterium – auch fortzupflanzen, müssen Organismen eine Vielzahl an Funktionen erfüllen. Würden jedoch einzelne Eigenschaften perfektioniert, ginge dies möglicherweise auf Kosten anderer Funktionen.

Auch der Mensch ist ja alles andere als perfekt: »Unser Auge ist beispielsweise ein einziger Kompromiss: Kein Ingenieur hätte es so konstruiert, denn seine sensorischen Zellen sind vom Licht abgewandt«, erklärt Meyer. Von Perfektionsstreben als Ausdruck unendlicher Kreativität der Evolution kann also keine Rede sein. Vielmehr muss die Evolution mit dem auskommen, was bereits vorhanden ist, und auf dieser Grundlage eine möglichst optimale Funktionalität erzielen.

Die Lesungen im Sommer 1858 vor der Linnean Society von zwei Darwintexten und anschließend dem Manuskript von Wallace – das Darwin von dem jüngeren Forscherkollegen zur Weiterleitung und Veröffentlichung zugesandt worden war – sollen damals bei den Mitgliedern wenig Beachtung gefunden haben. Am Jahresende notierte die Vereinigung, das Jahr sei »ohne eine jener Entdeckungen vergangen ..., die eine Forschungsdisziplin revolutionieren.«

Angeichts des Aufruhrs, den Darwins Buch »Über die Entstehung der Arten« schon ein Jahr später in weiten Kreisen hervorrief, mag man dies heute kaum glauben. Zwar kommentiert Kutschera: »Da Darwin weder die Gesetze der Vererbung noch das Prinzip der Symbiogenese kannte, hat sein Artenbuch mit unserer heutigen Sicht vom Verlauf der Evolution nur noch wenig gemeinsam.« Dennoch bilden vor allem Darwins Theorien das Fundament, auf dem sich die Biologie als wissenschaftliche Disziplin aufbaute. Axel Meyer betont: »Darwins Einsicht, dass die natürliche Selektion die kreative Hauptkraft der Evolution darstellt, bleibt nach 150 Jahren als wissenschaftlich erwiesen bestehen.« ◀

**Wie viel Aufschluss über die Evolution von Arten die Galapagosinseln liefern, erkannte Darwin erst nach seiner Reise.**



**Christoph Marty** arbeitet als freier Wissenschaftsjournalist in Dortmund.

**Desmond, A., Moore, J.:** Darwin. Rowohlt, Reinbeck 1994.

**Engels, E.:** Charles Darwin. C.H.Beck, München 2007.

**Kutschera, U.:** Evolutionsbiologie. 3. Aufl. Ulmer UTB, Stuttgart 2008.

**Mayr, E.:** Das ist Biologie. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin 2000.

**Neffe, J.:** Darwin. Das Abenteuer des Lebens. C. Bertelsmann, München 2008.

**Sentker, A., Wigger, F. (Hg.):** Vielfalt, Wandel, Menschwerdung. Zeit Wissen Edition. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg 2008.

Weblinks zu diesem Thema finden Sie unter [www.spektrum.de/artikel/977237](http://www.spektrum.de/artikel/977237).

Veranstaltungen im Darwin-Jahr unter: [www.darwin-jahr.de](http://www.darwin-jahr.de)