

Ch. Darwin

LYTHRUM SALICARIA.

Fig. 10.



DARWINS GARTEN – EVOLUTION ENTDECKEN

Ausstellung des Verbands Botanischer Gärten
zum Darwin-Jahr 2009

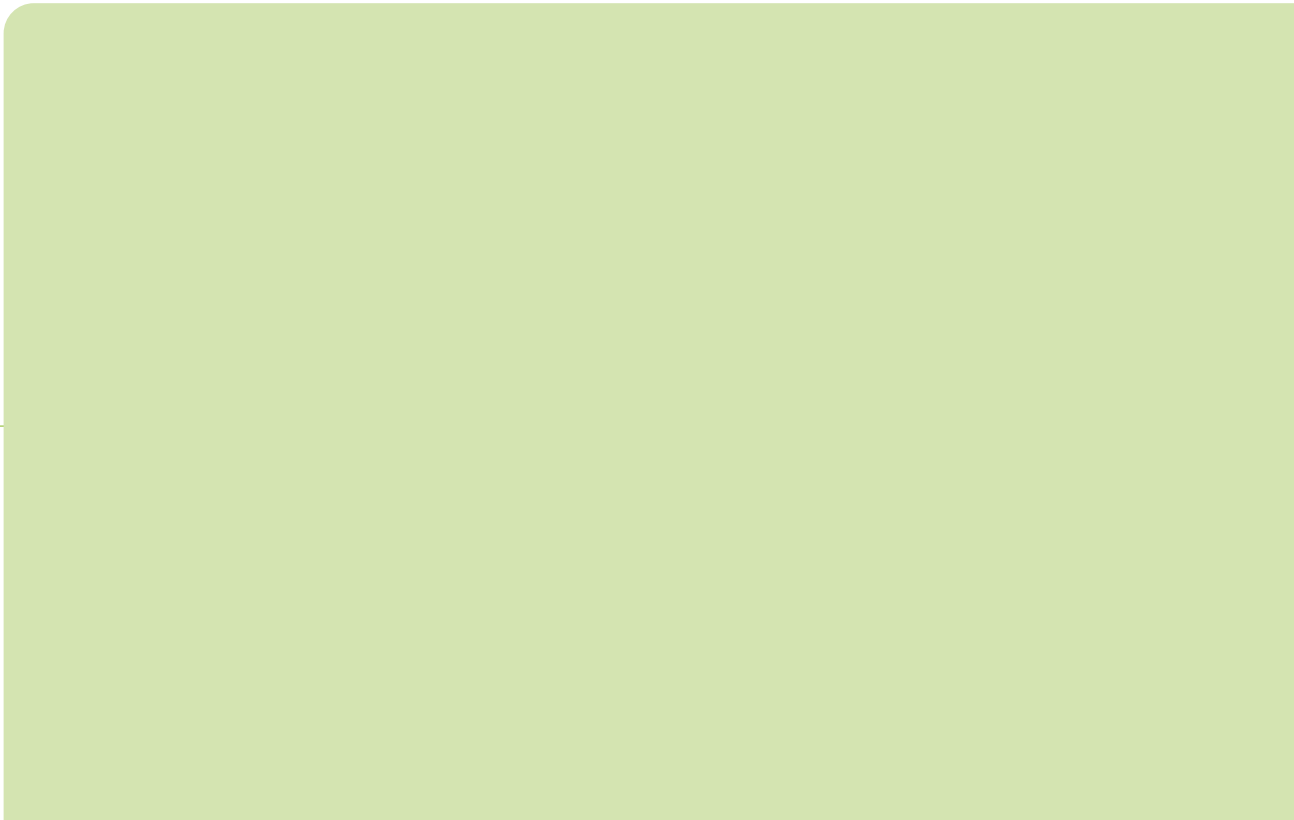


Verband
Botanischer
Gärten



Ch. Darwin

DARWINS GARTEN – EVOLUTION ENTDECKEN



DARWINS GARTEN – EVOLUTION ENTDECKEN

Eine Ausstellung des Verbands Botanischer Gärten zum Darwin-Jahr 2009

Konzipiert von Stefan Schneckenburger und Ralf Omlor

Darmstadt und Mainz | 2009

Ch. Darwin

***There is grandeur** in this view of life, with its several powers, having been originally breathed [by the Creator]* into a few forms or into one; and that, whilst this planet has gone cycling on according to the fixed law of gravity, from so simple a beginning endless forms most beautiful and most wonderful have been, and are being, evolved.*

***Es ist wahrlich** eine großartige Ansicht, dass der Schöpfer* den Keim alles Lebens, das uns umgibt, nur wenigen oder nur einer einzigen Form eingehaucht habe, und dass, während dieser Planet den strengen Gesetzen der Schwerkraft folgend sich im Kreise schwingt, aus so einfachem Anfang sich eine endlose Reihe immer schönerer und vollkommenerer Wesen entwickelt hat und noch fort entwickelt.*

Charles Darwin (1809–1882) | Schlusssatz seines Hauptwerks „Die Entstehung der Arten“ (Original aus der ersten Auflage von 1859, deutsche Fassung aus der ersten Übersetzung von H.G. Bronn, 1860).

* Den „Schöpfer“ sucht man im Original vergeblich. Darwin fügte „by the Creator“ erst in der zweiten Auflage von 1860 ein.



INHALT

Geleitworte

Prof. Dr. Annette Schavan, MdB
Bundesministerin für Bildung
und Forschung

8

Prof. Dr. Thomas Speck
Präsident des Verbands Botanischer
Gärten e.V.

10

Ausstellung

Darwins botanische Forschung bietet
einen spannenden Zugang zu seiner
Evolutionstheorie

12

Darwin ist der Begründer der modernen
Evolutionstheorie

14

Evolution ist nicht zielgerichtet

16

Essay | Eine kurze Geschichte
der Evolutionstheorie

18

| Prof. Dr. Joachim W. Kadereit

20

Darwin war kein ausgebildeter Botaniker

24

Darwin reist als Naturforscher
um die Welt

26

Darwin forscht in seinem Garten
und Gewächshaus

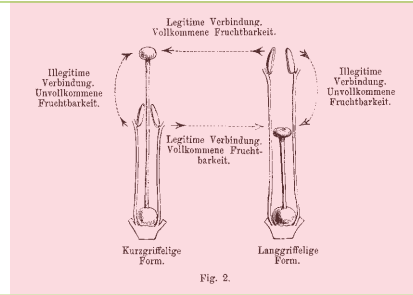
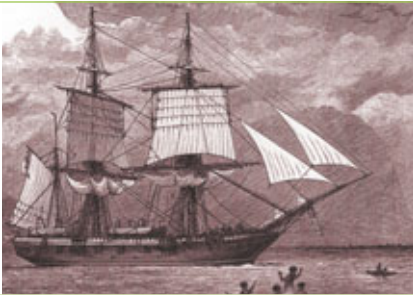
28

Essay | Charles Darwin und sein Werk
| PD Dr. Stefan Schneckenburger

30

Die Geschichte der Kulturpflanzen belegt
die hohe Variabilität der Arten

34



Darwin begründet die Blütenbiologie neu ■	36	Anhang	58
Vermeidung von Selbstbestäubung ist der Schlüssel zum Verständnis vieler Blüten ■	38	Literatur ■	60
Selbstbefruchtung verringert die Vitalität der Nachkommen ■	40	Bildnachweis ■	64
Darwin entdeckt tierische Eigenschaften an fleischfressenden Pflanzen ■	42	Impressum ■	68
Bewegungen von Pflanzen waren für Darwin ein Hinweis auf Evolution ■	44	Dank Sponsoren ■	70
Darwin experimentiert mit schlafenden Pflanzen ■	46		
Kreationismus und Intelligent Design sind keine Alternativen ■	48		
Essay Das kann ich nicht glauben – Kreationismus und Intelligent Design Prof. Dr. Hans Martin Jahns ■	50		
Darwin finanziert das Register der Pflanzennamen ■	54		
Darwins Garten ■	56		

GELEITWORT



Annette Schavan

Prof. Dr. Annette Schavan, MdB
Bundesministerin für Bildung und Forschung ■

Das Ausstellungsprojekt „Darwins Garten – Evolution entdecken“

erinnert an den 200. Geburtstag eines herausragenden Wissenschaftlers. Mit seinen Theorien zur Entstehung der Arten hat Charles Darwin nicht nur zu einem revolutionären Umdenken in der Wissenschaft geführt. Er hat unser Weltbild bis heute entscheidend mitgeprägt. Charles Darwins Wirken verdeutlicht, welchen Beitrag die Wissenschaft zur Weiterentwicklung unserer Gesellschaft leisten kann. Darwin hat mit seiner Forschung Neuland betreten und ist damit gleichermaßen auf Zustimmung und Kritik gestoßen. Doch ohne seine Arbeiten wären die modernen Biowissenschaften und ihre Errungenschaften undenkbar.

Die Rahmenbedingungen für Wissenschaft und Forschung haben sich seit Darwins Reise mit der „Beagle“ grundlegend verändert. Und doch gibt es auch im 21. Jahrhundert erstaunliche Parallelen. Internationalisierung und Mobilitätsbereitschaft sind heute mehr denn je Voraussetzung für erfolgreiche Wege in Wissenschaft und Forschung. Interdisziplinarität öffnet neue Horizonte und bringt oft überraschende Erkenntnisse hervor. Charles Darwin ist durch die Medizin und Theologie zur Biologie gekommen. Deshalb müssen wir heute bei der Förderung des Nachwuchses einen Akzent auf die Überschreitung von Grenzen setzen – fachlich und in internationaler Hinsicht.

„Darwins Garten“ ermöglicht in anschaulicher Weise den Zugang zum wissenschaftlichen Wirken dieses großen Forschers. Gleichzeitig erfahren wir Interessantes und Neues über die Persönlichkeit Darwins, der in seinen letzten Lebensjahrzehnten der Botanik sehr verbunden war. Für diese Initiative danke ich dem Verband Botanischer Gärten e.V. sehr herzlich.

Ich wünsche allen Besucherinnen und Besuchern auf der Entdeckungsreise in „Darwins Garten“ viele interessante Erkenntnisse, neue Informationen und bereichernde Begegnungen mit dem großen Wissenschaftler. Wandeln Sie auf Darwins Spuren und lassen Sie sich anregen von seiner Begeisterung für Biologie und Botanik.

GELEITWORT



A handwritten signature of Thomas Speck in dark ink, written in a cursive style.

Prof. Dr. Thomas Speck

Präsident des Verbands Botanischer Gärten e.V.

Direktor des Botanischen Gartens der Universität Freiburg ■

Wenn man die Auswirkung naturwissenschaftlicher Theorien der Neuzeit auf Gesellschaft, Politik und Religion betrachtet, so steht Charles Darwins Evolutionstheorie auf einer Ebene mit dem heliozentrischen Weltbild von Nicolaus Copernicus und den eine „neue Physik“ begründenden Theorien von Albert Einstein und Werner Heisenberg. Während die physikalischen Theorien, durch vielfältige Experimente und Beobachtungen belegt, heute unwidersprochen akzeptiert werden, zeigen gerade die Diskussionen der letzten Jahre, welche gesellschaftspolitische Sprengkraft in der Evolutionstheorie Darwins steckt.

Die Erkenntnisse Charles Darwins, die das Selbstverständnis des Menschen wie kaum eine andere naturwissenschaftliche Theorie betreffen, wirken auch heute noch stark polarisierend. Dies zeigt sich an dem Kampf gegen die Evolutionstheorie, der gerade in den letzten Jahren mit zunehmender Härte und großem Medienaufwand von den Vertretern von Kreationismus und Intelligent Design geführt wird. Inzwischen belegen eine überwältigende Fülle von experimentellen Befunden und Entdeckungen aus verschiedensten Bereichen der Biowissenschaften und aus den Geowissenschaften die in den 150 Jahren seit der Veröffentlichung von Darwins Buch „On the Origin of Species by Means of Natural Selection“ zur synthetischen Evolutionstheorie vervollständigte Theorie. Dennoch steht man häufig vor dem Problem, dass die Evolutionstheorie ohne Begründung oder mit falsch interpretierten Befunden vehement abgelehnt wird.

Genau hier setzt die vom Verband Botanischer Gärten initiierte Ausstellung „Darwins Garten – Evolution entdecken“ an. Anhand von Beispielen, mit denen Charles Darwin in seinem Garten und Gewächshaus in Down House in den letzten Jahrzehnten seines Lebens versucht hat, Belege für die Evolutionstheorie zu finden, können die Besucher auf den Spuren des großen Evolutionsforschers seinen Gedanken nachspüren und seine Entdeckungen nachvollziehen. Die Botanischen Gärten wollen mit dieser Ausstellung als Schaufenster der Forschung dazu beitragen, mit Beispielen aus dem Pflanzenreich die Evolutionstheorie besser fassbar zu machen und nachvollziehbare Argumente für die Richtigkeit dieser epochalen Theorie liefern.

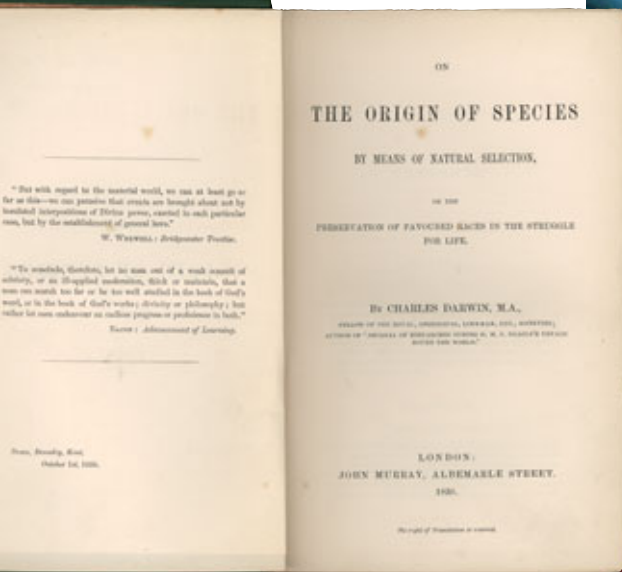


DARWIN'S GARDEN - EVOLUTION ENTDECKEN





AUSSTELLUNG | TAFELN UND ESSAYS



Im November 1859 erschien Darwins Hauptwerk in einer Auflage von 1250 Exemplaren, die rasch ausverkauft waren.

DARWINS BOTANISCHE FORSCHUNG BIETET EINEN SPANNENDEN ZUGANG ZU SEINER EVOLUTIONSTHEORIE

Charles Darwin ist eine der bekanntesten Persönlichkeiten der Wissenschaftsgeschichte. Sein Hauptwerk *Über die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl* hat das Denken über die Welt verändert wie kaum ein Buch zuvor oder danach. Im Jahr 2009 wäre Charles Darwin 200 Jahre alt geworden, und die Veröffentlichung seines Hauptwerkes liegt 150 Jahre zurück. Es ist wichtig, sich mit seinen Ideen auseinander zu setzen. Denn das Verständnis der Evolution und ihrer grundlegenden Prozesse ist Voraussetzung für die Beurteilung gesellschaftlich relevanter Diskussionen, etwa über den Verlust biologischer Vielfalt oder über die Veränderung von Lebewesen mit gentechnischen Methoden.



Botanische Gärten sind wichtige Instrumente für Wissenschaft, Forschung, Bildung und Naturschutz.

Der Verband Botanischer Gärten stellt mit der Ausstellung „Darwins Garten – Evolution entdecken“ einen weitgehend unbekannten Aspekt in den Mittelpunkt: Charles Darwin ist nicht nur der Begründer der modernen Evolutionstheorie, er war auch ein bedeutender Botaniker. Auf seiner Weltreise mit der „Beagle“ sammelte er Pflanzen und untersuchte ihre geographische Verbreitung. Nach seiner Rückkehr entdeckte Darwin mit klugen Experimenten und exakten Beobachtungen faszinierende Facetten der Blütenbiologie, erforschte die kaum wahrnehmbaren Bewegungen der Pflanzen und beschrieb als einer der ersten die Biologie der fleischfressenden Pflanzen.

Darwins botanische Forschung kann aber nicht isoliert betrachtet werden. Sie steht in engem Zusammenhang mit seiner Vorstellung von der Evolution der Arten und sollte seine Theorie untermauern. Daher bietet ein Blick auf Darwins botanische Arbeiten einen spannenden und überraschend klaren Zugang zu seiner Evolutionstheorie. Dies zu verdeutlichen ist die Intention der Ausstellung. Die Pflanzenvielfalt der Botanischen Gärten bietet dafür ideale Voraussetzungen.



Darwins Mikroskop von 1847

ON THE
ORIGIN
OF
SPECIES
—
—
—
DARWIN

A circular portrait of Jean Baptiste Lamarck, an elderly man with white hair, wearing a dark coat and a white cravat.

Jean Baptiste Lamarck
(1744–1829)

A portrait of Erasmus Darwin, a man with dark, curly hair, wearing a dark coat and a white cravat, holding a quill pen.

