Zeitschrift: Horizonte : Schweizer Forschungsmagazin
Herausgeber: Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der Wissenschaftlichen Forschung
Band: 21 (2009)
Heft: 80

Artikel: Titelgeschichte : alles Darwin oder was?
Autor: Schipper, Ori / Hafner, Urs
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-968320

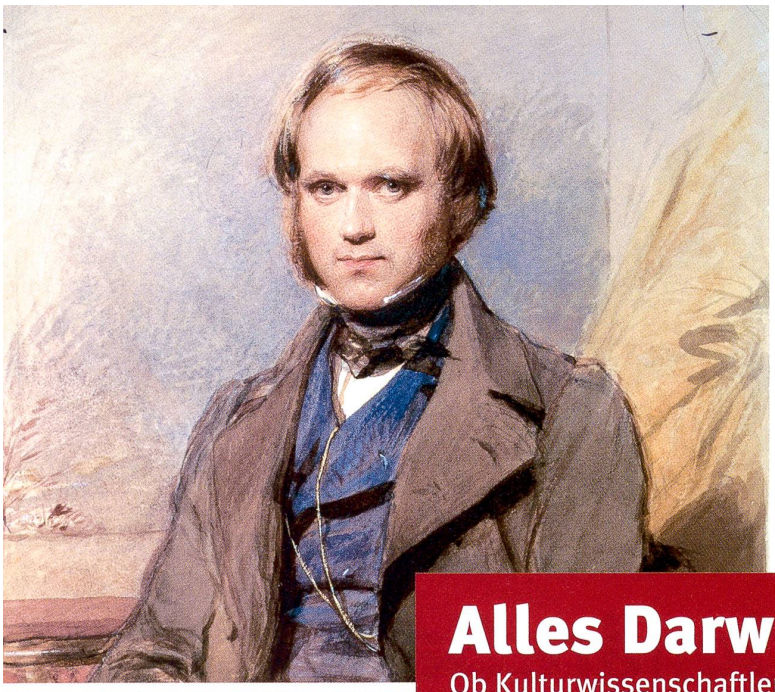
Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

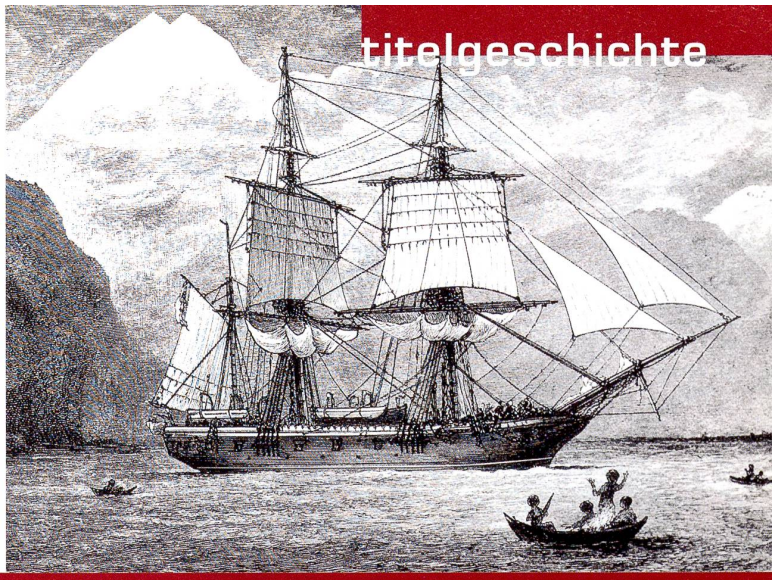
Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

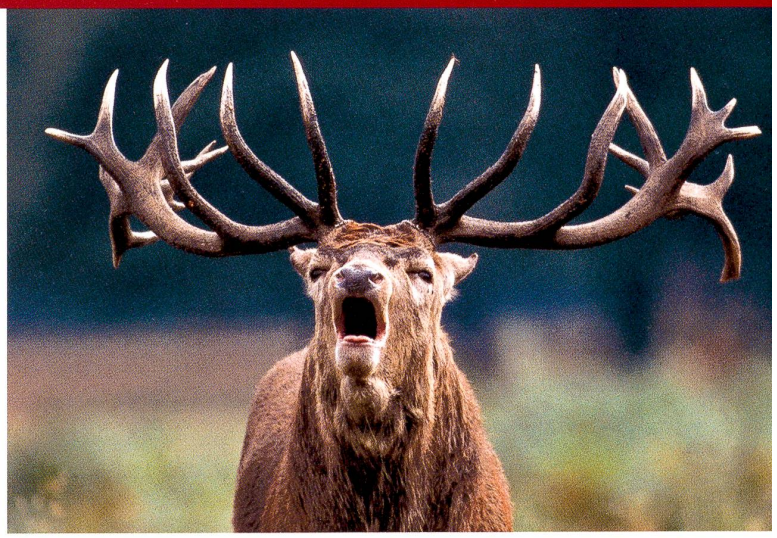


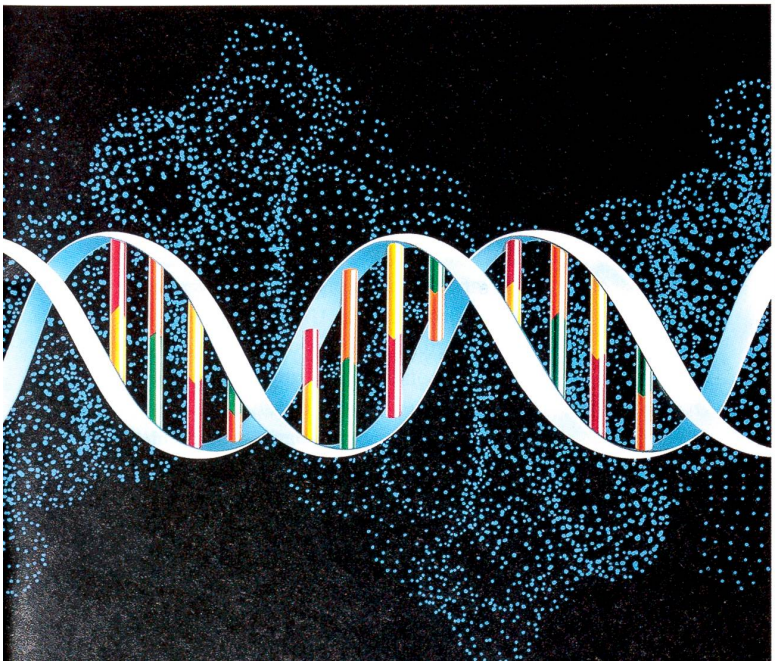


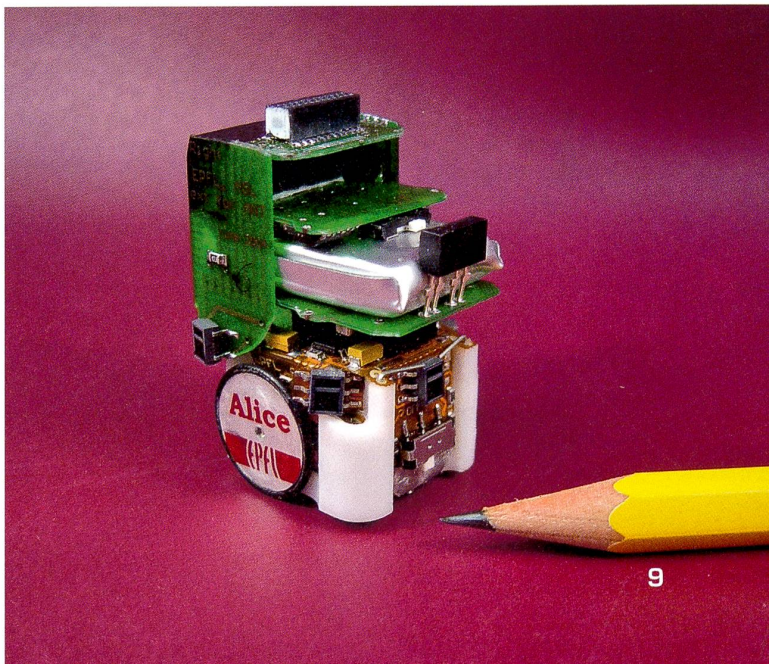
Alles Darwin oder was?

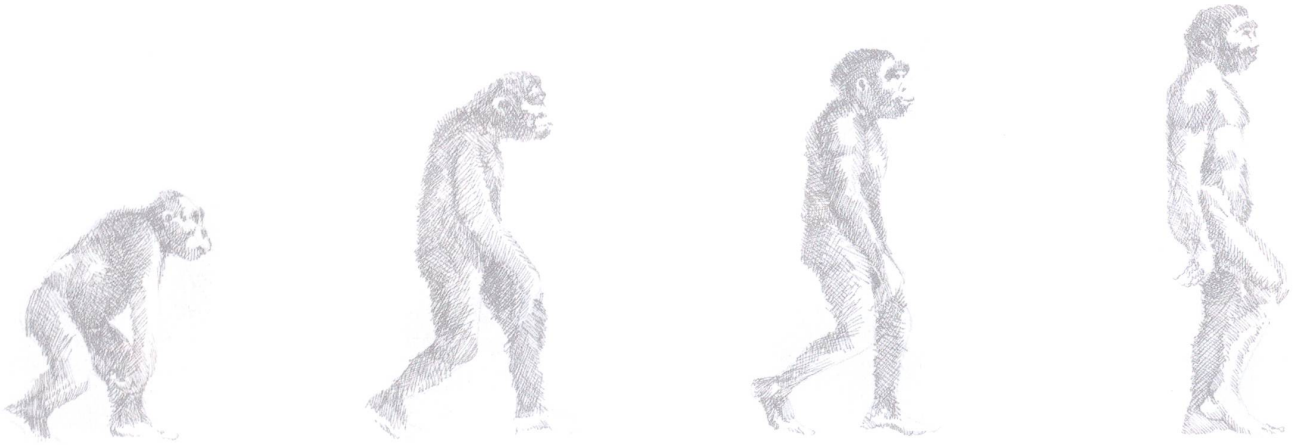
Ob Kulturwissenschaftlerinnen den Sozialdarwinismus dekonstruieren oder Ingenieure die Evolution von Robotern vorantreiben: Die Welt von heute sähe ohne Darwin anders aus.

Darwin-Porträt (links oben), H.M.S. «Beagle» (rechts oben), Darwin-Finken (links Mitte), Hirschgeweih (rechts Mitte), DNS-Doppelhelix (links unten), Ameisen-Roboter (rechts unten). Bilder: akg-images (2), Keystone (2), Prisma (1), EPFL (1)









Herman Schmutz

Darwins (r)evolutionäre Saat

Vor 150 Jahren hat Charles Darwin mit seiner Lehre die Menschheit vor den Kopf gestossen. Seine Ideen haben die Biologie beflügelt und unser Weltbild neu ausgerichtet. Noch heute öffnen sie neue Erkenntnistüren.