Erasmus Darwin
(1731–1802)

DARWIN IST DER BEGRÜNDER DER MODERNEN EVOLUTIONSTHEORIE

Darwin war 50 Jahre alt, als am 24. November 1859 sein Hauptwerk *Die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl* erschien. Nach seiner universitären Ausbildung zum Theologen und der Weltumsegelung auf der „Beagle“ hatte er sich seit etwa 1838 als Privatgelehrter mit der Frage nach der Entstehung der Arten beschäftigt. Er hatte erkannt, dass die Arten nicht, wie man damals allgemein annahm, konstant sind, sondern sich im Laufe der Zeit verändern. Dieser Gedanke war nicht neu: Bereits sein Großvater, Erasmus Darwin, hatte über die gemeinsame Abstammung aller Tiere von einem wurmähnlichen Meeresbewohner spekuliert. Der Franzose Jean Baptiste Lamarck war ebenfalls von der Evolution überzeugt gewesen. Er hatte vermutet, dass sich Veränderungen der Lebewesen durch Gebrauch oder Nichtgebrauch von Organen ergaben und dass sich diese erworbenen Veränderungen vererben.

Charles Lyell
(1797–1875)

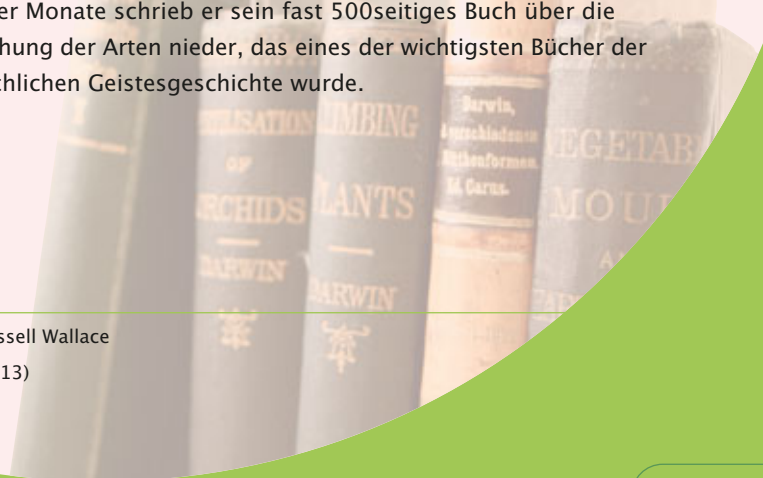


Sehr wichtig war der Einfluss des Geologen Charles Lyell auf Darwin, der davon ausging, dass die natürlichen Prozesse, die die Erde gegenwärtig verändern, auch in der Vergangenheit wirksam waren. Ein Schlüsselerlebnis war für Darwin auch die Lektüre der Werke des Nationalökonomen Thomas Malthus (1766–1834) zu Fragen des Bevölkerungswachstums und der Konkurrenz um Ressourcen in der menschlichen Gesellschaft.



Obwohl Darwin seit 20 Jahren an seiner Theorie feilte, war er noch nicht zu einer Veröffentlichung bereit. Aber als ihm 1858 von der indonesischen Insel Ternate ein Manuskript des Naturforschers Alfred Russell Wallace übersandt wurde, in dem eine Evolutionstheorie formuliert war, die mit seiner eigenen übereinstimmte, musste er handeln: Innerhalb weniger Monate schrieb er sein fast 500seitiges Buch über die Entstehung der Arten nieder, das eines der wichtigsten Bücher der menschlichen Geistesgeschichte wurde.

Alfred Russell Wallace
(1823–1913)





Lebermoos (*Marchantia*)



Leptosporangiate Farn (*Dryopteris*)

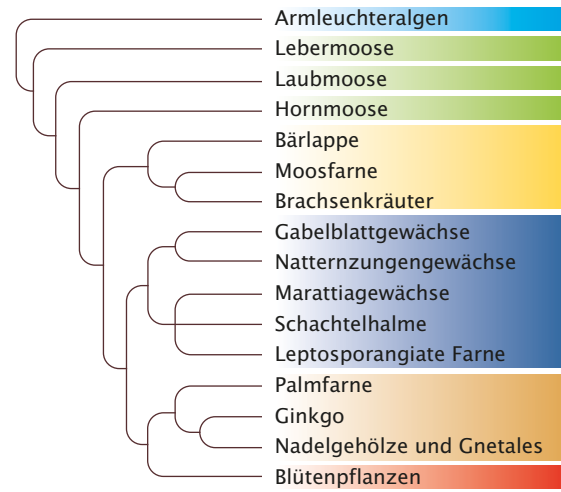
EVOLUTION IST NICHT ZIELGERICHTET

Alle lebenden Organismen sind im Laufe der Erdgeschichte durch allmähliche Abwandlungen aus gemeinsamen Vorfahren entstanden. Dieser Kerngedanke in Darwins Werk wird in den Naturwissenschaften als Tatsache anerkannt. Aber was treibt die Evolution an und wie kommt es zur Entstehung neuer Arten? Darwins Evolutionstheorie gibt darauf die Antwort. Sie besagt, dass die Evolution im Wesentlichen von zwei Faktoren bestimmt wird: Alle Organismen bringen einen Überschuss an Nachkommen hervor, die sich geringfügig voneinander unterscheiden. Aber nicht alle Nachkommen werden im „Ringens ums Überleben“ („struggle for existence“) in gleichem Maße erfolgreich sein. Einige werden besser mit den Lebensbedingungen zurechtkommen und sich daher stärker vermehren. Darwin nannte diesen Prozess „natural selection“. Über viele Generationen kann die natürliche Selektion bewirken, dass sich die Merkmale einer Art verändern.



Blütenpflanze (*Gazania*)

Petroselinaceae
Dioscoreales
Pandanales
Liliales
Asparagales
Arecales
Poales
Commelinales
Zingiberales
Ranunculales
Sabaliales
Proteales
Trochodendrales
Buxales
Gunnerales
Celastrales



Kieferngewächs (*Cedrus*)

Aktueller Stammbaum der Landpflanzen
basierend auf DNA-Daten

Die genetischen Grundlagen der Vererbung waren Darwin noch nicht bekannt. Heute wissen wir sehr genau, wie Veränderungen auf genetischer Ebene durch Mutation und durch die Neukombination der Erbanlagen bei der Fortpflanzung (Rekombination) entstehen. Die Mehrzahl der genetischen Veränderungen sind nachteilig oder neutral und werden durch die Selektion nicht begünstigt. Aber in seltenen Fällen erweisen sich neue Varianten als vorteilhaft und ermöglichen ihren Trägern eine höhere Fortpflanzungsrate. Bleibt eine vorteilhafte Variante auf eine einzelne Population beschränkt, kann dies der Ausgangspunkt für die Entstehung einer neuen Art sein. Aber auch die zufällige Verschiebung der Häufigkeit bestimmter Genvarianten (genetische Drift) kann die Evolution einer Art beeinflussen.

Entscheidend ist, dass Evolution kein geradliniger Prozess ist.

Und noch wichtiger: Evolution verläuft nicht zielgerichtet, auch wenn sie über lange Zeiträume in kleinen Schritten meist zu einer höheren Komplexität der Organismen führt.

EINE KURZE GESCHICHTE DER EVOLUTIONSTHEORIE

■ **Die leichte Beobachtbarkeit** abgestufter Ähnlichkeit zwischen Arten – zwei Arten einer Gattung sind einander ähnlicher als zwei Arten aus zwei Gattungen einer Familie, als zwei Arten aus zwei Familien usw. – hat schon Autoren in der griechischen Antike zu Vermutungen über Evolution veranlasst. Evolution ist Veränderung von Arten im Laufe der Zeit und die Entstehung neuer Arten. Das Verdienst von Charles Darwin besteht darin, einen überzeugenden Mechanismus für Evolution erkannt zu haben. Die überwältigende Fülle seiner Beobachtungen resultierte letztlich in einer sehr einfachen Argumentation. Es lässt sich leicht beobachten, dass Individuen im Laufe ihres Lebens in aller Regel zahlreiche und oft sehr viele Nachkommen hervorbringen, dass aber gleichzeitig die Individuenzahl

Prof. Dr. Joachim W. Kadereit | Johannes Gutenberg–Universität Mainz

einer Art an einem Ort in aufeinanderfolgenden Generationen mehr oder weniger unverändert bleibt. Daraus zog Darwin den Schluss, dass es einen „Kampf ums Dasein“ („struggle for existence“) gibt: nicht alle Nachkommen können überleben, sondern statistisch überlebt nur ein Nachkomme pro Individuum. Es ist auch leicht beobachtbar, dass die Individuen einer Nachkommenschaft nicht miteinander identisch sind, sondern sich (bei sexueller Fortpflanzung) genetisch voneinander unterscheiden. Diese letzte Beobachtung zusammen mit der Erkenntnis, dass es einen „Kampf ums Dasein“ gibt, führte Darwin schließlich zur Erkenntnis des zentralen Mechanismus evolutionärer Veränderung: Der Ausgang des „Kampfs ums Dasein“ ist nicht zufällig, sondern es setzen sich die Individuen durch, die an die herrschenden Umweltver-

hältnisse am besten angepasst sind. Das hat Darwin als „natürliche Selektion (Zuchtwahl)“ bezeichnet. Natürliche Selektion wird heute als unterschiedliche Fitness – gemessen als Beitrag eines Individuums zur nächsten Generation – unterschiedlicher Individuen in einer Umwelt definiert. Durch diese Definition wird der Begriff „Kampf ums Dasein“ relativiert, denn es geht nicht nur um das Überleben, sondern um die relative Zahl der erfolgreichen Nachkommen (die bei Nichtüberleben null ist), die ein Individuum hervorbringt.

Priorität

Diese nachweislich schon 1838 von Darwin erkannten Zusammenhänge wurden am 24. November 1859 in seinem Hauptwerk *The Origin of Species by Means of Natural Selection or the Preservation of Favoured Races in the*

Struggle for Life veröffentlicht. Dieser Veröffentlichung ging eine dramatische Entwicklung voraus. Im Jahr 1858 schickte Alfred R. Wallace (1823 – 1913), ein zu dieser Zeit auf den Molukken arbeitender Naturforscher, Darwin ein Manuskript zu (*Über die Tendenz der Varietäten, unbegrenzt von dem Originaltypus abzuweichen*), in dem er gänzlich unabhängig von Darwin den gleichen Mechanismus evolutionärer Veränderung postulierte. Von Darwin darüber informiert arrangierten der Geologe Charles Lyell und der Botaniker Joseph D. Hooker am 1. Juli 1858 eine Vortragsveranstaltung in der Linnean Society in London, bei der frühere Manuskripte von Darwin, ein älterer Brief zum Thema an den nordamerikanischen Botaniker Asa Gray sowie das genannte Manuskript von Wallace in Abwesenheit beider

verlesen wurde. Dadurch wurde die Priorität Darwins gesichert und gleichzeitig die unabhängige Entwicklung der Ideen von Wallace gewürdigt. Auch wenn Darwins Evolutionstheorie in kirchlichen Kreisen abgelehnt wurde – nicht zuletzt wegen ihrer Implikationen für die Abstammung des Menschen (ein von Darwin im *Origin of Species* nicht angesprochenes Thema) – fand sie in großen Teilen der wissenschaftlichen Welt doch mehr oder weniger sofortige Anerkennung. Das war das Verdienst der unerschöpflich großen Zahl an Beobachtungen, mit der Darwin seine Theorie untermauerte. Dennoch hatte seine Theorie einen gravierenden Mangel. Darwin hatte keine Vorstellung von den Mechanismen der Vererbung. Er stellte sich vor, dass im Zuge der Fortpflan-

zung kleinste Partikel der Paarungspartner gemischt werden. Hier setzte die Kritik einiger Zeitgenossen an: Wie sollte sich bei einem solchen Mechanismus der Vererbung eine seltene vorteilhafte Variante je durchsetzen können, denn diese Variante kreuzt sich mit der häufigeren Normalform und wird so praktisch verdünnt.

Modern Synthesis

Es blieb Darwin wohl bis zu seinem Lebensende unbekannt, dass schon 1866 Gregor J. Mendel (1822 – 1884) in seinem Werk *Versuche über Pflanzen-Hybriden* die heute als Mendelsche Regeln bekannten Gesetze der Vererbung erkannte. Die große Bedeutung dieser Erkenntnisse wurde von den Zeitgenossen Mendels nicht gewürdigt, und Mendels Arbeit geriet in

Vergessenheit. Erst im Jahr 1900 wurden die Mendelschen Regeln durch die Genetiker Carl Correns (1864 – 1933), Erich Tschermak von Seysenegg (1871 – 1962) und Hugo de Vries (1848 – 1935) wiederentdeckt. Aus heutiger Sicht überraschend standen diese Genetiker den Vorstellungen Darwins kritisch gegenüber. Während Darwin beobachtete, dass Variation kontinuierlich ist, und (auch) daraus schloss, dass evolutionärer Wandel allmählich und langsam ist, führte die Erforschung der Genetik großer Merkmalsunterschiede zwischen Sorten oder gar Arten die „frühen Mendelianer“ dazu, eher sprunghafte Evolution zu postulieren. Erst ab 1918 begannen theoretische Arbeiten hauptsächlich von Ronald A. Fisher (1890 – 1962), John B.S. Haldane (1892 – 1964) und Sewall

„**DIE GESCHICHTE** der Evolutionstheorie ist die Geschichte der ständigen Verbesserung, Verfeinerung und Erweiterung. Dies ist ein kontinuierlicher Prozess, der bis heute nicht aufgehört hat.“ ■

Wright (1889 – 1988) diesen scheinbaren Widerspruch aufzulösen. Diese Autoren konnten zeigen, dass sich auch kontinuierliche Variation durch Mendelsche Genetik erklären lässt, und dass natürliche Selektion auch auf der Grundlage kontinuierlicher Variation funktionieren kann. Diese Synthese von Darwins Evolutionstheorie einerseits und Mendelscher Genetik andererseits wurde dann u.a. von Julian Huxley (1887 – 1975) in seinem Buch *Evolution: The Modern Synthesis* (1942) zusammengefasst. Damit schöpfte Huxley den Begriff „Modern Synthesis“, mit dem die Evolutionstheorie in ihrer heutigen Form auch bezeichnet wird. Synthetische Werke zur Evolutionstheorie wurden in dieser Zeit auch von anderen Autoren verfasst, für die Botanik erstmals 1950

von Ledyard Stebbins in seinem Buch *Variation and Evolution in Plants*.

Wie am oben dargestellten Beispiel der Mendelschen Genetik deutlich geworden, ist die Geschichte der Evolutionstheorie eine Geschichte der ständigen Verbesserung, Verfeinerung aber auch Erweiterung. Dies ist ein historisch kontinuierlicher Prozess, der bis heute nicht aufgehört hat und wohl auch nie enden wird. In den letzten Jahrzehnten waren es die Erkenntnisse der molekularen Genetik und auch der Entwicklungsgenetik, die unsere Vorstellungen vom evolutionären Prozess am stärksten verändert haben. Diese Verbesserungen, Verfeinerungen und Erweiterungen der Evolutionstheorie beeinträchtigen die unübertroffenen Verdienste von Charles Darwin aber in keiner Weise.

DARWIN WAR KEIN AUSGEBILDETER BOTANIKER

„Aber ich studierte keine Botanik!“ – so oder auf ähnliche Weise stellte Darwin immer wieder klar, dass er sich nicht als professionellen Botaniker betrachtete. Und damit hatte er nicht ganz Unrecht. Nach seinem abgebrochenen Medizinstudium in Edinburgh studierte Darwin 1828–1831 Theologie in Cambridge, hörte aber, wie auch schon vorher, geologische, mineralogische und biologische Vorlesungen. Zentrale Figur in dieser Zeit war John Stevens Henslow, ordiniert anglikanischer Geistlicher, Professor der Geologie und Mineralogie und später der Botanik. Darwin hörte Vorlesungen bei ihm und nahm an seinen Exkursionen und Soireen teil und erwarb dabei zumindest botanisches Grundwissen.

Nach der Rückkehr nach England bearbeitete Joseph Dalton Hooker, der einflussreichste und wichtigste Botaniker Englands dieser Zeit, die Aufsammlungen Darwins aus Patagonien, Feuerland und vor allem von den Galapagosinseln. Darüber wurde er Darwins Freund und vor allem sein botanischer und wissenschaftspolitischer Ratgeber. Darwin verdankte dem langjährigen Direktor der Royal Botanic Gardens Kew neben vielen Ratschlägen auch immer wieder Pflanzen für eigene Studien.



John Stevens Henslow
(1796–1861)



Joseph Dalton Hooker
(1817–1911)

Lippstadt Feb. 12, 1879
My dear Sir

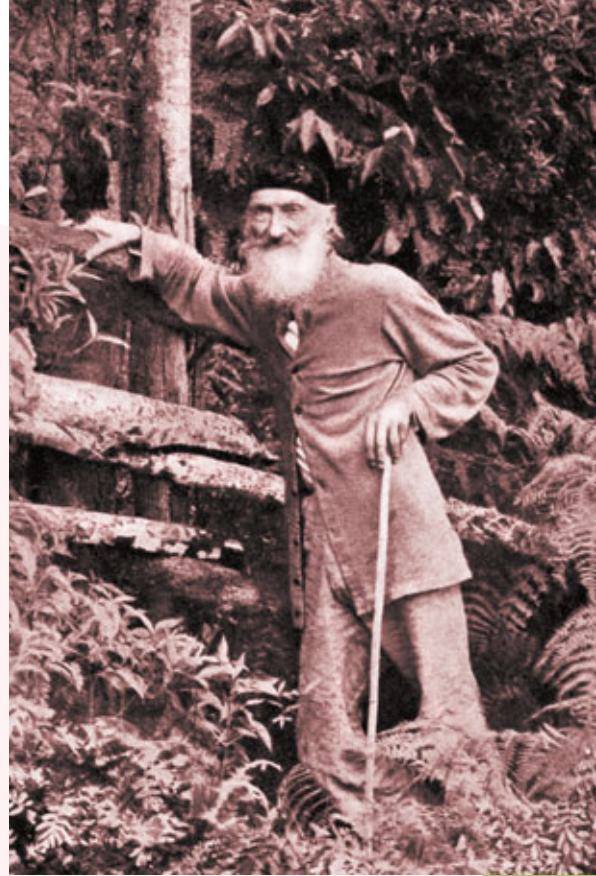
I cannot pass this day in which you accomplish the 70th year of your wonderfully rich life without sending to you my heartiest congratulation and the cordial wish that a long and serene evening of life may be destined to you.

It is very welcome to me that by your kind invitation my cartoon has been dispatched to the Linnean Society

Yours
very sincerely

Hermann Müller

Brief Hermann Müllers an Charles Darwin
zu dessen 70. Geburtstag

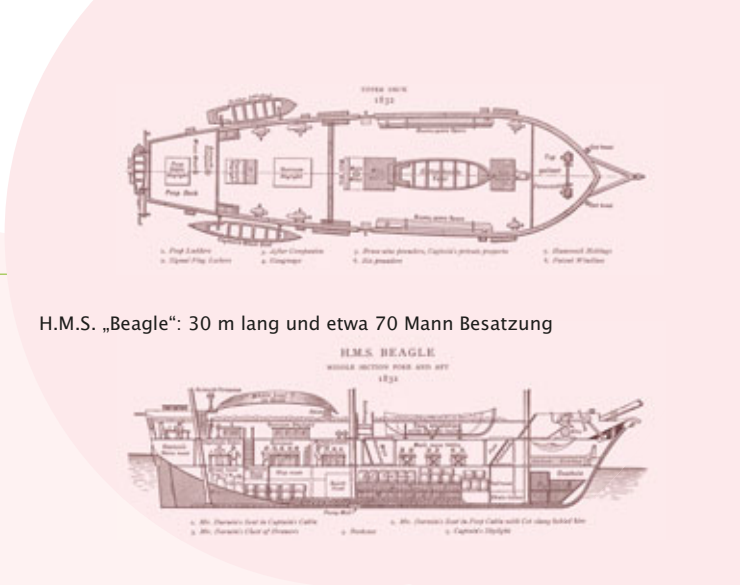


Fritz Müller (1821–1897)

Eine ganze Reihe von weiteren Korrespondenzpartnern versorgte den genialen „Netzwerker“ und unermüdlichen Briefschreiber mit Informationen und Anregungen für seine Forschungen. Zu nennen wären Asa Gray, Botaniker in Harvard, der Blütenbiologe Hermann Müller (Lippstadt; 1829–1883) und sein auf allen Feldern der Biologie forschender Bruder Fritz Müller, der in Brasilien lebte. Händler, Liebhaber und Züchter versorgten Darwin mit Pflanzen. Umgekehrt würdigte er in seinen Veröffentlichungen meist diese Partner und war ihnen seinerseits unermüdlicher Ideengeber. Darwin verstand es in seinen Briefen, überschwänglichen Dank und hohe Wertschätzung zu äußern, dabei aber nachdrücklich seine Wünsche klar zu machen.



Asa Gray (1810–1888)



H.M.S. „Beagle“: 30 m lang und etwa 70 Mann Besatzung

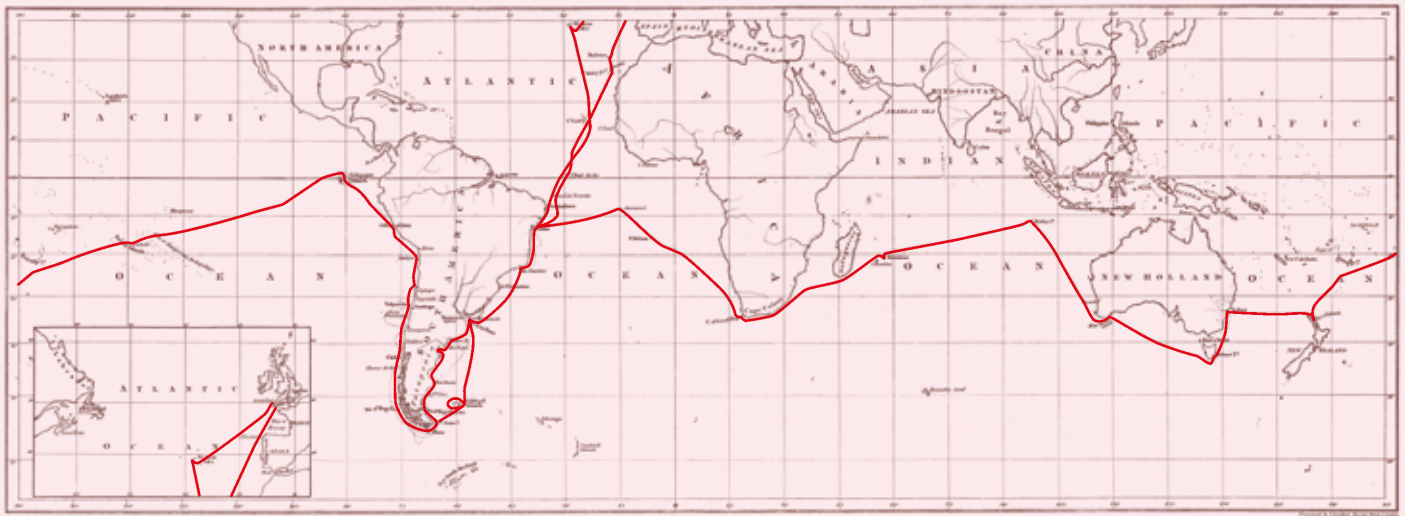
Die „Beagle“ in der Magellanstraße, im Hintergrund die vergletscherten Berge Feuerlands

DARWIN REIST ALS NATURFORSCHER UM DIE WELT

Von **Dezember 1831** bis Oktober 1836 umsegelte Charles Darwin auf eigene Kosten als Naturforscher auf dem Vermessungs- und Forschungsschiff „Beagle“ die Welt. Seine Reise brachte ihn auf die Kapverden, nach Südamerika und Feuerland, zu den Galapagosinseln, nach Neuseeland, Australien und Tahiti, sowie nach Mauritius und Südafrika. Angeregt durch seinen Mentor, den Pfarrer und Botaniker John Stevens Henslow, sammelte und präparierte Darwin auf seiner Reise unter anderem zahlreiche Belege von Pflanzen, Flechten und Pilzen. Seine Hauptinteressen waren jedoch Geologie und Zoologie, denn Darwin hielt sich selbst für einen schlechten Botaniker: „Ich wusste nicht mehr von den Pflanzen, die ich gesammelt hatte, als der Mann im Mond,“ schrieb er an Henslow. Insgesamt trug er über 5.400 Objekte zusammen. Der Reisebericht Darwins war und ist einer seiner großen Bucherfolge.

Maihueniopsis darwinii, von Darwin im Januar 1834 in Patagonien, nahe Puerto Deseado entdeckt





Reiseroute der „Beagle“ 1831–1836

Die umfangreiche Pflanzensammlung, die Darwin von seiner Weltreise mitbrachte, stieß bei den Botanikern in seiner Heimat auf reges Interesse. Die Belege von den Galapagosinseln waren besonders wertvoll. Sie enthielten etwa 200 überwiegend unbekannte Arten, die später durch Joseph Dalton Hooker, mit dem Darwin eine lebenslange Freundschaft verband, beschrieben wurden.

Darwin stellte fest, dass sich die Arten gleicher Pflanzengattungen von Insel zu Insel teilweise deutlich unterschieden. Dies ließ ihn schon bald an der Unveränderlichkeit der Arten zweifeln. Denn nach gängigen Vorstellungen erforderten weit über die Erde und über Inseln verbreitete Arten viele voneinander unabhängige Schöpfungsakte. Letztlich waren es diese Überlegungen, die ihn dazu brachten, über „Transmutation“, wie er anfangs die Evolution nannte, nachzudenken. Andere Forschungsthemen, die sich für ihn daraus ergaben, waren die Pflanzeogeographie und die Fernausbreitung von Pflanzen z.B. durch Drift im Meerwasser oder an den Füßen und im Gefieder von Vögeln.



Alter Herbarbeleg von *Berberis darwinii*. Das links unten aufgeklebte Exemplar wurde von Darwin 1834 auf der Insel Chiloe gesammelt.





Charles Darwin in seinem Gewächshaus – konstruierte Situation
im Gemälde von John Collier, 1850–1934

DARWIN FORSCHT IN SEINEM GARTEN UND GEWÄCHSHAUS



Die Gartenfront von Down House



Darwins Gewächshaus im Garten
von Down House



Nach seiner fünfjährigen Weltumsegelung auf der „Beagle“ (1831–1836) unternahm Darwin keine größere Reise und verließ auch England nicht mehr. Die Jahre bis 1842 verbrachte er überwiegend in London, dann bezog er Down House in Kent, wo er 40 Jahre bis zu seinem Tod lebte. Eigene Forschungsarbeiten fanden in der Umgebung seines Hauses, in seinem etwa 6,5 ha großen Garten, in seiner Wohnung und in einem eigenen Gewächshaus statt. So untersuchte er im Zusammenhang mit der Besiedelung von Inseln die Überlebensfähigkeit von Samen in Meerwasser. Dazu verbrachte er Samen in große Bottiche, die mit Salzwasser gefüllt waren, und beobachtete anschließend deren Keimverhalten. So konnte er belegen, dass ein langer Seetransport möglich ist. Damit widerlegte er die Doktrin von unabhängigen Schöpfungsakten von Arten, die auf weit voneinander oder vom Festland entfernten Inseln vorkommen.

Für die Kultur seiner Versuchspflanzen gehörten eigens Gärtner zum Hauspersonal. Daneben beschäftigte er seine Kinder in unterschiedlichem Maß bei Versuchen und Beobachtungen. So war Sohn Francis (1848–1925; ab 1888 Professor für Botanik in Cambridge) zeitweise sein offizieller Assistent und forschte mit ihm an pflanzlichen Bewegungen und Karnivoren.

Schon gleich nach dem Bezug des Hauses brachte Darwin Steine im Garten aus und beobachtete und protokollierte über fast 40 Jahre hinweg ihr – ausgelöst durch die Aktivität von Bodenorganismen – langsames Verschwinden im Boden. Das letzte Buch des großen Naturforschers aus dem Jahr 1881 ist der Humusbildung durch Regenwürmer gewidmet und trägt den Titel *The Formation of Vegetable Mould, through the Action of Worms*. Es zeigt detaillierte Abbildungen von Gängen und riesige Kothäufchen tropischer Regenwürmer.

Im Original etwa 6,5 cm hohes Kothäufchen
eines tropischen Regenwurms



„BEI DEN EHER BESCHEIDENEN FÄHIGKEITEN, DIE ICH BESITZE ...“ CHARLES DARWIN UND SEIN WERK

PD Dr. Stefan Schneckenburger | Technische Universität Darmstadt

■ **Charles Darwin** wurde 1809 in die Welt des vermögenden englischen Bürgertums hineingeboren, in die Welt des kleinen Landadels der Romane Jane Austens. Sein Großvater Erasmus Darwin war Arzt, Intellektueller, liberaler Denker und offen für Neuerungen aller Art. So konstruierte er eine horizontale Windmühle und machte sich über ganz praktische Dinge wie Wasserklosetts und Raketenantriebe Gedanken, ohne allerdings Patente anzumelden, denn er fürchtete, dass dies seinem Ruf als Arzt schaden könnte. Schon er hatte über die gemeinsame Abstammung der Tiere von einem wurmartigen, marinen Lebewesen nachgedacht. Der Vater Robert war ein sehr geschätzter Arzt und vermehrte das ererbte Vermögen durch erfolg-

reiche Geldgeschäfte. Charles, dessen Mutter früh starb, begann auf Wunsch des Vaters ein Medizinstudium in Edinburgh, das er aber abbrach – schlechte Lehrveranstaltungen, Sektionen und vor allem Operationen ohne Anästhesie ließen den empfindsamen jungen Mann scheitern. Sein besonderes Interesse galt in dieser Zeit wirbellosen Meeresbewohnern, bei denen ihm auch dank seines geduldigen und kritischen Beobachtens einige Entdeckungen hinsichtlich ihrer Vermehrungsweise gelangen. In Cambridge schloss er dann ein Theologiestudium ab, während dessen er sich umfangreiche Kenntnisse der Biologie und der Geologie aneignete. Prägend war für ihn die Reise auf dem Vermessungs- und Forschungsschiff „Beagle“ zwi-

schen 1831 und 1836. Danach machte er sich durch seinen Reisebericht sowie eine Reihe von wissenschaftlichen Publikationen (z. B. erklärte er die Entstehung von Koralleninseln und -atollen) einen Namen. Als Sekretär der Geological Society übernahm er auch ein Amt im Wissenschaftsbetrieb, das er aber nur einige Jahre innehatte. Den Rest seines Lebens lebte er zurückgezogen auf seinem Landsitz Down House, den er 1843 erworben hatte. Zu diesem Zeitpunkt war er schon mit Emma Darwin, geb. Wedgwood verheiratet und Vater zweier Kinder, denen noch acht weitere folgen sollten. Die wohlhabenden Familien Wedgwood und Darwin waren mehrfach durch Heiraten verbunden; die sehr religiöse Emma war Charles' Cousine.

Schon um 1838 formulierte Darwin in seinen berühmten Notizbüchern die ersten Ideen zu einer Veränderlichkeit der Arten und mithin zur Evolution der Lebewesen. Erste ausführliche Manuskripte dazu verfasste er dann 1842 und 1844. Aber zu diesem Zeitpunkt scheute er noch eine Publikation seiner Gedanken, wohl die Stürme fürchtend, die er damit entfachen würde. Er versuchte, durch intensive Studien sich über Detailfragen klar zu werden und Argumente für seine Theorie zu sammeln. So studierte er etwa acht Jahre lang intensiv die Variabilität von Arten und deren Abgrenzung am Beispiel der zu den Krebstieren gehörenden Entenmuscheln und Seepocken und veröffentlichte seine Ergebnisse in vier Büchern von insgesamt fast 1200 Sei-

ten. Die Arbeit war wohl so prägend, dass einer von Darwins Söhnen beim Besuch eines Freundes diesen fragte, wo dessen Vater denn die Seepocken untersuchen würde.

Der Autor

Erst im Jahr 1859 erschien sein weltveränderndes Buch *On the Origin of Species by Means of Natural Selection* – allerdings ausgelöst durch äußeren Zwang: der aus ärmlichen Verhältnissen stammende, als Sammler von tropischen Tieren für Museen und Liebhaber in Südostasien lebende Alfred Russell Wallace hatte 1858 von der zwischen Neuguinea und Celebes liegenden Insel Ternate aus ein Manuskript an Darwin geschickt, in dem er die gleichen Ideen formuliert hatte. Mit

Entsetzen stellte Darwin in einem Brief fest, dass Wallace die gleichen Begriffe verwendete, wie sie in den Überschriften seiner eigenen früheren Manuskripte standen. In einem Jahr verfasste er dann das Buch vom „Ursprung der Arten“, das am 24. November 1859 erschien und dessen erste Auflage (1192 Exemplare im Buchhandel) schon unmittelbar danach ausverkauft war.

Der Gelehrte

Insgesamt verfasste Darwin neben zahlreichen kleineren Publikationen in den verschiedensten Fachzeitschriften über 20 Bücher, die zu seinem Leben in insgesamt 150 Auflagen und Übersetzungen gedruckt wurden. Diese waren Ergebnisse einerseits genauer und geduldiger Beobachtungen und andererseits gründlicher und (selbst)kritischer Analyse der Ergebnisse. Er nannte sich einmal selbst

einen „Millionär von seltsamen und wunderlichen Tatsachen.“ Immer stehen dabei zwei Themen im Mittelpunkt: zum einen natürlich Evolution, zum anderen die Frage, wie man diesen für uns eigentlich unsichtbaren Prozess beobachtbar machen kann. Ein wichtiges Argument waren hierbei die Unzulänglichkeiten der organischen Natur, die sich eher wie ein Heimwerker verhält, der aus vorhandenen Teilen durch Umwidmung und veränderte Kombination etwas Neues zusammensetzt. Wichtig war für ihn die Beobachtung kleinster Veränderungen, die sich im Lauf der Zeit zu großen Wandlungen aufsummieren. Dies wird zum Beispiel an seinem letzten Buch von 1881 deutlich, das sich mit der Rolle von Regenwürmern im Ökosystem Boden beschäftigt: unscheinbare Tiere, die im ewigen Kreislauf der Natur eine überaus wichtige Rolle spielen.