VON ORI SCHIPPER

Das tut weh! Seit Jahrtausenden wähnte sich der Mensch Krone der Schöpfung, erschaffen nach Gottes Ebenbild. Und dann, 1859, behauptet ein kränklicher Gelehrter namens Charles Robert Darwin, dass das so nicht stimme. Dass stattdessen der Mensch und der Affe vom gleichen Vorfahren abstammen würden und deshalb miteinander verwandt seien. Kein Wunder, stiessen (und stossen in gewissen Kreisen auch heute noch) Darwins Ideen auf erbitterten Widerstand.

Aber Darwins Einsichten zeitigten in der Folge ihre enorme erklärende Kraft. «Nichts in der Biologie hat einen Sinn, ausser im Licht der Evolution» – treffender als in den Worten des Evolutionsbiologen und Genetikers Theodosius Dobzhansky lässt sich das nicht formulieren. Doch der Einfluss von Darwin geht weit über die Biologie hinaus: Das Gedankengut der Evolution inspiriert Ingenieure bei der Entwicklung von neuen Molekülen, von optimal gebauten Glasfaserkabeln oder von miteinander kooperierenden Robotern.

Unterschiedliche Nachkommen

Worum geht es bei der Evolutionslehre? Sie besagt, dass die Lebensformen auf der Erde einem kontinuierlichen Wandel unterliegen, und benennt die für diesen Wandel verantwortlichen Gesetzmässigkeiten. Alle Lebewesen pflanzen sich fort, so zahlreich wie nur möglich. Die Nachkommen erben dabei zwar viele Eigenschaften, unterscheiden sich aber trotzdem untereinander und von ihren Vorfahren. Im Kampf um die begrenzten Ressourcen in der Umwelt – in Darwins Worten: «in the struggle for life» – setzen sich diejenigen Nachfahren durch, die besser angepasst sind. Auch sie zeugen wiederum

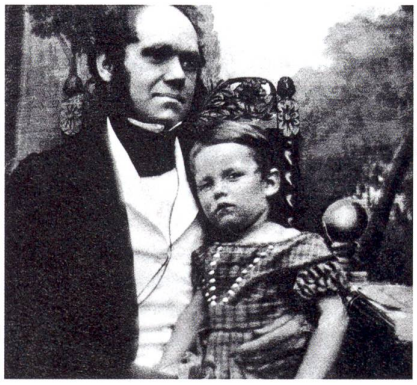
Erich Lessing/akg-images

unterschiedliche Kinder, so trägt jede Generation zum Übergang bei. Darwins natürliche Auslese ist also ein sich dauernd wiederholender zweigeteilter Prozess. In einem ersten Schritt häuft sich eine riesige Anzahl unterschiedlicher Konkurrenten an. Dann, im zweiten Schritt, gelingt es vor allem den Passendsten zu wachsen und sich fortzupflanzen. Während bei der Anhäufung der Zufall regiert (er ist für die Variation unter den Konkurrenten verantwortlich, denn die Mutationen im Erbgut sind nicht vorhersehbar und entstehen völlig zufällig), beruht die Auswahl auf der Notwendigkeit. Veränderungen entstehen weder alleine aus Zufall noch nur aus Notwendigkeit: Beide spielen bei der Entstehung neuer Arten eine wichtige Rolle. So hat Darwin einen jahrtausendealten Streit beendet.

Verbesserte Eiweisse

Auch Andreas Plückthun spricht von zwei Komponenten: Erzeugung von Vielfalt und Selektion. Sie sind – mehrfach hintereinander ausgeführt – für seine Arbeiten am Biochemischen Institut der Universität Zürich absolut zentral. Der Professor ist Ingenieur für Eiweisse und entwickelt mit seiner Gruppe neue Proteine. Dabei ist das Ziel – eine verbesserte Funktion von Eiweissen, zum Beispiel sich ausschliesslich an Krebszellen anzuheften – zwar oft klar, der Weg dorthin – die Strukturveränderungen, die ein solches Eiweiss aufzuweisen hat – hingegen gänzlich unbekannt. Was also tun, Herr Plückthun? In einem Teströhrchen werden zuerst die unterschiedlichen Konkurrenten angehäuft. Dies geschieht durch zufällige Mutationen im Gen für das Eiweiss, das verbessert werden soll. Für diesen Schritt gibt es eine Reihe verschiedener etablierter Techniken. Die Herausforderung stellt sich dem Ingenieur im zweiten Schritt, der Auswahl. «Die experimentelle Kunst liegt darin, die Moleküle