Darwin führte das Leben eines Privatgelehrten, der aber durch zahlreiche Korrespondenzpartner und persönliche Freunde über die wissenschaftlichen Neuerungen und Entwicklungen stets aus erster Hand informiert wurde. Als Versuchsfeld und -labor dienten ihm sein Garten, sein Gewächshaus und sein geräumiges mahagonigetäfeltes Arbeitszimmer in Down House. Er lebte fast ausschließlich für seine Forschung und ging sogar so weit, seine Versuchspflanzen mit zu Kuraufenthalten zu nehmen. Darwin litt unter einer chronischen Magen- und Darmkrankung, mit der er auch seine sehr zurückgezogene Lebensweise rechtfertigte und die ihn „vor den Ablenkungen durch Gesellschaften und zerstreute Unterhaltung bewahrte.“ Seinen Erfolg als Wissenschaftler führte er in seiner lesenswerten Autobiographie von 1876 auf die Liebe zur

„MEIN LEBEN LANG WAR die wissenschaftliche Arbeit für mich Hauptquelle der Freude und einzige Beschäftigung und die freudige Erregung, die ich aus dieser Arbeit gewinne, lässt mich mein tägliches Unwohlsein vergessen oder vertreibt es ganz.“ ■

Wissenschaft, auf grenzenlose Geduld zu langem Nachdenken über jedes Thema, Fleiß beim Beobachten und Sammeln von Tatsachen, eine gehörige Portion Phantasie und gesunden Menschenverstand zurück. Und er schloss mit typisch britischem Understatement: „Bei den eher bescheidenen Fähigkeiten, die ich besitze, ist es wahrhaft erstaunlich, dass ich die Überzeugung von Wissenschaftlern in manchem wichtigen Punkt so stark beeinflusst haben soll.“

Der Bürger

Als Grundeigentümer kümmerte er sich mustergültig um die sozialen Belange des Örtchens Downe, indem er z. B. über drei Jahrzehnte die lokale Wohlfahrtskasse des „Down Friendly Club“ führte, den „Coal and Clothing Club“, der für Notlagen im Winter einstand, unterstützte oder sich um die

Besetzung der Pfarrstelle kümmerte. Obwohl Darwin wohl gerne in der Familiengruft in Downe neben seiner geliebten und früh verstorbenen Tochter Annie seine letzte Ruhe gefunden hätte, wurde er – auch gegen den Wunsch seiner Mitbürger – in einem Staatsbegräbnis, bei dem Großen aus Wissenschaft und Politik den Sarg trugen, in der Westminster Abbey beigesetzt.

Aus der Welt Janes Austens war die Zeit der größten kolonialen Ausdehnung des britischen Imperiums geworden, die Technisierung war weit fortgeschritten und das Land von Industrieanlagen und sozialen Gegensätzen, vor allem in den Städten und Ballungszentren geprägt. In diesem Konflikt spielten auch die Ideen Charles Darwins eine Rolle, die dann auch im Sinne eines „Sozialdarwinismus“ missdeutet wurden.

Vierte Auflage der deutschen
Übersetzung (1906–1910)

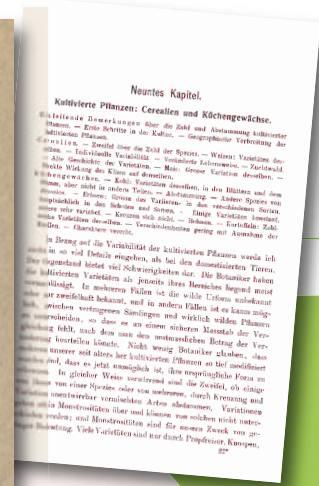
Das Variieren der Tiere und
Pflanzen im Zustande
Domestikation

CHARLES DARWIN

Aus dem Englischen über-
setzt von J. VICTOR CAMERON

In zwei Bänden. Erste
Vierte durchgesehene

E. Schweizerbart'sche
Nagel & Dr. Sprengel



DIE GESCHICHTE DER KULTURPFLANZEN BELEGT DIE HOHE VARIABILITÄT DER ARTEN

Der Mensch hat in den vergangenen 10.000 Jahren eine enorme Vielfalt an Kulturpflanzen gezüchtet. Durch den Prozess der Domestizierung haben sich die Nutz- und Zierpflanzen zum Teil erheblich von ihren Wildpflanzen-Vorfahren entfernt. Darwin hat sich intensiv mit der Züchtung von Tierrassen und Kulturpflanzen auseinandergesetzt und 1868 ein zweibändiges Werk zu diesem Thema veröffentlicht. Er sah in der vom Menschen stetig wiederholten Auswahl von Varietäten mit günstigen Eigenschaften eine Analogie zur natürlichen Selektion. Allerdings wählt der Mensch bei der Züchtung gezielt bestimmte Varianten aus, während die natürliche Selektion keinem Plan folgt.



Als Beispiel für Kulturpflanzen beschreibt Darwin unter anderem die verschiedenen Sorten des Gemüsekohls. Wie so oft führt Darwin auch in diesem Fall eigene Untersuchungen durch: Er pflanzt in seinem Garten mehrere Kohlsorten nebeneinander und lässt sie sich gegenseitig bestäuben. Aus den daraus gewonnenen Samen zieht Darwin 233 Sämlinge heran, deren Entwicklung er untersucht. Keine dieser gekreuzten Kohlpflanzen stimmt mehr genau mit den ursprünglichen Kohlsorten überein, meist sind sie minderwertig. Da alle Kohlsorten untereinander kreuzbar sind, vermutet Darwin, dass sie durch Selektion aus einer einzigen Art entstanden sind. Ihre Merkmale vererben sich aber nur solange stabil, wie keine Kreuzung mit anderen Kohlsorten stattfindet.

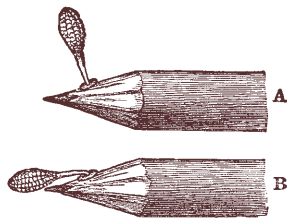
Die Entstehungsgeschichte der verschiedenen Gemüsekohlsorten (Weißkohl, Rotkohl, Blumenkohl, Brokkoli, Wirsing, Kohlrabi, Markstammkohl, Grünkohl, Rosenkohl) ist bis heute nicht restlos geklärt. Die Ursprungsart, *Brassica oleracea*, kommt in unterschiedlichen Formen im Mittelmeergebiet, von der französischen Atlantikküste bis nach Südengland und auf Helgoland vor. Bereits die Griechen und Römer kultivierten unterschiedliche Sorten, die wahrscheinlich auf verschiedene Wildformen zurückgingen.



Wild-Kohl auf Helgoland



Gemüsekohl-Sorten auf dem Wochenmarkt



Bewegung des Stielchens der Pollenpakete
beim Stattlichen Knabenkraut

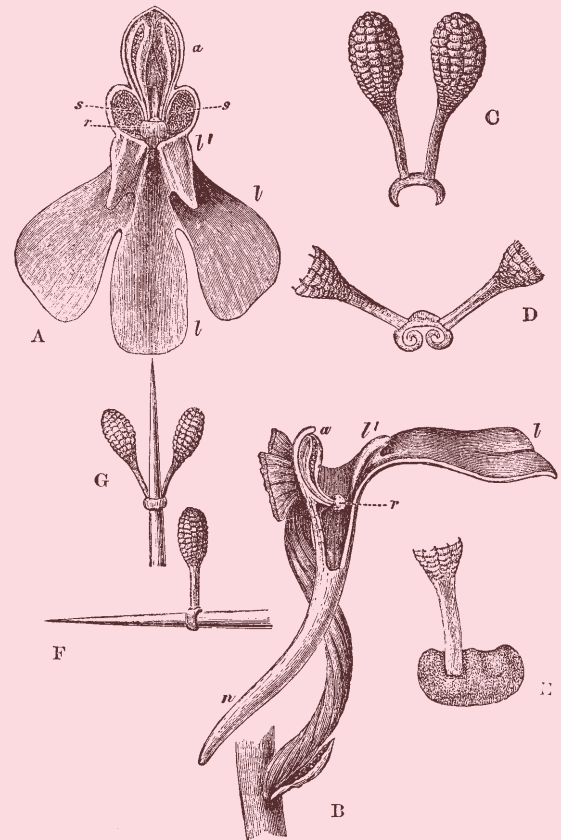
A. Pollen-mass of *O. mascula*, when first attached. B. Pollen-mass of *O. mascula*, after the act of depression.

DARWIN BEGRÜNDET DIE BLÜTENBIOLOGIE NEU



Darwins Lektüre 1841: Das erste Buch zur Blütenbiologie
von Christian Konrad Sprengel (1796)

Fig. 3.



Struktur- und Funktionsanalyse der Blüten der Pyramiden-Spitzorchis
(*Anacamptis pyramidalis*) aus Darwins Orchideenbuch von 1862

Blütenstand des Stattlichen Knabenkrauts (*Orchis mascula*)



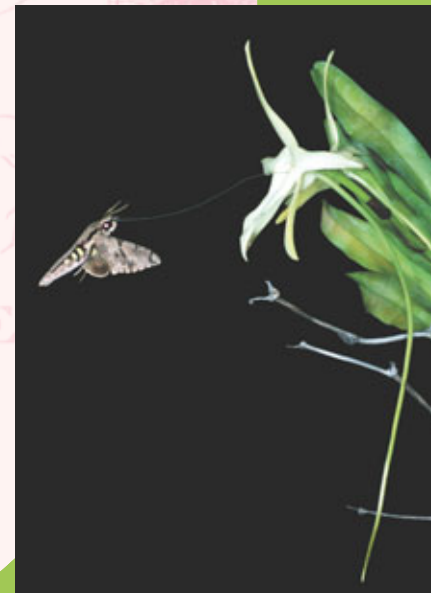
Eines der Hauptthemen des „Botanikers“ Darwin war die Blütenbiologie. Er gilt als einer der Pioniere dieses Wissenschaftszweiges, der 1793 durch den Spandauer Gymnasialrektor Christian Konrad Sprengel (1750–1816) mit seinem damals kaum beachteten Werk *Das entdeckte Geheimnis der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen* begründet worden war. Auch Darwin studierte es sehr aufmerksam. Schon früh beschäftigte sich Darwin mit Blüten – anfangs vor allem mit denen der Orchideen – und studierte deren Variabilität und Funktion. Den Blüten der Orchideen widmete er 1862 sein erstes Buch nach der „Entstehung der Arten“.

Was interessierte Charles Darwin hier so besonders?

- Die Vertreter der einzelnen Arten waren außerordentlich variabel und boten Gelegenheit, die Veränderlichkeit der Arten und die oft undeutlichen Grenzen zwischen ihnen zu studieren.
- Zu Darwins Zeit galten besonders die Orchideen als ausschließlich sich selbst bestäubend. Dies widersprach Darwins Vorstellungen generell und auch der von ihm beobachteten Komplexität der Blüten und konnte von ihm widerlegt werden.
- Welche Anpassungen zeigen Orchideen an ihre Bestäuber und umgekehrt?

Ein besonderer Coup war die Vorhersage der Existenz eines langrüsseligen Nachtfalters, der den extrem langspornigen „Stern von Madagaskar“ (*Angraecum sesquipedale*) bestäubt. Auf Spott und Unglaube folgte dann Erstaunen, als dieser Schwärmer (*Xanthopan morgani* forma *praedicta* – dabei bedeutet *praedicta* „der Vorausgesagte“!) 30 Jahre später tatsächlich gefunden wurde. Aber erst vor gut zehn Jahren konnte der nachtaktive Schmetterling in Madagaskar dabei beobachtet werden, wie er Nektar mit seinem langen Rüssel aus dem bis zu 30 cm tiefen Sporn saugt. Schwärmer und Blüte sind ein eindrucksvolles Beispiel für gegenseitige Anpassungen und die gemeinsame Evolution zweier Organismen (Koevolution).

Xanthopan morgani besucht
Angraecum sesquipedale





Darwins Buch von 1877 über Heterostylie und ähnliche Phänomene

VERMEIDUNG VON SELBSTBESTÄUBUNG IST DER SCHLÜSSEL ZUM VERSTÄNDNIS VIELER BLÜTEN

Das Orchideenbuch Darwins, das die Blütenbiologie neu belebt hat, schließt mit der Feststellung: „Es ist kaum eine Übertreibung, wenn wir sagen, dass die Natur uns hier mitteilt, und zwar in der emphatischsten Weise, dass sie eine ständige Selbstbefruchtung verabscheut.“ Immer wieder versuchten Darwin und die von ihm in diesem Sinne angeworbenen Kollegen, dies an immer neuen Beispielen nachzuweisen.

In diesen Zusammenhang gehört auch die Entdeckung, auf die Charles Darwin zeitlebens sehr stolz war: „Dass ich aufklären konnte, welche Bedeutung die Heterostylie von Pflanzen hat, macht mir so viel Freude wie keine meiner kleinen Entdeckungen sonst.“ Was verbirgt sich hinter dieser großen Freude? Schon früher war bekannt, dass es bei Primeln Formen mit langen und andere mit kurzen Griffeln gibt. Dies bezeichnet man als Heterostylie – Verschiedengriffeligkeit (griechisch *stylos* – Griffel). Darwin untersuchte dieses Phänomen ab 1860 und ließ – besonders auch seine Kinder – Primelblüten sammeln. Er wies nach, dass beide Formen im gleichen Verhältnis vorkamen und nur eine Bestäubung zwischen beiden Formen zu einem Samenansatz führte. Darwin stellte dies ganz richtig in den Zusammenhang mit der Sicherung der Fremdbestäubung.

Illegitime Verbindung.
Unvollkommene Fruchtbarkeit.

Illegitime Verbindung.
Unvollkommene Fruchtbarkeit.

Legitime Verbindung.
Vollkommene Fruchtbarkeit.

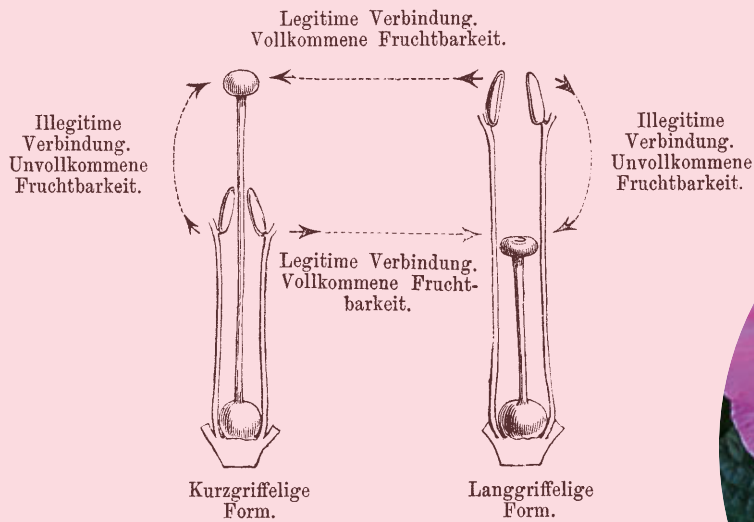
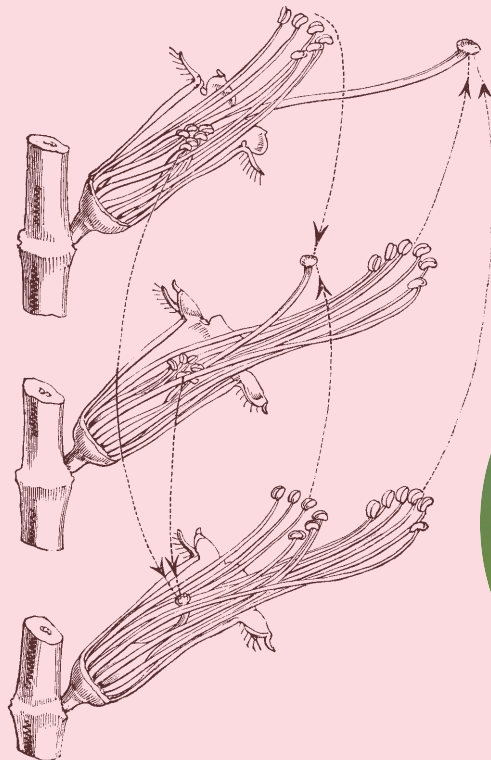
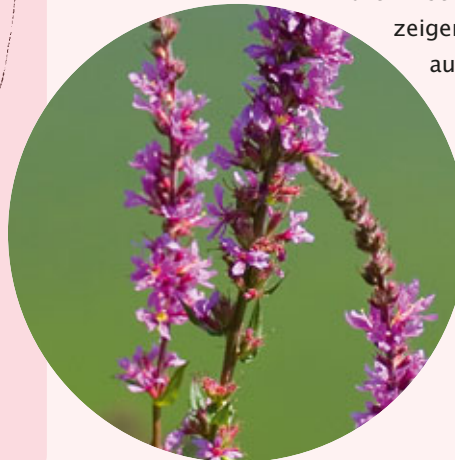


Fig. 2.

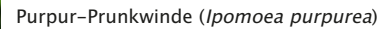
Zwei Griffelformen (Distylie) bei Primeln



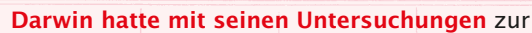
Auch ein wesentlich komplexerer Fall konnte von ihm geklärt werden: Der Blutweiderich (*Lythrum salicaria*) besitzt sogar drei unterschiedliche Blütenformen. Auch hier ist eine erfolgreiche Bestäubung nur zwischen den verschiedenen Formen möglich. Diese Tristylie sichert ebenfalls die Fremdbestäubung und damit – so würden wir es heute formulieren – die Durchmischung des Erbgutes. Darwin konnte damit zeigen, dass die Blüten sowohl Produkte als auch Werkzeuge der Evolution sind.



Drei Griffelformen (Tristylie)
beim Blutweiderich



stellung der Messungen (in zehn Generationen).



er	65,66	wie 100 zu 76
nrer		
md-	65,33	wie 100 zu 79
was ist		
suchte	64,83	wie 100 zu 68
iren.		
lan-	63,14	wie 100 zu 86
ngen	33	wie 100 zu 75
m-		
nte er	63,16	wie 100 zu 72
	68,25	wie 100 zu 81
	96,65	wie 100 zu 85
	64,07	wie 100 zu 79
	50,40	wie 100 zu 71
		enn Ger
		sammen g

64,07	wie 100 zu 79	XI.
50,40	wie 100 zu 50	ein Generation zusammen genommen

Zusammenfassung der über zehn Jahre durchgeführten Messungen an Purpur-Prunkwinden nach Selbst- und Fremdbestäubung

Tabelle XVII.

Ipomoea purpurea. Zusammenstellung der Messungen (in Zellen) von den zehn Generationen.

Zahl der Generation	Zahl der gekreuzten Pflanzen	Mittlere Höhe der gekreuzten Pflanzen	Zahl der selbstbefruchteten Pflanzen	Mittlere Höhe der selbstbefruchteten Pflanzen	Verhältnis zwischen der mittleren Höhe gekreuzter und selbstbefruchteter Pflanzen
Erste Generation . .	6	86,00	6	65,06	wie 100 zu 76
Tabelle I.					
Zweite Generation . .	6	84,16	6	66,33	wie 100 zu 79
Tabelle II.					
Dritte Generation . .	6	77,41	6	52,83	wie 100 zu 68
Tabelle III.					
Vierte Generation . .	7	69,78	7	60,14	wie 100 zu 86
Tabelle V.					
Fünfte Generation . .	6	82,54	6	62,33	wie 100 zu 75
Tabelle VI.					
Sechste Generation . .	6	87,50	6	63,16	wie 100 zu 72
Tabelle VII.					
Siebente Generation . .	9	83,94	9	68,25	wie 100 zu 81
Tabelle VIII.					
Achte Generation . .	8	113,25	8	96,65	wie 100 zu 85
Tabelle IX.					
Neunte Generation . .	14	81,39	14	64,07	wie 100 zu 79
Tabelle X.					
Zehnte Generation . .	5	93,70	5	50,40	wie 100 zu 54
Tabelle XI.					
Alle zehn Generationen zusammen genommen .	73	85,84	73	66,02	wie 100 zu 77

Eine seiner Versuchspflanzen war die Purpur-Prunkwinde, *Ipomoea purpurea*. Darwin begann seine Versuchsreihe mit einer einzelnen Pflanze. Er bestäubte zehn Blüten dieser Pflanze mit ihrem eigenen Pollen und zehn weitere Blüten mit Pollen eines anderen Exemplars. Die Samen, die auf diese Weise entstanden, brachte er zur Keimung und pflanzte jeweils einen Sämling aus Selbstbefruchtung und einen aus Fremdbefruchtung zusammen in einen Topf. Dann verglich er das Wachstum dieser Pflanzen. Zu Darwins Überraschung bestand schon in der ersten Generation ein beträchtlicher Unterschied. Die Nachkommen aus Fremdbefruchtung wuchsen stets deutlich höher als die Nachkommen aus Selbstbefruchtung.

Damit hatte Darwin den ersten Beleg für ein Phänomen erbracht, das wir heute als Inzuchtdepression bezeichnen. Darwin hatte allerdings noch keine Möglichkeit, die Ursache für das schwächere Wachstum der selbstbefruchteten Nachkommen zu erklären. Das ist erst durch die moderne Genetik möglich geworden. Heute wissen wir, dass Selbstbefruchtung innerhalb weniger Generationen zu reinerbigen Nachkommen führt, bei denen sich nachteilige Genkombinationen stärker ausprägen als bei Nachkommen verschiedener Eltern.

Zahl der Generation	Zahl der gekreuzten Pflanzen	Mittlere Höhe der gekreuzten Pflanzen	Zahl der selbstbefruchteten Pflanzen	Mittlere Höhe der selbstbefruchteten Pflanzen	Verhältnis zwischen der mittleren Höhe gekreuzter und selbstbefruchteter Pflanzen
Erste Generation . .	6	86,00	6	65,06	wie 100 zu 76
Tabelle I.					
Zweite Generation . .	6	84,16	6	66,33	wie 100 zu 79
Tabelle II.					
Dritte Generation . .	6	77,41	6	52,83	wie 100 zu 68
Tabelle III.					
Vierte Generation . .	7	69,78	7	60,14	wie 100 zu 86
Tabelle V.					
Fünfte Generation . .	6	82,54	6	62,33	wie 100 zu 75
Tabelle VI.					
Sechste Generation . .	6	87,50	6	63,16	wie 100 zu 72
Tabelle VII.					
Siebente Generation . .	9	83,94	9	68,25	wie 100 zu 81
Tabelle VIII.					
Achte Generation . .	8	113,25	8	96,65	wie 100 zu 85
Tabelle IX.					
Neunte Generation . .	14	81,39	14	64,07	wie 100 zu 79
Tabelle X.					
Zehnte Generation . .	5	93,70	5	50,40	wie 100 zu 54
Tabelle XI.					
Alle zehn Generationen zusammen genommen .	73	85,84	73	66,02	wie 100 zu 77



Der Schildförmige Sonnentau (*Drosera peltata*) ist von Indien bis Japan und Australien verbreitet.



DARWIN ENTDECKT TIERISCHE EIGENSCHAFTEN AN FLEISCHFRESSENDEN PFLANZEN

Darwin illustriert die Krümmungsbewegung der Tentakeln am Beispiel des heimischen Rundblättrigen Sonnentaus (*Drosera rotundifolia*).

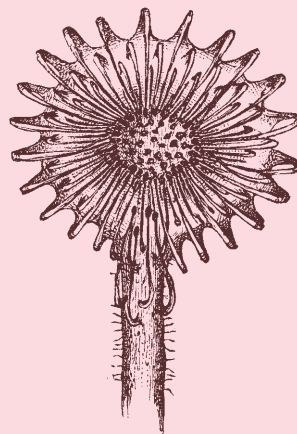


Fig. 4. (*Drosera rotundifolia*) Blatt (vergrößert) mit allen Tentakeln dicht eingebogen nach Eintauchung in eine Lösung von phosphorsaurem Ammoniak (ein Theil auf 87500 Wasser).

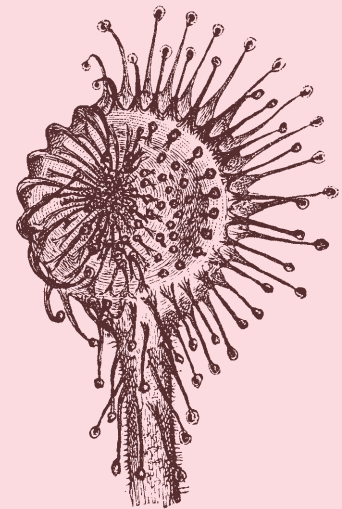


Fig. 5. (*Drosera rotundifolia*) Blatt (vergrößert) mit den Tentakeln der einen Seite über ein Stückchen auf die Scheibe gebrachten Fleisches eingebogen.



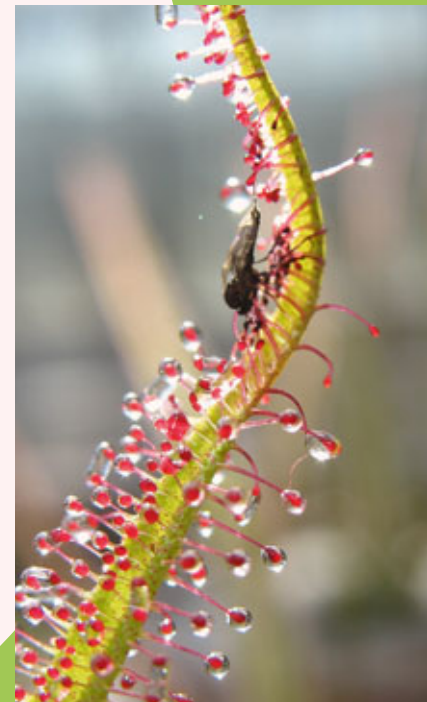
Venusfliegenfalle

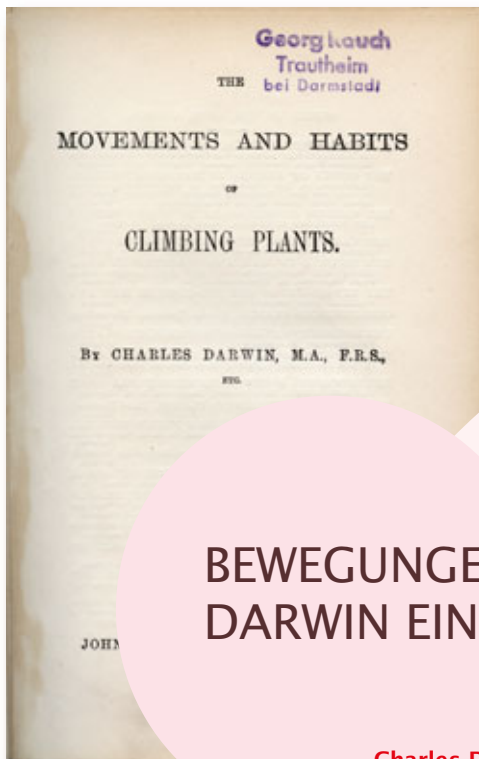
Bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts war die Existenz von fleischfressenden Pflanzen umstritten. Berichte von angeblicher Karnivorie im Pflanzenreich wurden als „Botanikerlatein“ abgetan. Für Carl von Linné (1707–1778) verstieß dies gegen die gottgewollte Ordnung der Natur. Erst Charles Darwin legte 1875 in seinem Buch *Insectivorous Plants* überzeugend dar, dass die Natur auf diese vermeintliche Ordnung, in der Pflanzen nur als Nahrungsgrundlage vorkommen, in einigen Fällen wohl keine Rücksicht genommen hat.

Darwins Interesse an fleischfressenden Pflanzen wurde im Sommer 1860 geweckt, als er bei einem Spaziergang auf den Blättern des Sonnentaus (*Drosera*) massenhaft gefangene Insekten beobachtete. Durch Experimente erkannte er, dass das Fangblatt mit seinen Tentakeln bei diesen Pflanzen zur Bewegung fähig ist. Und er stellte fest, dass Stückchen von Käse und rohem Fleisch von bestimmten Drüsen auf den Blättern verdaut werden. Darwin kam zu dem Schluss, dass der Sonnentau nur durch die Nährstoffe aus den verdauten Insekten an seinen extrem nährstoffarmen Standorten überleben kann. Auch Pflanzen mit anderen Fangstrategien entlarvte Darwin als Karnivore, so etwa die Venusfliegenfalle (*Dionaea*) oder den Wasserschlauch (*Utricularia*) mit seinen komplizierten Saugfallen.

Heute kennt man über 600 Arten von fleischfressenden Pflanzen, die mithilfe umgewandelter Blätter Tiere fangen und verdauen. Die Karnivorie hat sich bei Blütenpflanzen mindestens fünfmal unabhängig voneinander entwickelt. Die spannende Frage nach der Signalleitung bei den Fangbewegungen einiger Arten, die auch Darwin brennend interessiert hatte, ist zwar noch nicht restlos geklärt. Aber man weiß heute, dass elektrische Signale wie in den Nervenzellen der Tiere eine entscheidende Rolle spielen.

Der südafrikanische Königs-Sonnentau (*Drosera regia*) mit Beute





BEWEGUNGEN VON PFLANZEN WAREN FÜR DARWIN EIN HINWEIS AUF EVOLUTION

Charles Darwin nahm Anregungen von überall her auf. Sein amerikanischer Kollege Asa Gray veröffentlichte 1858 eine kurze Mitteilung über die besondere Empfindlichkeit der Ranken kletternder Pflanzen gegenüber Berührungen. Daraufhin beschäftigte sich Darwin über zwei Jahrzehnte lang mit Kletterpflanzen und später allgemein mit pflanzlichen Bewegungen. Dabei entdeckte er eine Eigenschaft, die alle von ihm untersuchten Kletterpflanzen kennzeichnet: Immer führt der über seine Stütze hinauswachsende Teil der Kletterpflanze eine kreisförmige Suchbewegung durch.

Änderung der Drehrichtung bei Ranken der
Zaunrübe (*Bryonia dioica*)

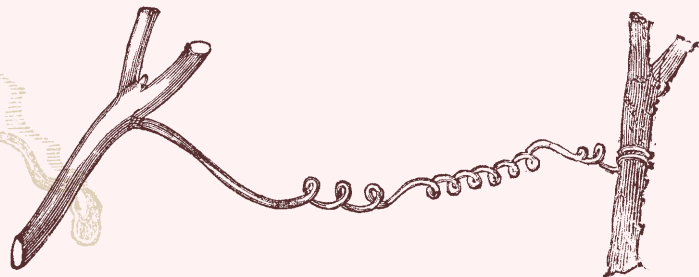
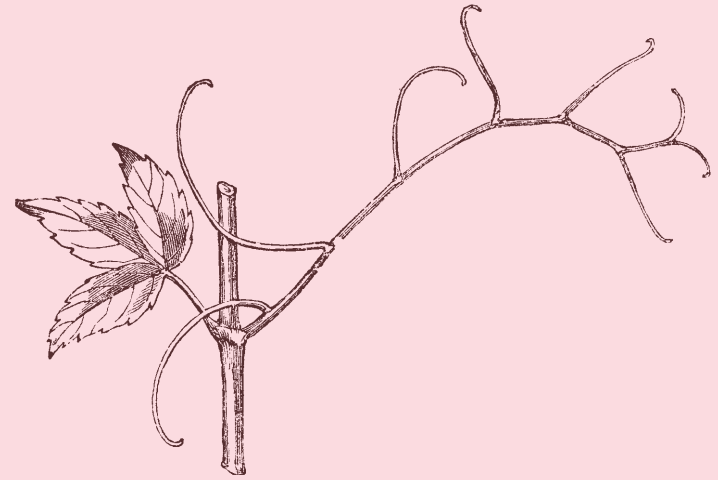


Fig. 13.

A caught tendril of *Bryonia dioica*, spirally contracted in reversed directions.



Windende Sprossspitze eines Hundsgiftgewächses (*Matelea*)

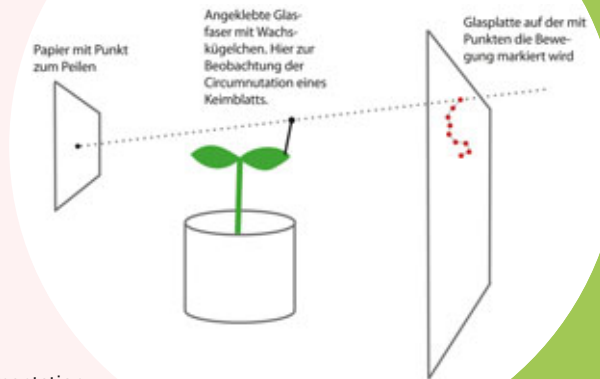


Junge Ranke der Jungfernnarbe (*Parthenocissus quinquefolia*)

Ausgehend von diesen Untersuchungen studierte Darwin die pendelartigen Bewegungen, die fast alle Pflanzenteile während ihres Wachstums aufweisen. Diese setzen schon beim jungen Keimling ein und betreffen den Spross und die Keimwurzel. Für diese Bewegungen prägte Darwin um 1880 den noch heute verwendeten Begriff „Circumnutation“ (lat. *circum* – im Kreis, *nutare* – nicken, schwanken). Die Aufklärung der genauen Hintergründe dieser Bewegungen ist immer noch Gegenstand aktueller Forschungen, die auch Experimente im Weltraum beinhalten.

Da Circumnutationen offensichtlich bei nahezu allen Pflanzen vorkommen, folgerte Darwin, dass diese Bewegungen eine ursprüngliche Eigenschaft aller Pflanzen seien, von denen sich andere Bewegungsformen im Verlauf der Evolution entwickelt haben. Obwohl von Darwin nicht ausdrücklich so formuliert, sollten diese Annahmen wohl auch als indirekter „Beweis“ für die gemeinsame Abstammung aller Äste des evolutionären Stammbaums der Pflanzen verstanden werden.

Darwins eigenwillige Dokumentation
der Bewegungen wachsender pflanzlicher Organe



DARWIN EXPERIMENTIERT MIT SCHLAFENDEN PFLANZEN

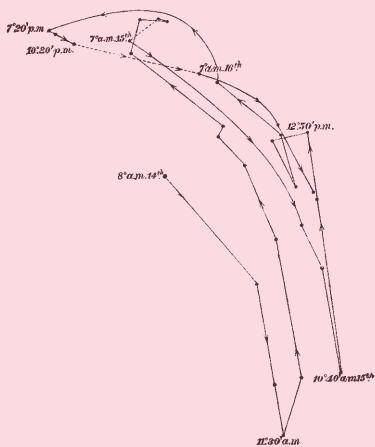


Der Schlafbaum (*Albizia julibrissin*) faltet nachts seine Blätter zusammen.