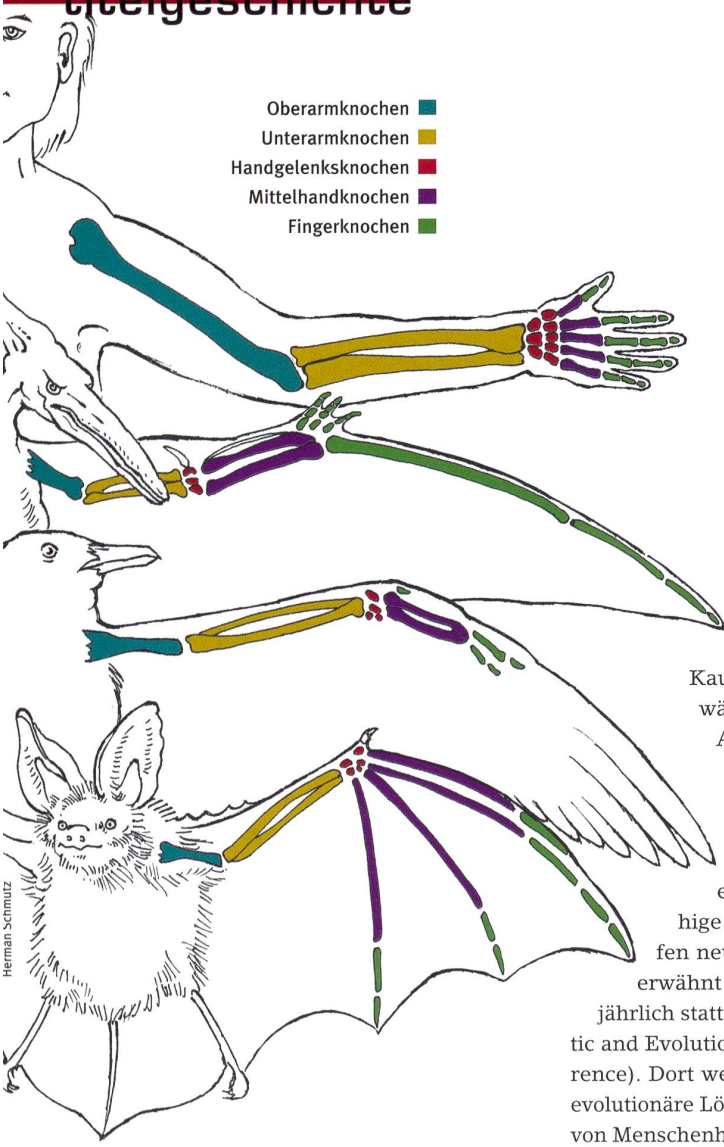
Wer war Charles Darwin?



English Heritage Photo Library

Charles Darwin mit einem seiner zehn Kinder

Geboren am 12. Februar 1809, wuchs Charles Darwin als fünftes von sechs Kindern auf. Sein Vater Robert Darwin war ein vermögender Arzt in Shrewsbury, die Mutter Susannah Wedgwood stammte aus der berühmten, erst kürzlich Bankrott gegangenen Porzellan-Dynastie. Als sie stirbt, ist Charles Darwin acht Jahre alt. Als 16-Jähriger beginnt er mit dem Studium der Medizin, das er abbricht, um sich, mit 19 Jahren, der Theologie zuzuwenden. Das Theologiestudium schliesst er 1831 erfolgreich ab.
Im gleichen Jahr sucht der Kapitän Robert FitzRoy einen «gentleman companion» für eine Fahrt nach Südamerika: Sein Vorgänger beging Selbstmord. FitzRoy hoffte, dass ein Reisender auf dem Schiff, der wissenschaftliche Interessen und das Abendessen teilte, ihn von solchen Gedanken abhalten würde. Als sein Vater nach anfänglichen Bedenken schliesslich einwilligt, die Reise zu bezahlen, bricht Charles Darwin am 27. Dezember 1831 an Bord der HMS «Beagle» auf zu einer Weltumsegelung, die fast fünf Jahre dauert. Einen Grossteil dieser Zeit verbringt er mit geologischen Untersuchungen und anderen Expeditionen auf dem Lande. Nach seiner Rückkehr heiratet er mit 30 Jahren seine Cousine Emma Wedgwood. Mit ihr zeugt er sechs Knaben und vier Mädchen.
Darwin analysiert all die Fundstücke und redigiert mehrere Bücher über seine Reise. Es gibt so viel zu tun, dass sich das auf seine Gesundheit niederschlägt.
An seinen Ideen über die Evolution brütet Charles Darwin schon fast 20 Jahre, als er im Jahr 1858 ein Manuskript von Alfred Russel Wallace erhält, der unabhängig auf die gleiche Idee der Entstehung der Arten gekommen ist. Sie einigen sich auf eine gleichzeitige Publikation ihrer Erkenntnisse. So beeilt sich Darwin, seine Theorie zusammenzufassen: «On the Origin of Species» erscheint 1859, vor 150 Jahren, und findet sofort riesiges Interesse. (Wallace wird weniger beachtet, weil er wissenschaftlich weniger gut vernetzt ist und damals in Malaysia weilt.) Bis zu seinem Tod 1882 bleibt Charles Darwin ungemein produktiv und veröffentlicht eine Vielzahl weiterer Bücher.

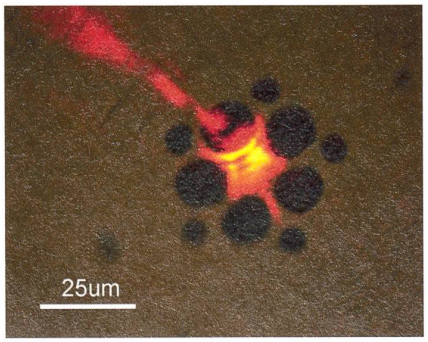


Herman Schmutz

aus den richtigen Gründen zu selektionieren», sagt Plückthun. Eines seiner ausgesuchten Moleküle gegen Krebszellen ist inzwischen an eine Biotechfirma in Kanada lizenziert und befindet sich in der fortgeschrittenen klinischen Prüfung.