Viele Pflanzen verändern nachts die Stellung ihrer Blätter. Meist hängen die Blätter dann herab, als hätte die Pflanze zu wenig Wasser bekommen. Diese „Schlafstellungen“ der Pflanzen waren bereits in der Antike beschrieben worden, und auch Linné hatte ein Buch darüber verfasst.

Aber es blieb Charles Darwin vorbehalten, als erster die Schlafbewegungen experimentell zu untersuchen und ihre Bedeutung zu klären. In seinem Buch *The Power of Movement in Plants* (1880) geht er ausführlich auf dieses Phänomen ein. Indem er jeweils einige Blätter seiner Versuchspflanzen mit feinen Nadeln fixierte und damit ihre Schlafbewegungen verhinderte, konnte Darwin zeigen, dass das Einklappen der Blätter ein wirksamer Schutz vor Kälteschäden in klaren Nächten darstellt. Aber seine Versuche gingen weiter. Er zeichnete die Bewegungen der Blätter über Zeiträume von bis zu 72 Stunden exakt auf. Er war überzeugt, dass es sich hierbei um eine Sonderform der autonomen Kreisbewegungen (Circumnutationen) aller wachsenden Pflanzenorgane handelt.



Darwins Aufzeichnung der Bewegung eines einzelnen Fiederblättchens der Sinnpflanze über 49 Stunden

Das Blattgelenk (Pulvinus) ist für die Bewegung verantwortlich.



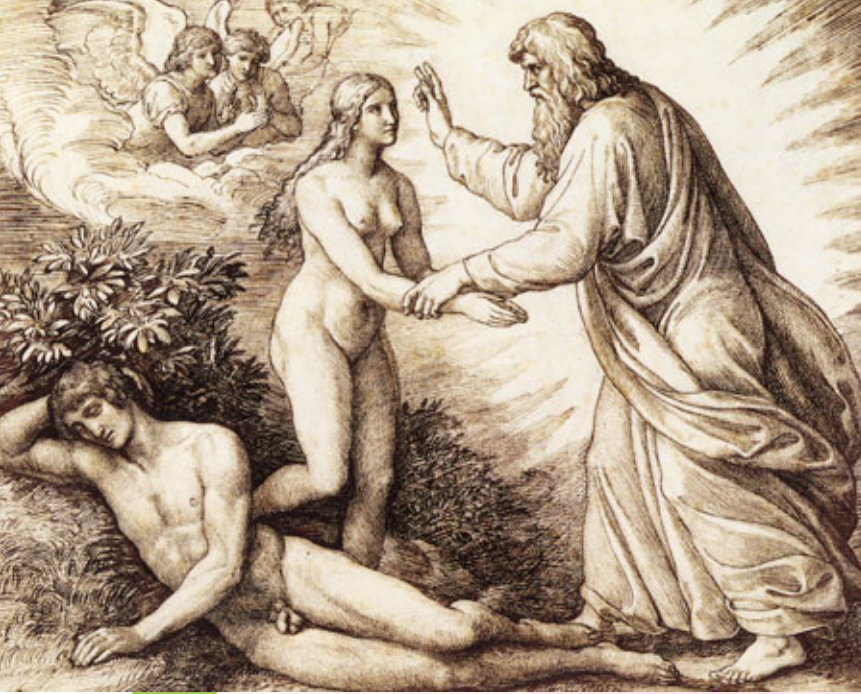
Die eindrucksvollsten Schlafbewegungen zeigen Pflanzen mit besonderen Blattgelenken. Ein Beispiel ist die Sinnpflanze, *Mimosa pudica*, an der Darwin zahlreiche Messungen durchführte. Die Sinnpflanze senkt nachts ihre Blattstiele ab, und die einzelnen Fiederblättchen werden zusammengeklappt. Verursacht wird diese Bewegung vornehmlich durch einen Druckabfall in den Zellen auf der Unterseite der Blattgelenke. Darwin untersuchte an der Sinnpflanze nur die langsamen Schlafbewegungen, nicht aber das abrupte Zusammenklappen der Blätter nach einer Berührung. Dabei ist dies die spannendere Bewegung, denn wie bei den Fangbewegungen einiger Karnivoren wird hier die Erregung offenbar durch ein elektrisches Signal weitergeleitet.

Die Fiederblättchen der Sinnpflanze bewegen sich in der Schlafstellung nach oben und schräg nach vorne.



Junge Sinnpflanze mit ausgebreiteten (linke Seite) und zusammengeklappten Blättern nach einem Berührungsreiz





Die Erschaffung Evas, Julius Schnorr von Carolsfeld, 1821

Die Entstehung hochkomplexer Klemmfallenblumen in der Familie der Hundsgiftgewächse (im Bild *Caralluma dioscoridis*) ist als schrittweise Abwandlung einer einfachen funktionalen Vorstufe gut belegt.



KREATIONISMUS UND INTELLIGENT DESIGN SIND KEINE ALTERNATIVEN

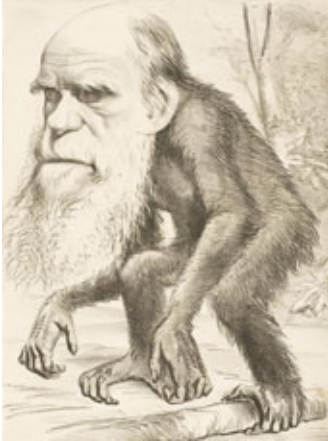
Schon zu Darwins Zeit wurde die Erkenntnis, die Lebewesen hätten sich aus einem gemeinsamen Vorfahren entwickelt, besonders von kirchlicher Seite bekämpft. Sie widersprach den in der Schöpfungsgeschichte der Bibel geschilderten Abläufen und hob die Sonderstellung des Menschen auf. Auch heute leugnen fundamentalistisch-religiöse Kreise die Tatsache der Evolution und nehmen die Berichte der Bibel bis hin zu den Zeitangaben wörtlich. Derartiger Kreationismus (lateinisch *creatio* – Schöpfung) findet viele Anhänger in den USA, aber auch innerhalb fundamentalistisch-islamischer Kreise. In den USA wird vor Gerichten darum gestritten, die biblische Schöpfungsgeschichte („Creation Science“) und die Evolutionslehre gleichberechtigt im naturwissenschaftlichen Unterricht an Schulen zu behandeln.

Ein weiteres, nicht unmittelbar biblisches Argument wurde schon von William Paley (1743–1805), einem der theologischen Referenzautoren Darwins geäußert: Wenn man auf einer Heide eine Taschenuhr findet, muss man notwendig auf einen Uhrmacher, einen „intelligenten Designer“ schließen, der diese Uhr konstruiert hat. Die Zweckmäßigkeit und Komplexität der Lebewesen erzwingt in Augen der Vertreter des „Intelligent Design“ (ID) den Schluss auf ein höheres Wesen als Schöpfer. Eine wichtige Rolle spielt das Argument der „irreduziblen Komplexität“ – Strukturen, bei denen der Ausfall eines Bauteils einen völligen Funktionsverlust zur Folge hätte. Mit diesem Argument wird deren schrittweise Entstehung ausgeschlossen und zur Erklärung der Eingriff dieses nicht näher genannten „intelligenten Designers“ angeführt. Ein derartiger Ansatz erklärt aus naturwissenschaftlicher Sicht nichts und ist keine Alternative zu den Modellen der Evolutionstheorie, die – notwendigerweise – an der einen oder anderen Stelle noch lückenhaft sind. Doch gibt es zwischen Biologie und Religion jenseits dieser wissenschaftlich wie theologisch nicht ernst zu nehmenden Argumentation durchaus einen fruchtbaren Dialog.



Darwin-Karikatur, *The London Sketch Book*, 1874

DAS KANN ICH NICHT GLAUBEN – KREATIONISMUS UND INTELLIGENT DESIGN



■ **Die auf Darwin** fußende Vorstellung von einer biologischen Evolution geht von zufälligen Mutationen und Auslese aus. Sie rief schon bei Zeitgenossen heftige Kontroversen hervor, die bis heute fortbestehen. Wahrscheinlich war und ist der Widerspruch besonders deshalb so leidenschaftlich, weil der Mensch in die Evolution einbezogen wurde und „vom Affen abstammen“ sollte. Typisch für die emotionale Ablehnung des Gedankens ist die klassische Karikatur, die Darwin mit dem Körper eines Affen darstellt.

Die darwinistische Evolutionstheorie wird von mehreren Denkrichtungen abgelehnt. Nimmt man den Text der Bibel wörtlich, so hat Gott alle jetzt existierenden Lebewesen in sechs Tagen erschaffen, und dieser Schöpfungsvorgang erfolgte vor etwas über 6000 Jahren. Unter dieser Voraussetzung, die alle geologischen Aussagen

über Erdzeitalter für irrig hält, kann es keine Evolution geben, denn die Schöpfung ist in einem einmaligen Vorgang abgeschlossen. Fossile Pflanzen und Tiere sind nach dieser Interpretation in der Sintflut umgekommen. Diese Überzeugung wird als Kreationismus bezeichnet. Der Bibelglaube und die wörtliche Auslegung des Textes sind für die Anhänger dieser Überzeugung die einzigen akzeptierten Argumente, und alle naturwissenschaftlichen Beobachtungen müssen von vornherein falsch sein.

Neben Kreationismus und biologischer Evolutionslehre ist eine dritte Ansicht weit verbreitet, die als Intelligent Design bezeichnet wird. Die heutigen Vertreter des Intelligent Design akzeptieren das Auftreten von Mutationen, durch die sich die existierenden Arten in Details verändern können. Im Wesentlichen soll aber den Arten, bzw.

Prof. Dr. Hans Martin Jahns | Heinrich–Heine–Universität Düsseldorf

den Artengruppen jeweils ein grundlegender Bauplan zugrunde liegen, der auf einen Schöpfungsvorgang zurückgehen muss.

Komplexität

Da Biologen, die sich an Darwin orientieren, vom Bauplan einer Pflanze sprechen, wird von Vertretern des Intelligent Design angeführt, dass das Wort „Plan“ einen Planer voraussetzt. Hier wird ignoriert, dass in der Biologie das Wort rein beschreibend für die Anordnung der Strukturen benutzt wird. Das Argument ist also eine semantische Spielerei ohne wirkliche Aussage.

Das Hauptargument gegen den Darwinismus ist aber nach Ansicht der Skeptiker die Existenz komplizierter Organe, die in sehr vielen Schritten durch zufällige Mutationen entstanden sein müssten, wobei jeder Schritt

schon eine deutliche Verbesserung darstellen müsste, um sich gegen Konkurrenz durchzusetzen. Dies würde so viel hintereinander geschaltete Zufälle erfordern, dass der Vorgang nicht glaubhaft erscheint. Vor allem wird postuliert, erst das endgültig fertige Organ könne seine Funktion erfüllen, so dass die Entwicklungsschritte keinen Vorteil ergäben.

In Wirklichkeit verlangt ein modernes Evolutionsverständnis nicht, dass eine neue Struktur einen Vorteil darstellt, der andere Konkurrenten verdrängt (Kampf ums Dasein). Es reicht aus, dass die veränderte Form funktionsfähig ist. Pflanzen streben nicht wie der Mensch Optimierung an. Auch kann man sich durchaus vorstellen, dass unvollkommene Vorstadien schon die Überlebenschancen verbessert haben. Vor allem müssen aber längst nicht alle Details eines komplexen Organs in

einer Evolutionskette neu erfunden werden, sondern viele Konstruktionsprinzipien sind in der Pflanze bereits an anderer Stelle vorhanden und müssen eher neu kombiniert als neu erfunden werden. Grundsätzlich können also komplizierte Entwicklungen auf „Wissen“ zurückgreifen, das im Genom vorhanden ist.

Zwischenstufen

Natürlich sind die notwendigen Zwischenstufen für den Biologen nur denkbar und oft nicht belegbar. Für einen Beweis wären fossil gefundene Übergangsstadien erforderlich. Solch vergängliche Strukturen sind aber nur selten erhalten. In Verwandtschaftsbereichen, in denen zahlreiche Funde zur Verfügung stehen, zum Beispiel bei den Farnen und frühen Blütenpflanzen, die sich in den Steinkohlewäldern erhalten haben, ist eine Fülle

„**DAS HAUPTPROBLEM** in den meisten Diskussionen ist der mögliche Gegensatz zwischen Darwinismus und Glaube.“ ■

komplexer Übergangsstadien belegt, so dass hier die Ableitung komplexer Organe durch Übergangsformen nachvollzogen werden kann.

Der eigentliche Schwachpunkt in der Argumentation des Intelligent Design ist grundsätzlicher Natur. Auch wenn der Biologe sich keine sinnvollen Zwischenstadien vorstellen kann, so kann man aus der Tatsache des Nichtwissens nicht ableiten, dass die Evolutionstheorie falsch ist. Der Biologe hat keine Scheu zu sagen: „Das weiß ich noch nicht“. Intelligent Design folgert dann: „Dann kann es das auch nicht geben“. Diese Argumentation ist unredlich.

Die Lehre des Intelligent Design ist deshalb verlockend, weil viele Menschen nicht akzeptieren mögen, dass

der Zufall eine entscheidende Rolle spielt, und auch die Entwicklung des Menschen bestimmt hat.

Akzeptanz

Es ist interessant nach der heutigen Akzeptanz der verschiedenen Denkweisen zu fragen. In Deutschland wird der Darwinismus im Durchschnitt von 50% der Bevölkerung akzeptiert, wobei es bei verschiedenen Bevölkerungsgruppen eine Abhängigkeit von unterschiedlichen Faktoren gibt (siehe Tabelle).

In USA wird der Darwinismus nur von 26% der Bevölkerung akzeptiert, 18% vertreten Intelligent Design und 48% bekennen sich zum Kreationismus. Während eine Auseinandersetzung zwischen den verschiedenen

	Kreationisten	Intelligent Design	Evolutionslehre
Regelmäßige Kirchgänger	33 %	48 %	20 %
Römisch-katholisch	15 %	35 %	50 %
Evangelisch	15 %	30 %	55 %
Konfessionslos	4 %	10 %	86 %
Alte Bundesländer	14 %	30 %	56 %
Neue Bundesländer	8 %	10 %	82 %

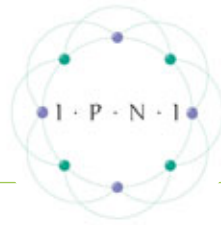
Akzeptanz der Evolutionslehre in Deutschland, Tabelle nach *forsa*.

Denkrichtungen in Deutschland eher eine Randerscheinung ist, ist der Streit in den USA sehr heftig und von politischer Bedeutung. Von den Präsidenten sprach sich Ronald Reagan für Kreationismus aus („in meinem Stammbaum gibt es keine Affen“), während G.W. Bush sich zum Intelligent Design bekannte. Es wurde in vielen Staaten der USA in neuerer Zeit festgelegt, dass Intelligent Design und Darwinismus als gleichberechtigte unbewiesene Theorien in gleicher Länge im Biologieunterricht behandelt werden müssen. Kreationismus muss im Religionsunterricht behandelt werden. In einigen Schulen wird auf jede Behandlung der Evolution verzichtet, um den Konflikten mit Kirchen und Eltern aus dem Weg zu gehen.

Das Hauptproblem in den meisten Diskussionen ist der mögliche Gegensatz von Darwinismus und Glaube. Der große deutsche Naturforscher Haeckel war einer der energischsten Verfechter der Ansichten Darwins. Haeckel vertrat den Monismus, eine Lehre, die für alles Geschehen eine einzige Ursache sieht. Haeckels Ansicht kann in dem Satz „Gott ist in der Natur, alle Natur ist gemeinsam Gott“ zusammengefasst werden. Natürlich war diese Auffassung für die Kirche nicht akzeptabel. Einen anderen Ansatz vertrat der katholische Priester und Anthropologe Teilhard de Chardin. Er war überzeugt, dass die Kirche die Form ihrer Lehre von der göttlichen Wahrheit an den naturwissenschaftlichen Erkenntnissen orientieren muss. Er sah keinen

Widerspruch zwischen darwinistischer Evolutionslehre und Glauben. „Gott macht, dass die Dinge sich machen. Mutationen sind Ertasten von Gottes vollkommenem Gestaltideal.“ Für ihn wuchs die Erkenntnis des Göttlichen direkt mit dem wissenschaftlichen Erkennen.

Auch Chardins Lehre wurde in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts von der Kirche abgelehnt, aber diese Haltung hat sich geändert. Pius XII und Johannes Paul II. erklärten, dass „Evolutionstheorie mehr als nur eine Hypothese“ ist (Theistische Evolution). 2005 wurde von Vertretern des Vatikans festgestellt, dass „Genesis und Darwin vollständig verträglich sind, wenn die Bibel korrekt interpretiert wird“.



The International Plant Names Index

Die Bände des „Index Kewensis“ — über ein Jahrhundert lang unverzichtbares Hilfsmittel auch in Botanischen Gärten

INDEX KEWENSIS

AN ENUMERATION OF THE GENERA AND SPECIES
OF
FLOWERING PLANTS

FROM THE TIME OF LINNAEUS TO THE YEAR 1885 INCLUSIVE
TOGETHER WITH THEIR AUTHORS' NAMES, THE WORKS IN
WHICH THEY WERE FIRST PUBLISHED, THEIR NATIVE COUNTRIES
AND THEIR SYNONYMS

COMPILED AT THE EXPENSE OF
THE LATE CHARLES ROBERT DARWIN
UNDER THE DIRECTION OF JOSEPH D. HOOKER
BY
B. DAYDON JACKSON

VOLUME I
OXFORD
AT THE CLARENDON

PREFACE

SHORTLY before his death, Mr. Darwin informed me of his intention to devote a considerable sum in aid or furtherance of some work of utility to biological science; and to provide for its completion, should this not be accomplished during his lifetime. He further informed me that the difficulties he had experienced in accurately designating the many plants which he had studied, and ascertaining their native countries, had suggested to him the compilation of an Index to the Names and Authorities of all known Flowering Plants and their Countries, as a work of supreme importance to Students of Systematic and Geographical Botany, and to Horticulturists, and as a fitting mode of fulfilling his intentions.

I have only to add that, at his request, I undertook to direct and supervise such a work; and that it is being carried out at the HERBARIUM OF THE ROYAL GARDENS, KEW, with the aid of the staff of that establishment.

JOS. D. HOOKER

Titel und Vorwort des „Index Kewensis“ mit einer Würdigung Darwins als Sponsor

DARWIN FINANZIERT DAS REGISTER DER PFLANZENNAMEN

Berberis darwinii
aus Patagonien — eine der
schönsten Berberitzen



1 · P · N · I

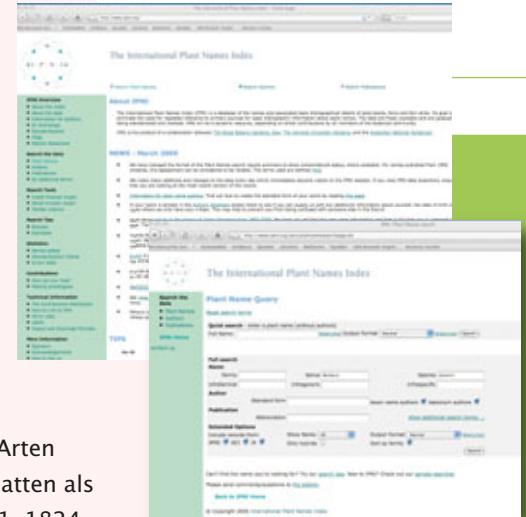
The International Plant Names Index

Grundlage jeder wissenschaftlichen Arbeit mit lebenden Organismen ist die korrekte Verwendung von Namen. Andernfalls ist eine Verständigung von Wissenschaftlern über ihre Untersuchungsobjekte nicht möglich. Das erfuhr Darwin schmerzlich auf seiner Beagle-Reise, da damals verlässliche Referenzlisten für Pflanzennamen nicht existierten. Die wissenschaftlichen Namen, die im Tier- und Pflanzenreich auf Carl von Linné zurückgehen, bilden die Grundlage derartiger Listen. In den *Species Plantarum*, dem Basiswerk der Namensgebung von Pflanzenarten, wurden 1753 etwa 5.900 Artnamen festgelegt.

In den darauf folgenden Jahrzehnten wurden hunderte neuer Arten bekannt, beschrieben und benannt, und die *Species Plantarum* hatten als aktuelles Referenzwerk ausgedient. Ersetzt wurde das Werk 1821–1824 durch den *Nomenclator botanicus* des Arztes Ernst Gottlieb von Steudel, der etwa 40.000 Arten auflistete. Die ungeheure Menge neuer Arten, die in der Zeit der kolonialen Ausdehnung der Europäer und der Erschließung neuer Kontinente bekannt wurde, erforderte ein neues Referenzwerk. Und in diesem Prozess war die „Beagle“ mit dem jungen Darwin eben auch ein kleines Mosaiksteinchen – immerhin waren fast alle von Darwin auf den Galapagosinseln gesammelten Arten neu für die Wissenschaft. Joseph Dalton Hooker, Direktor von Kew Gardens, eine der größten botanischen Sammlungen der Welt, bat seinen langjährigen Freund Charles Darwin um finanzielle Unterstützung des großen Projektes einer neuen Referenzliste aller bekannten Namen. Diese sagte Darwin zu und sicherte dieses „Sponsoring“ auch in seinem Testament ab. Ergebnis war der monumentale „Index Kewensis“, der 1883 in zwei Grundbänden erschien, die etwa 400.000 Namen enthielten und durch 20 Ergänzungsbände bis 1996 immer wieder erweitert wurden.

The International Plant Names Index

Darwins Name wird immer mit diesem Index verbunden bleiben und belegen, dass ihm auch ganz praktische Dinge sein eigenes Geld wert waren.



Anstelle der zeitraubenden Suche im „Index“ sind heute sekundenschnelle Online-Abfragen bei www.ipni.org möglich.

DARWINS GARTEN

Die botanische Forschung Darwins bietet einen guten Zugang zu seiner Evolutionstheorie. Diese These stand am Anfang unserer Ausstellung. Unser Ziel war es, Ihnen einen weitgehend unbekannten Charles Darwin vorzustellen, der zur Untermauerung seiner Theorie mit unbändiger Neugier, genialer Kreativität und kaum vorstellbarer Ausdauer botanische Themen erforscht hat. Die Originalität seines Denkens wird in den botanischen Arbeiten sofort erkennbar. Das macht es lohnend, sich auch heute noch mit ihnen auseinanderzusetzen. Und es zeigt, mit welchen einfachen Mitteln jeder von uns grundlegende Prinzipien der Evolution in der Natur entdecken kann.

Darwin konnte sich den Luxus leisten, als Privatgelehrter in seinem eigenen Garten und Gewächshaus zu forschen. In dieser Form findet botanische Forschung heute nicht mehr statt. „Darwins Garten“, diese Funktion nehmen heute die etwa 2.500 Botanischen Gärten in aller Welt wahr. Allein in Deutschland gibt es mehr als 90 Botanische Gärten, die umfangreiche Sammlungen lebender Pflanzen kultivieren, um Aufgaben in den Bereichen Forschung und Lehre, der Bildung und des Arten- und Naturschutzes zu erfüllen. Zusammen kultivieren sie etwa 50.000 Pflanzenarten, die auf diese Weise für Wissenschaft und Weiterbildung zugänglich sind.



Charles-Darwin-Weg

Naturforscher, Begründer der modernen Evolutionstheorie und der botanische Forschung. (* 1809 in Shrewsbury, † 1882 in

Darwin-Weg im Botanischen Garten der Johannes Gutenberg-Universität Mainz



Für Pflanzen begeistern!

Die im Verband Botanischer Gärten zusammengeschlossenen Gärten zeigen mit „Darwins Garten – Evolution entdecken“ erstmals eine gemeinsame Ausstellung. Sie ist zeitgleich in 35 Botanischen Gärten, in Aachen, Augsburg, Bielefeld, Berlin, Bochum, Bonn, Braunschweig, Bremen, Chemnitz, Darmstadt, Dresden, Düsseldorf, Erlangen, Frankfurt (Universität), Freiburg, Hamburg, Heidelberg, Kiel, Köln, Krefeld, Leipzig, Mainz, Marburg, München, Münster, Oldenburg, Osnabrück, Potsdam, Regensburg, Stuttgart (Wilhelma), Tübingen, Ulm, Wilhelmshaven, Wuppertal und Würzburg zu sehen.



Charles Darwin

DARWINS GARTEN – EVOLUTION ENTDECKEN

BIBLIOTHEK
DES ZOOLOGISCHEN
INSTITUTS DARMSTADT

Insectenfressende Pfl.

VON

Charles Darwin.

Aus dem Englischen über

AY, ALBEMARLE
1888.

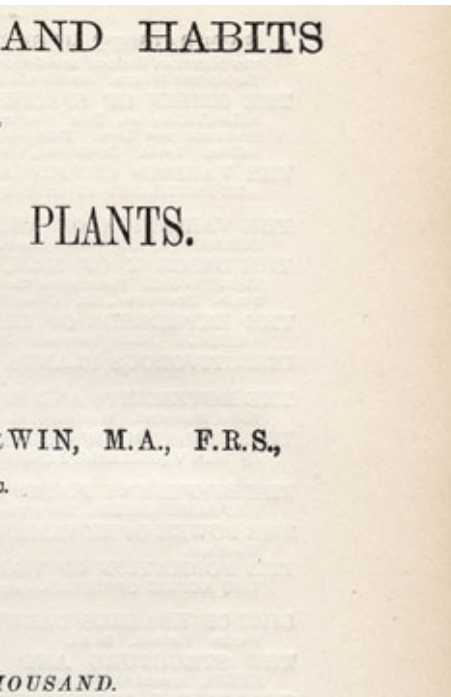
MOVEMENTS

CLIMBING

CHARLES DARWIN

THIRD EDITION





ANHANG

Auswahlbibliographie | Werke Darwins

(1839) | **Journal of researches into the geology and natural history of the various counties visited by H.M.S. Beagle, under the command of Captain Fitz Roy, R.N.** | London | Henry Colburn.

(1859) | **On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life.** | London | John Murray.

(1862) | **On the various contrivances by which orchids are fertilised by insects, and on the good effects of inter-crossing.** | London | John Murray.

(1868) | **The variation of animals and plants under domestication.** 2 Volumes. | London | John Murray.

(1871) | **The descent of man, and selection in relation to sex.** 2 Volumes. | London | John Murray.

(1872) | **The expression of the emotions in man and animals.** | London | John Murray.

(1875) | **Insectivorous plants.** | London | John Murray.

(1875) | **The movement and habits of climbing plants.** 2d edition. | London | John Murray.

(1876) | **The effects of cross and self fertilisation in the vegetable kingdom.** | London | John Murray.

(1877) | **The different forms of flowers on plants of the same species.** | London | John Murray.

(1880) | **The power of movement in plants.** | London | John Murray.

(1881) | **The formation of vegetable mould, through the action of worms, with observation on their habits.** | London | John Murray.

(1887) | **The life and letters of Charles Darwin, including an autobiographical chapter.** Edited by Francis Darwin. 3 Volumes. | London | John Murray.

(1903) | **More letters of Charles Darwin: a record of his work in a series of hitherto unpublished letters.** Edited by Francis Darwin and Albert Chase Seward. 2 Volumes. London | John Murray.

(1933) | **Charles Darwin's diary of the voyage of H.M.S. "Beagle".** Edited by Nora Barlow. | London | Pilot Press.

(1958) | **The autobiography of Charles Darwin 1809–1882.** With the original omissions restored. Edited and with appendix and notes by Nora Barlow. | London | Collins.

Alle Originalpublikationen Darwins sind auf der Internetseite www.darwin-online.org.uk frei zugänglich.

Übersetzungen und andere deutschsprachige Ausgaben der Werke Charles Darwins

(1862) | **Über die Einrichtungen zur Befruchtung Britischer und ausländischer Orchideen durch Insekten und die günstigen Erfolge der Wechselbefruchtung.** Übers. von H.G. Bronn. | Stuttgart | E. Schweizerbart.

(1868) | **Das Variieren der Thiere und Pflanzen im Zustande der Domestication.** Übers. von J. Victor Carus. | Stuttgart | E. Schweizerbart.

(1871) | **Die Abstammung des Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl.** 2 Bände. Übers. von J. Victor Carus. | Stuttgart | E. Schweizerbart.

(1872) | **Der Ausdruck von Gemüthsbewegungen bei dem Menschen und den Thieren.** Übers. von J. Victor Carus. | Stuttgart | E. Schweizerbart.

(1876) | **Die Bewegungen und Lebensweise der kletternden Pflanzen.** Übers. von J. Victor Carus. | Stuttgart | E. Schweizerbart.

(1876) | **Insectenfressende Pflanzen.** Übers. von J. Victor Carus. | Stuttgart | E. Schweizerbart.

(1877) | **Die verschiedenen Blütenformen an Pflanzen der nämlichen Art.** Übers. von J. Victor Carus. | Stuttgart | E. Schweizerbart.

(1877) | **Die Wirkungen der Kreuz- und Selbst-Befruchtung.** Übers. von J. Victor Carus. Gesammelte Werke, Bd. 10. | Stuttgart | E. Schweizerbart.

(1881) | **Das Bewegungsvermögen der Pflanzen.** Von Charles Darwin mit Unterstützung von Francis Darwin. Übers. von J. Victor Carus. Gesammelte Werke, Bd. 13. | Stuttgart | E. Schweizerbart.

(1882) | **Die Bildung der Ackererde durch die Thätigkeit der Würmer, mit Beobachtungen über deren Lebensweise.** Übers. von J. Victor Carus. | Stuttgart | E. Schweizerbart.

Darwin, Ch. (2006) | **Die Fahrt der Beagle.** Tagebuch mit Erforschungen der Naturgeschichte und Geologie der Länder, die auf der Fahrt von HMS Beagle unter dem Kommando von Kapitän Robert Fitz Roy, RN, besucht wurden. Mit einer Einleitung von Daniel Kehlmann. Deutsch von Eike Schönfeld. | Hamburg | mareverlag.

Darwin, Ch. (2006) | **Gesammelte Werke.** Aus dem Englischen von J. Victor Carus und H.G. Bronn. | Frankfurt | Zweitausendeins. (enthält die „Reise eines Naturforscher um die Welt“, die „Entstehung der Arten“, die „Abstammung des Menschen“ und der „Ausdruck der Gemüthsbewegungen“)

Darwin, Ch. (2008) | **Über die Entstehung der Arten im Thier- und Pflanzenreich durch natürliche Züchtung oder die Erhaltung der vervollkommenen Rassen im Kampfe um's Daseyn.** Faksimile der ersten deutschen Übersetzung nach der zweiten Auflage von H.G. Bronn. | Herausgegeben und mit einer Einleitung von T. Junker. | Darmstadt | Wissenschaftliche Buchgesellschaft.

Darwin, Ch. (2008) | **Das Lesebuch.** Herausgegeben, eingeleitet und mit Begleittexten versehen von Julia Voss. | Frankfurt | Fischer.

Darwin, Ch. (2008) | **Mein Leben.** Die vollständige Autobiographie. Herausgegeben von seiner Enkelin Nora Barlow. | Frankfurt, Leipzig | Insel Verlag.

Darwin, Ch. (2008) | **Darwin für Kinder und Erwachsene: Die ungeheure Verschiedenartigkeit der Pflanzen und Tiere.** Ausgewählt von Volker Mosbrugger. Illustriert von Hans Traxler. | Frankfurt, Leipzig | Insel Verlag.

Von Darwins Hauptwerk „Über die Entstehung der Arten“ sowie von der „Reise der Beagle“ sind zahlreiche verschiedene Ausgaben im Buchhandel erhältlich. Im Hinblick auf „Entstehung der Arten“ beruhen sie auf der Übersetzung von J. Victor Carus.

Weitere Literatur

Allan, M. (1989) | **Darwins Leben für die Pflanzen.** Der Schlüssel zur „Entstehung der Arten“. | Herrsching | Pawlak.

Barthlott, W., Porembski, S., Seine, R., Theisen, I. (2004) | **Karnivoren. Biologie und Kultur fleischfressender Pflanzen.** | Stuttgart | Verlag Eugen Ulmer.

Boulter, M. (2008) | **Darwin's garden. Down House and the origin of species.** | London | Constable.

Bresinsky, A., Körner, C., Kadereit, J.W., Neuhaus, G. & Sonnewald, U. (2008) | **Strasburger – Lehrbuch der Botanik.** 36. Auflage. | Heidelberg | Spektrum Akademischer Verlag.

Browne, J. (1995) | **Charles Darwin. Voyaging.** | London | Jonathan Cape.

Browne, J. (2002) | **Charles Darwin. The power of place.** | London | Jonathan Cape.

Browne, J. (2006) | **Darwin's Origin of Species. A biography.** | London | Atlantic Books.

Darwin, E. (1790) | **The botanic Garden. Part II Containing the loves of the plants. A poem with philosophical notes.** | London | J. Johnson (Reprint 2007; Echo Libaray).

Darwin, F. (1899) | **The botanical work of Charles Darwin.** | Ann. Bot. 13: IX – XIX.

Dawkins, R. (2008) | **Geschichten vom Ursprung des Lebens. Eine Zeitreise auf Darwins Spuren.** | Berlin | Ullstein HC.

Desmond, A. , Moore, J. (1992) | **Darwin.** | München | List Verlag.

Glaubrecht, M. (2009) | **“Es ist, als ob man einen Mord gesteht.“ Ein Tag im Leben des Charles Darwin.** Ein biographisches Porträt. | Feiburg | Herder.

Hemminger, H. (2007) | **Mit der Bibel gegen die Evolution. Kreationismus und „intelligentes Design“ – kritisch betrachtet.** | Berlin | Evangelische Zentralstelle für Weltanschauungsfragen (EZW-Texte 195).

Heslop-Harrison, J. (1958) | **Darwin as a botanist.** | in: Barnett, S.A. (ed.): A century of Darwin: 267–295, 365. | London | W. Heinemann.

Huxley, J. S. (1942) | **Evolution. The modern synthesis.** | New York u.a. | Harper

Klennert, L. (Hrsg.) (2007) | **Zufall Mensch? Das Bild des Menschen im Spannungsfeld von Evolution und Schöpfung.** | Darmstadt | Wissenschaftliche Buchgesellschaft.

Kohn, Ph. (2008) | **Darwin's garden. An evolutionary adventure.** | New York | New York Botanical Garden.

Kummer, C. (2009) | **Der Fall Darwin. Evolutionstheorie kontra Schöpfungsglaube.** | München | Pattloch Verlag.