Künstliche Evolution

Doch Darwins Ideen fruchten sogar in noch entfernteren Gebieten als im Labor von Plückthun, der als Biochemiker ja auch Biologe ist. Wenn Dario Floreano von Evolution spricht, dann meint er die Entwicklung von so genannten biologisch inspirierten Algorithmen oder Steuerungssystemen. Im Labor für intelligente Systeme, das Floreano an der ETH Lausanne leitet, bewegen sich die verschiedensten Roboter – von kleinen rollenden Zündholzschachteln über fliegende Scheiben bis zu Flugzeugen aus Styropor in Form eines Bumerangs. So ziemlich alles, was sich viele Buben zu Weihnachten wünschen würden, wenn es in den Kaufhäusern schon zu haben wäre. «Ja, die spielerischen Aspekte sind in meiner Arbeit sehr wichtig», sagt Floreano. Er betont aber gleichzeitig, dass die künstliche Evolution eine äusserst leistungsfähige Methode für das Entwerfen neuer Systeme sei. Floreano erwähnt den Wettbewerb an der jährlich stattfindenden «Gecco» (Genetic and Evolutionary Computation Conference). Dort werden Preise vergeben für evolutionäre Lösungen, die die bisherigen, von Menschenhirnen entworfenen Lösungen übertreffen. Im Jahr 2007 gewann beispielsweise ein Projekt aus Australien, welches das Profil von Glasfaserkabeln weiterentwickelte. Die herkömmlichen Kabel weisen viele kleine runde Löcher auf, die in einer sechseckigen, bienenwabenförmigen Symmetrie angelegt sind. Müssen das so viele, komplex angeordnete Löcher sein – oder können Glasfasern



Steven Manos

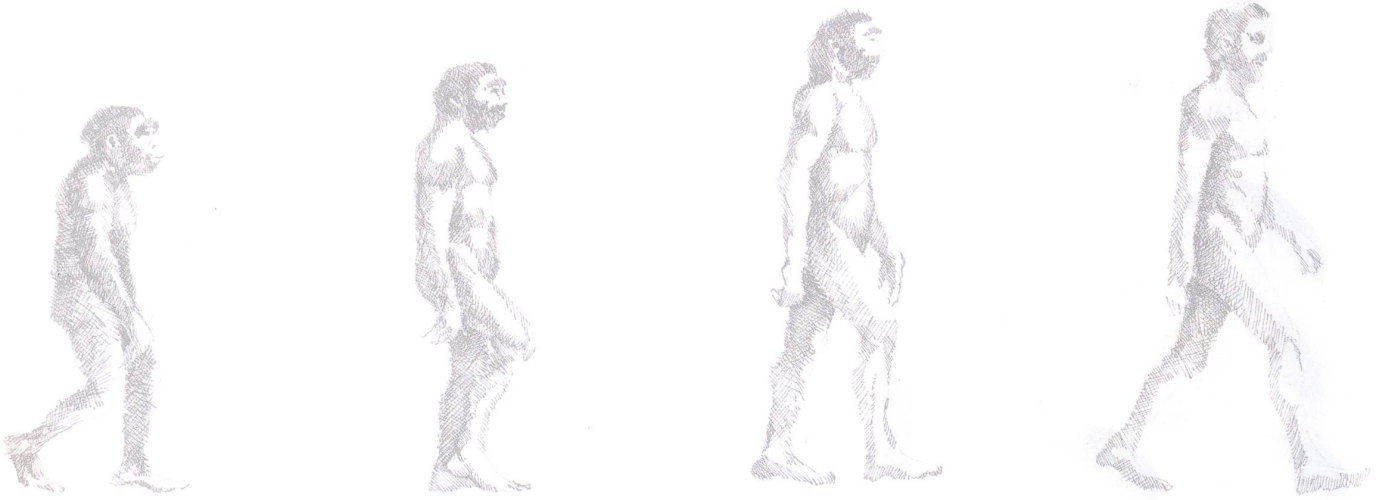
Evolutiv verbessertes Profil eines Glasfaserkabels

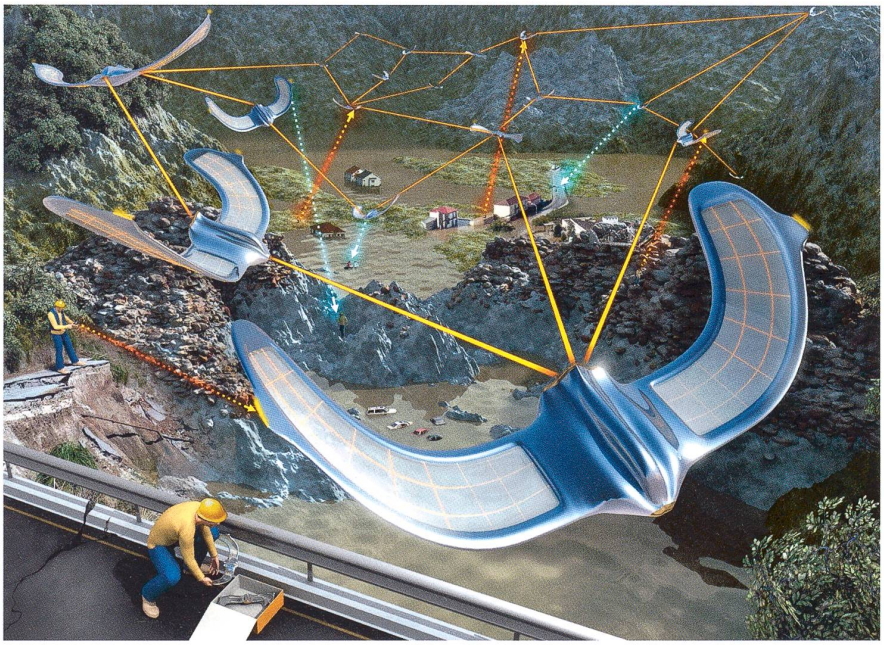
Einheit in der Vielfalt

Durch das genaue Studium einzelner Knochen in verschiedenen Skeletten – so genannter Homologien – hat Darwin entdeckt, dass die heutigen Arten miteinander verwandt sind: So sind beispielsweise Fisch, Maus oder Vogel die bestens an ihre Umwelt angepassten Abkömmlinge eines inzwischen längst ausgestorbenen Urahnen. Wie Darwin in seiner Abhandlung über die Entstehung der Arten bemerkt, ist das «wahrlich eine grossartige Ansicht, dass ... aus so einfachem Anfange sich eine endlose Reihe der schönsten und wundervollsten Formen entwickelt hat und noch immer entwickelt». Viel später, nachdem Darwins Ideen mit anderen Erkenntnissen – vor allem aus der Genetik – zusammenflossen, sticht die Einheit in der Vielfalt des Lebens noch deutlicher hervor.