Kutschera, U. (2008) | **Evolutionsbiologie.** | Stuttgart | Ulmer UTB.

Mägdefrau, K. (1992) | **Geschichte der Botanik. Leben und Leistung großer Forscher,** 2. Aufl. | Stuttgart | G. Fischer.

LITERATUR

Mayr, E. (1991) | **One long argument: Charles Darwin and the genesis of modern evolutionary thought.** | Cambridge, Mass. | Harvard University Press.

Mayr, E. (2003) | **Das ist Evolution.** | München | Bertelsmann.

Neffe, J. (2008) | **Darwin. Das Abenteuer des Lebens.** | München | Bertelsmann.

Porter, D.M. (1987) | **Darwin's notes on Beagle plants.** | Bulletin of the British Museum (Natural History) Historical Series 14(2): 145–233.

Schneckenburger, S. (2005) | **Orchideen – Juwelen der Pflanzenwelt.** | Der Palmengarten, Sonderheft 39 | Frankfurt am Main.

Schrader, C. (2007) | **Darwins Werk und Gottes Beitrag. Evolutionstheorie und Intelligent Design.** | Stuttgart | Kreuz-Verlag.

Shanks, N. (2006) | **God, the devil, and Darwin. A critique of Intelligent Design theory.** | Oxford | Oxford University Press.

Stebbins, G.L. (1950) | **Variation and evolution in plants.** | New York | Columbia University Press.

Stöcklin, J., Höxtermann, E. (2009) | **Darwin und die Botanik.** Beiträge eines Symposiums der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft zum Darwin-Jahr 2009. | Rangsdorf | Basiliken-Presse im Verlag Natur und Text.

Storch, V., Welsch, U., Wink, M. (2007) | **Evolutionsbiologie,** 2. Aufl. | Berlin, Heidelberg, New York | Springer.

Voss, J. (2007) | **Darwins Bilder. Ansichten der Evolutions-
theorie.** | Frankfurt | Fischer Taschenbuch Verlag.

Voss, J. (2008) | **Charles Darwin zur Einführung.** | Hamburg | Junius Verlag.

Walters, S.M., Stow, E.A. (2001) | **John Stevens Henslow (1799–1861) | Darwin's botanical mentor.** | Cambridge | Cambridge University Press.

Wasserthal, L.T. (1997) | **The pollinators of Malgasy star orchids *Angraecum sesquipedale*, *A. sororium*, and *A. compactum* and the evolution of extremely long spurs by pollinator shift.** | Bot. Acta 1101–17.

West, D.A. (2003) | **Fritz Müller – A naturalist in Brazil.** | Blacksburg | Pocahontas Press.

Wichler, G. (1960) | **Darwin als Botaniker.** | Sudhoffs Archiv f. Gesch. Med. Naturw. 44: 289–313.

Zizka, G., Schneckenburger, S. (Hrsg.) (1999) | **Blütenökologie – faszinierendes Miteinander von Pflanzen und Tieren.** Kleine Senckenbergreihe 33. | Frankfurt am Main.

BILDNACHWEIS

AUSSTELLUNGSPLAKAT | Titel

Charles Darwin (1881). Reproduced with permission from John van Wyhe ed., The Complete Work of Charles Darwin Online (<http://darwin-online.org.uk/>).

Lythrum salicaria aus: Darwin, C. (1877). Die verschiedenen Blütenformen an Pflanzen der nämlichen Art. Stuttgart, Schweitzerbart.

Lythrum salicaria.
Foto: U.H. Mayer, Düsseldorf.

„I think“ als Hinterleger.
Wikimedia Commons.

TAFEL 1 | Seiten 14–15

Origin of species, Titelseite. Reproduced with permission from John van Wyhe ed., The Complete Work of Charles Darwin Online (<http://darwin-online.org.uk/>).

Gewächshaus, Botanischer Garten der Johannes Gutenberg–Universität Mainz,
Foto: Peter Thomas.

Darwins Mikroskop von 1847. Reproduced with permission of the Whipple Museum of the History of Science, University of Cambridge.

TAFEL 2 | Seiten 16–17

Erasmus Darwin, Charles Lyell und Alfred Russell Wallace. Reproduced with permission from John van Wyhe ed., The Complete Work of Charles Darwin Online (<http://darwin-online.org.uk/>).

Jean Baptiste de Lamarck aus: Archives Du Museum National D'Histoire Naturelle, 6e Série, Tome VI (1930).

TAFEL 3 | Seiten 18–19

Stammbaum der Landpflanzen. Institut für Spezielle Botanik und Botanischer Garten, Johannes Gutenberg–Universität Mainz.

Marchantia, Dryopteris, Cedrus und Gazania, Fotos: Ralf Omlor, Botanischer Garten, Johannes Gutenberg–Universität Mainz.

Stammbaum der Blütenpflanzen
aus: Strasburger, Lehrbuch der Botanik, Abb. 10–232, 36. Auflage, Spektrum – Akademischer Verlag.

TAFEL 4 | Seiten 24–25

John Stevens Henslow. Reproduced with permission of the Whipple Museum of the History of Science, University of Cambridge.

Joseph Dalton Hooker, Asa Gray.
Reproduced with permission from John van Wyhe ed., The Complete Work of Charles Darwin Online (<http://darwin-online.org.uk/>).

Fritz Müller aus: Breitenbach, W. (1910). Populäre Vorträge aus dem Gebiete der Entwicklungslehre. Brackwede.

Brief von Hermann Müller aus: Prof. Dr. Hermann Müller, Briefwechsel mit Charles Darwin, Heiner Kresse (Hrsg.), Ostendorf Gymnasium Lippstadt, 1985.

TAFEL 5 | Seiten 26–27

Reiseroute der Beagle, Die Beagle in der Magellanstraße, „H.M.S. Beagle“. Reproduced with permission from John van Wyhe ed., The Complete Work of Charles Darwin Online (<http://darwin-online.org.uk/>)

Maihueniopsis darwinii.
Foto: Ricardo Caba – Patagonia Argentina.

Herbarbeleg von Berberis darwinii.
© The Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew. Reproduced with the consent of the Royal Botanic Gardens, Kew.

TAFEL 6 | Seiten 28–29

Charles Darwin in seinem Gewächshaus, Gemälde von John Collier, 1850–1934.
© Bridgeman Art Library Ltd. Berlin.

Gartenfront von Down House.
Foto: Gary Shield, Cleveland, UK.

Darwins Gewächshaus im Garten von Down House. Foto: Paul Devall, Kent, UK.

Kothäufchen eines tropischen Regenwurms aus: Darwin, C. (1881). The formation of vegetable mould, through the action of worms, with observations on their habits. London – John Murray.

Buchansicht und Buchseiten von The formation of vegetable moulds, Bibliothek der Technischen Universität Darmstadt.
Fotos: Doris Franke.

TAFEL 7 | Seiten 34–35

Buchansicht und Buchseiten von Darwin, C. (1906, 1910). Das Variieren der Tiere und Pflanzen im Zustande der Domestikation. Stuttgart – Schweizerbart. Bibliothek der Johannes Gutenberg–Universität Mainz.

Wild-Kohl auf Helgoland.
Foto: Kurt Kulac, Wikipedia.

Gemüse Kohl-Sorten.
Foto: Ralf Omlor, Botanischer Garten, Johannes Gutenberg–Universität Mainz.

Illustration Kohlköpfe aus: Album Benary, Alte Gemüsesorten, Manuscriptum, 3. Auflage, 2004.

BILDNACHWEIS

TAFEL 8 | Seiten 36–37

Pollenpakete beim Stattlichen Knabenkraut und Struktur- und Funktionsanalyse der Blüten der Pyramiden-Spitzorchis aus Darwin, C. (1862). On the various contrivances by which British and foreign orchids are fertilised by insects. London. John Murray. Bibliothek der Technischen Universität Darmstadt.

Orchis mascula.

Foto: Roland Szabo, Dietzenbach.

Titelseite Das entdeckte Geheimnis der Natur. Bibliothek der Johannes Gutenberg-Universität Mainz.

Xanthopan morgani besucht Angraecum sesquipedale. Foto: Lutz T. Wasserthal, Universität Erlangen-Nürnberg.

TAFEL 9 | Seiten 38–39

Darwins Buch von 1877 über Heterostylie. Darwin, C. (1877). Die verschiedenen Blütenformen an Pflanzen der nämlichen Art. Stuttgart. Bibliothek der Technischen Universität Darmstadt. Foto: Doris Franke.

Distylie bei Primeln. Zeichnung aus Darwin, C. (1877). Verschiedene Blütenformen. Foto: Stefan Schneckenburger, Botanischer Garten, TU Darmstadt.

Tristylie beim Blutweiderich. Zeichnung aus Darwin, C. (1877). Verschiedene Blütenformen. Foto: U.H. Mayer, Düsseldorf

TAFEL 10 | Seiten 40–41

Darwin C. (1877). Gesammelte Werke, Band 10. Die Wirkung der Kreuz- und Selbstbefruchtung im Pflanzenreich. Bibliothek der Technischen Universität Darmstadt. Foto: Doris Franke.

Purpur-Prunkwinde. Foto: © Copyright by Karlheinz Knoch

TAFEL 11 | Seiten 42–43

Dionaea muscipula. Foto: Wilhelm Barthlott, Nees-Institut für Biodiversität der Pflanzen, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn.

Drosera peltata und **Drosera regia.**
Fotos: Ralf Omlor, Botanischer Garten, Johannes Gutenberg-Universität Mainz.

Darwin, C. (1876). Insectenfressende Pflanzen. Stuttgart – Schweizerbart. Bibliothek der Technischen Universität Darmstadt.
Foto: Doris Franke.

TAFEL 12 | Seiten 44–45

Änderung der Drehrichtung bei Ranken der Zaunrube und Junge Ranke der Jungfernrebe aus Darwin C. (1882). *The Movements and Habits of Climbing Plants*. London, Murray. Bibliothek der Technischen Universität Darmstadt. Foto: Doris Franke.

Windende Sprossspitze eines Hundsgiftgewächses (Matelea). Foto: Ralf Omlor, Botanischer Garten, Johannes Gutenberg-Universität Mainz.

Darwins eigenwillige Dokumentation der Bewegungen wachsender pflanzlicher Organe. Zeichnung: Andreas Franzke, Botanischer Garten, Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg.

TAFEL 13 | Seiten 46–47

Sinnpflanze (Mimosa pudica). Fotos: Hilke Steinecke, Palmengarten, Frankfurt.

Schlafbaum (Albizia julibrissin).
Foto: Ralf Omlor, Botanischer Garten, Johannes Gutenberg-Universität Mainz.

Darwins Aufzeichnung der Bewegung eines Fiederblättchens der Sinnpflanze aus Darwin, C. (1919). *Das Bewegungsvermögen der Pflanzen*. 2. Auflage. Bibliothek der Johannes Gutenberg-Universität Mainz.

TAFEL 14 | Seiten 48–49

The International Plant Name Index.
Screenshots, www.ipni.org.
IPNI-Logo reproduced by kind permission of the Royal Botanic Gardens, Kew.

Berberis darwinii.
Foto: Stefan Schneckenburger, Botanischer Garten, Technische Universität Darmstadt.

Titel und Vorwort des „Index Kewensis“:
Index Kewensis Plantarum Phanerogamarum nomina et synonyma omnium generum et specierum, B. Daydon Jackson (ed.), Vol. 1, Oxford, 1895.

Die Bände des „Index Kewensis“.
Foto: Stefan Schneckenburger, Botanischer Garten, Technische Universität Darmstadt.

TAFEL 15 | Seiten 54–55

Die Erschaffung Evas. Julius Schnorr von Carolsfeld, Zeichnungen, mit Beiträgen von S. Seeliger, H. Sieveking und N. Suhr, München, Prestel, 1994.

Caralluma dioscoridis.
Foto: Ralf Omlor, Botanischer Garten, Johannes Gutenberg-Universität Mainz.

Darwin-Karikatur. Prof. Darwin, Titelblatt, *The London Sketch Book: An Illustrated Monthly Magazine*, Februar 1874.

Darwin-Karikatur als Hinterleger.
A Venerable Orang-Outang: A contribution to Unnatural History, In *The Hornet*, 1871.
Wikimedia Commons.

TAFEL 16 | Seiten 56–57

Für Pflanzen begeistern!
Foto: Peter Thomas.

Darwin-Weg. Foto: Ralf Omlor, Botanischer Garten, Johannes Gutenberg-Universität Mainz.



DARWINS GARTEN – EVOLUTION ENTDECKEN

IMPRESSUM

Konzeption und Ausstellungstexte

PD Dr. Stefan Schneckenburger
Botanischer Garten der Technischen
Universität Darmstadt
Schnittspahnstraße 3–5
64287 Darmstadt

Dr. Ralf Omlor
Botanischer Garten der Johannes
Gutenberg–Universität Mainz
Anselm–Franz–von–Bentzel–Weg 9b
55128 Mainz

JOHANNES
GUTENBERG
UNIVERSITÄT
MAINZ



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

unter Mitarbeit von

Dr. Andreas Franzke | Botanischer Garten der Universität Heidelberg

Dr. Sabine Etges | Botanischer Garten der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Dr. Cornelia Löhne | Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem

Dr. Kai Müller und Simon Poppinga | Nees Institut für Biodiversität der Pflanzen, Universität Bonn

Essays

Prof. Dr. Joachim W. Kadereit | Institut für Spezielle Botanik und Botanischer Garten | Johannes Gutenberg-Universität Mainz | Anselm-Franz-von-Bentzel-Weg 9a | 55128 Mainz

PD Dr. Stefan Schneckenburger | Botanischer Garten der Technischen Universität Darmstadt

Prof. Dr. Hans Martin Jahns | Botanischer Garten der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf | Universitätsstraße 1 | 40225 Düsseldorf

Gestaltung

© **Doris Franke** | Diplom-Designerin | Seeheim-Jugenheim

Herausgeber

Verband Botanischer Gärten e.V.
Geschäftsstelle
c/o Prof. Dr. Albert-Dieter Stevens
Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem
Freie Universität Berlin
Königin-Luise-Straße 6–8
14195 Berlin

Druck

Lasertype GmbH | Darmstadt

Auflage 7.000

© 2009 Verband Botanischer Gärten e.V. und Autoren

Die Fotos und Abbildungen wurden uns freundlicherweise von den im Bildnachweis genannten Museen, Privatpersonen und Archiven zur Verfügung gestellt. Die jeweiligen Rechte liegen bei diesen Personen und Institutionen.

ISBN 978-3-00-027668-2

DANK | SPONSOREN



DARWINS GARTEN – EVOLUTION ENTDECKEN

Zunächst einmal freuen wir uns uneingeschränkt darüber, dass es gelungen ist, dieses bisher in der Geschichte der Botanischen Gärten einmalige Gemeinschaftsprojekt zum Darwin-Jahr 2009 zum Abschluss zu bringen. Die Entscheidung dafür fiel im September 2008 auf der Tagung des Verbands Botanischer Gärten. Wir danken allen Botanischen Gärten, die die Ausstellung übernommen haben, für ihr Vertrauen und ihre Geduld in der Vorbereitungsphase. Allen Kolleginnen und Kollegen in den Gärten, die uns mit Anregungen und Diskussionsbeiträgen weitergeholfen haben, gilt unser Dank.

Besonders herzlich bedanken wir uns bei Doris Franke für ihre großartige und unermüdliche Arbeit bei der Gestaltung der Ausstellungstafeln, der Broschüre und der Internetseite darwins-garten.de. Sie hat maßgeblichen Anteil am Gelingen des Ausstellungsprojektes und hat mit großem Engagement für ein professionelles Erscheinungsbild aller Ausstellungsmedien gesorgt.

Für die Unterstützung bei der Auswahl und Bereitstellung von Abbildungen danken wir Kees Rookmaaker, The Complete Work of Charles Darwin Online, University of Cambridge, Steve Kruse, The Whipple Museum of the History of Science, University of Cambridge, Sarah Phillips, Herbarium, Royal Botanic Gardens Kew und Christine Barker, The International Plant Name Index, sowie allen, die uns Fotos für die Ausstellung zur Verfügung gestellt haben. Herrn Oliver Mitesser, Universitäts- und Landesbibliothek Darmstadt sowie Frau Andrea Brösing, Universitätsbibliothek Mainz sei für die Bereitstellung eines Teils der Originalliteratur gedankt.

Nicht zuletzt danken wir den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Botanischen Gartens der Johannes Gutenberg-Universität Mainz und des Botanischen Gartens der Technischen Universität Darmstadt für ihr Verständnis, dass aufgrund der Ausstellungsvorbereitung so manches andere wichtige Anliegen aufgeschoben werden musste.

Ralf Omlor und Stefan Schneckenburger

Mai 2009

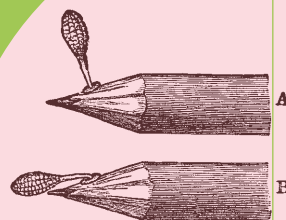
Wir bedanken uns für die finanzielle Unterstützung des Ausstellungsprojektes bei



Deutsche Botanische Gesellschaft e.V.

B•R•A•I•N

Biotechnology Research And Information Network AG



A. Pollen-mass of *O. mascula*, when first attached. | B. Pollen-mass of *O. mascula*, after the act of depression.

ISBN 978-3-00-027668-2