Die unterschiedlichsten Organismen, von der Bakterie bis zum Blauwal, verwenden nicht nur dasselbe Molekül – die Desoxyribo-Nuklein-Säure (DNS) –, um ihre Eigenschaften auf die nächsten Generationen zu übertragen, sondern auch die gleiche genetische Kodierung. Die Instruktionen für die Herstellung eines Eiweisses, die in der Sequenz der Basen in der DNS enthalten sind, werden in allen Zellen gleich verstanden. Überdies funktionieren auch viele andere biochemische Prozesse verblüffend gleich – in einer Nervenzelle des mensch lichen Gehirns genauso wie in einer Stärke speichernden Zelle der Kartoffel.

Während die grundlegenden Funktionen also weitgehend erhalten geblieben sind, und so die Verwandtschaft aller Lebewesen bezeugen, haben sich im Laufe der Jahrmillionen immer weitere Anpassungen und Spezialisierungen herausgebildet. So sind immer andere, immer neue Arten aus ihren Vorgängerformen entstanden.





lis.epfl.ch

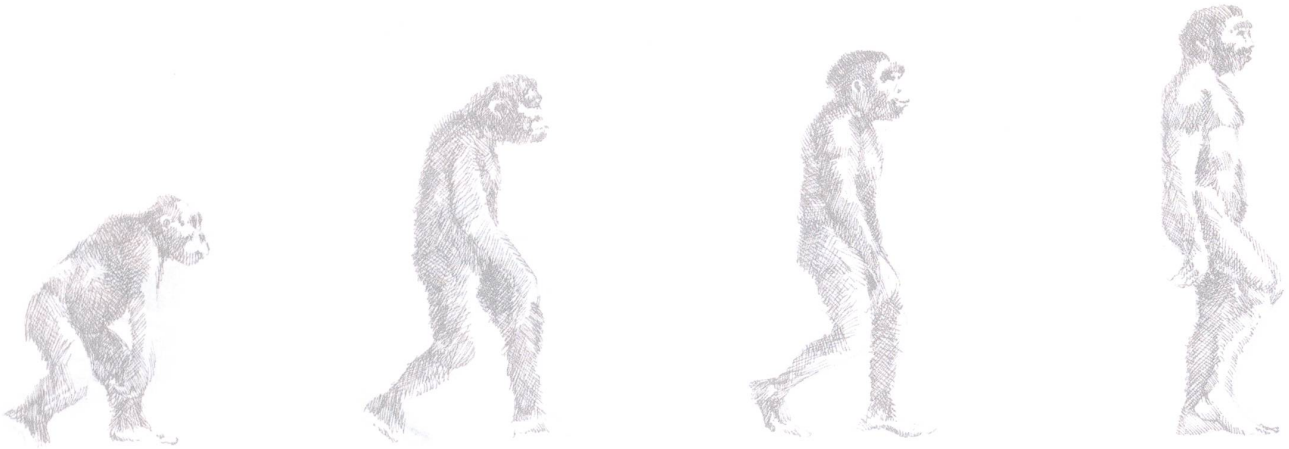
Krisenhelfer sollen inskünftig via fliegende Roboterschwärme kommunizieren können.

nicht auch einfacher umhüllt werden, fragten sich die Ingenieure und modellierten den Datentransport der Glasfasern mit einem genetischen Algorithmus. In der Sprache der Ingenieure erweiterte dieser den virtuellen Konstruktionsraum durch zufällige Veränderungen in den Parametern des Modells – was nichts anderes heisst als eine gigantische Anhäufung von unterschiedlichen Konkurrenten. Die Auswahl beruhte auf einer Fitnessfunktion, also auf einer mathematischen Darstellung des optimalen Designs. Nach mehreren Runden – oder «Generationen» – mit immer neuen Variationen der Parameter auf der Basis der besten Profile der Vorrunden patentierten die Ingenieure schliesslich Glasfaserkabel mit weniger Löchern aber, grösserer Bandweite. Die evolutionäre Lösung war also einfacher in der Herstellung und zugleich leistungsfähiger.

In Floreanos Labor für intelligente Systeme sind die Leute damit beschäftigt, Robotern kooperatives Verhalten beizubringen. In enger Zusammenarbeit mit dem Ameisenforscher Laurent Keller der Universität Lausanne untersuchen sie, unter welchen Bedingungen Schwärme von Robotern am besten zusammenarbeiten. Auf einem quadratischen Versuchsfeld in der Grösse eines halben Pingpongtisches surren kleine Roboter herum. Das Ziel der Roboter ist der Situation der Ameisen nachempfunden: Möglichst viele Zylinder – das Essen – in möglichst kurzer Zeit nach Hause, auf eine bestimmte Seite des Feldes, zu schaffen. Die kleineren Zylinder können die Roboter alleine zum Ziel schubsen, aber die grösseren Zylinder bewegen sich erst, wenn mindestens zwei Roboter miteinander in die gleiche Richtung stossen. Zu Beginn sind die Roboter völlig hilflos. Doch nach 150 Generationen sind die Steuerungssysteme der Roboter schon so weit entwickelt, dass sie die grossen Brocken effizient miteinander anpacken. Interessanterweise klappt die Zusammenarbeit besser, wenn die Steuerungssysteme ähnliche Parameterwerte aufweisen – also «miteinander verwandt» sind. Während Keller so Rückschlüsse auf die Organisation und die Entwicklung der Arbeitsteilung in Insektengesellschaften zieht, nutzt Floreano diese Erkenntnisse für die nächsten Roboter: fliegende Roboterschwärme, die autonom ein lokales Funknetzwerk ermöglichen sollen, um beispielsweise in Katastrophensituationen dem Rettungspersonal eine reibungslose Kommunikation zu ermöglichen.

Noch keine selbstständigen Wesen

Autonome Roboterschwärme, die sich immer weiter entwickeln: Für Science-Fictionschriftsteller – wie zum Beispiel Michael Crichton, der sich in seinem Roman «Prey» tatsächlich auf Floreanos Publikationen stützte – ist es ein Leichtes, ein Horrorszenario zu zeichnen, in dem der Mensch die Kontrolle über die Geschöpfe der künstlichen Evolution verliert. Dario Floreano winkt ab: «Das ist natürlich übertrieben. Wir sind technisch noch sehr weit davon entfernt, wirklich selbstständige Wesen zu entwickeln.» Was wohl Darwin dazu meinen würde? ■



Schönes Geweih, buschige Mähne

Der Darwinismus spielte und spielt in den Kulturwissenschaften eine wenig rühmliche Rolle. Hat ihnen Darwin dennoch etwas zu sagen? Und falls ja: Was?

VON URS HAFNER

Darwin? Charles Darwin? Der eingefleischte Kulturwissenschaftler zieht mindestens eine Braue hoch. Zwar hat der britische Gentleman bekanntlich die Schöpfungsgeschichte des Menschen auf eine empirische Grundlage gestellt. Das ist eine Pionierleistung, für die man ihm im Namen der Wissenschaft nicht genug Respekt zollen kann, nicht nur aus wissenschaftsgeschichtlicher Sicht, sondern auch aus aktuellem Anlass: Der so genannte Kreationismus versucht mittlerweile beidseits des Atlantiks, diese Tat rückgängig zu machen.

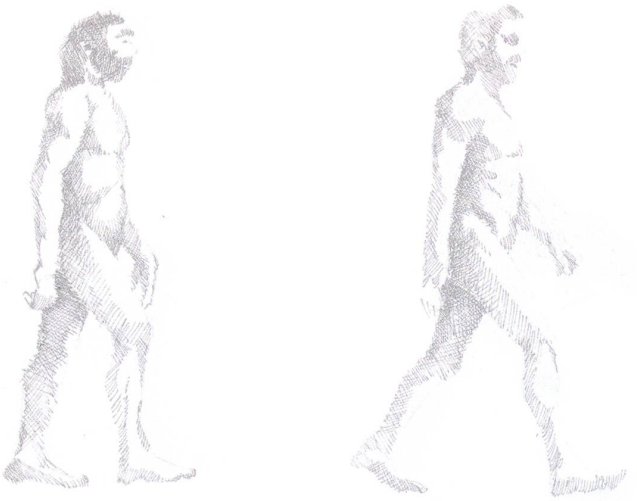
Aber sonst? Ebenso bekannt ist Darwin für den «Darwinismus» und – viel schlimmer noch – den «Sozialdarwinismus», der vor allem in Deutschland ab dem letzten Drittel des 19. Jahrhunderts unter Wissenschaftlern vieler Disziplinen eine breite Anhängerschaft fand. Auf diesem Gebiet dürfte Darwin den negativen Höhepunkt seines Einflusses in den Geistes- und Sozialwissenschaften erreicht haben. Der bei ihm in dieser Einfachheit nicht zu findende Gedanke, dass sich im Verlauf der Evolution nur die stärksten Lebewesen durchsetzen würden, wurde normativ auf die menschliche Gesellschaft übertragen.

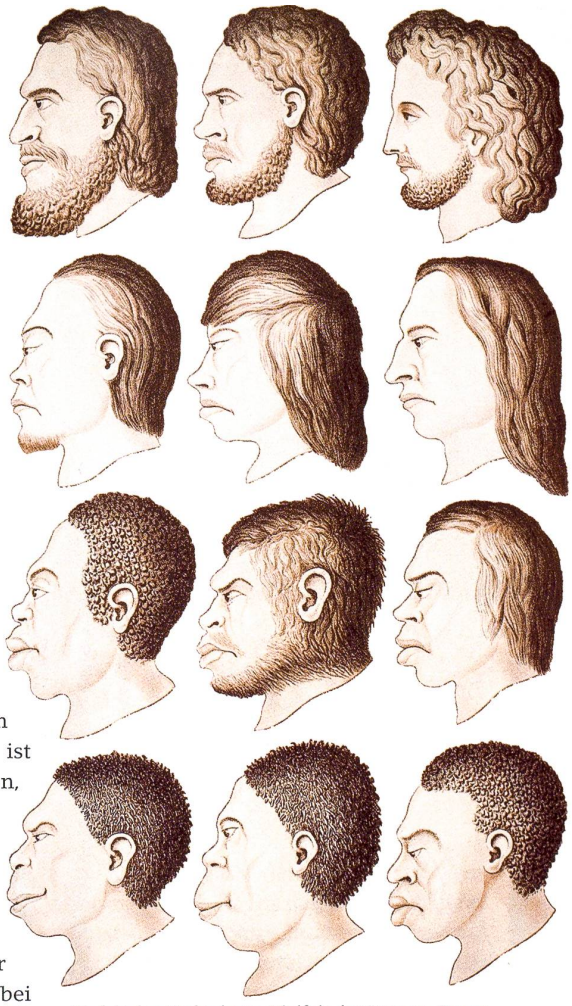
Diffuse Genmythologie

So baute der Zoologe und Philosoph Ernst Haeckel am Ende des 19. Jahrhunderts aus einer darwinistisch verstandenen Biologie eine Herrenmenschen-Philosophie, der zufolge dem «Überleben des Stärksten» eine heilsgeschichtliche Dimension zukam. Ideengeschichtlich war es von hier nicht mehr weit zu der mit sozialdarwinistischen Vorstellungen durchtränkten nationalsozialistischen Eugenik, welche die Vernichtung «minderwertiger Rassen» vorantrieb. Spätestens mit den 1945 eingestellten Aktivitäten des «Kaiser-Wilhelm-Instituts für Anthropologie, menschliche Erblehre und Eugenik» blieb Darwin in den Geistes- und Sozialwissenschaften nachhaltig diskreditiert.

Auch mit Blick auf die Gegenwart dürfte der Kulturwissenschaftlerin eine positive Würdigung Darwins nicht leicht fallen. Denn heute berufen sich just jene Vertreter der Soziobiologie und Evolutionspsychologie auf Darwin, die eine reduktionistische Sozialwissenschaft betreiben. Ihr Biologismus diffundiert seit Jahren erfolgreich in eine breite Öffentlichkeit: Männer neigten deshalb zur Promiskuität, weil sie innerhalb weniger Minuten ihren Beitrag zum reproduktiven Erfolg leisteten und dann nach weiteren jungen und hübschen Fortpflanzungsmöglichkeiten Ausschau halten könnten. Frauen, die den Nachwuchs neun Monate lang austragen müssten, bevorzugten hingegen stabilere Partnerschaften, etwa vermögende Männer. Sowohl der Soziobiologie als auch der Evolutionspsychologie ist eine diffuse Genmythologie eigen, der zufolge «der Mensch» nach Prinzipien funktioniere, die er sich in Urzeiten angeeignet habe und die ihn noch heute vom Gehirn aus genetisch steuerten.

Ist also mit Darwin definitiv kein Staat mehr zu machen? So einfach ist es nicht. Die an der ETH Zürich Wissenschaftsforschung lehrende Biologin und Anglistin Marianne Sommer schätzt Darwins Bedeutung auch für die Kulturwissenschaften hoch ein: «Er ist wichtig für alle Wissen-





Einfalt des Gedankens, Vielfalt der Rassen: Deren zwölf wollte der Zoologe Ernst Haeckel 1870 identifiziert haben.

schaften, die sich mit den Menschen befassen, weil er mit dem Evolutionsgedanken gezeigt hat, dass sich die Menschen als Teil der belebten Welt in der Geschichte verändern. Darwin hat die Menschen als biologische und kulturelle Wesen historisiert.» Darwin werde sowohl in populären als auch in kulturwissenschaftlichen Darstellungen oftmals vereinfacht. Die Wendung vom «Survival of the fittest» habe er vom Soziologen Herbert Spencer übernommen, sie passe aber kaum zu seiner Theorie, weil es dort nicht um das Überleben des Stärksten oder Besten gehe, sondern um den höchsten Fortpflanzungserfolg von Organismen, die aufgrund «zufälliger Variationen» etwas besser an ihre Umwelt angepasst seien.

Tierische Emotion

Zudem gehe es in Darwins Spätwerk keineswegs immer um Konkurrenz, sondern gerade auch darum, Empathie und Altruismus unter Menschen evolutionsbiologisch zu erklären, sagt Sommer. Darwin beschreibe die mögliche Entwicklung menschlicher Emotionen und Intelligenz aus Vorläufern im Tierreich. «Damit sind für ihn möglicherweise auch Aspekte des menschlichen Verhaltens, welche die heutigen Kulturwissenschaften soziokulturell erklären, evolutionsbiologisch begründet. Aber eigentlich sind diese Bereiche bei Darwin nicht scharf voneinander zu trennen. Jedes menschliche Verhalten ist wohl eine Mischform aus beiden.» So ermögliche der Mechanismus der Vererbung erworbener Eigenschaften, dass sich kulturelle Praktiken auf die Biologie kommender Generationen auswirkten.

Noch weiter geht Philipp Sarasin. Der in Zürich lehrende Historiker, der soeben eine umfassende Studie zu Darwin veröffentlicht hat («Darwin und Foucault», Suhkamp-Verlag), ist der Ansicht, nicht nur Biologinnen, sondern auch Geistes- und Sozialwissenschaftler könnten von Darwin eine Menge lernen. «Darwin ist eigentlich ein Kulturtheoretiker. In seinem Spätwerk zeigt er, woher die Kultur kommt: aus dem Reich der Tiere.» Die weiblichen Tiere gingen bei der Wahl ihrer Zeugungspartner nach ästhetischen Gesichtspunkten vor: Wer hat das prächtigste Geweih, wer die buschigste Mähne? Von hier führe ein Strang zur menschlichen Kultur: «Unsere Wahlfreiheit stammt aus der Natur», sagt Sarasin. Damit werde die herkömmliche Grenze zwischen Natur und Kultur in Frage gestellt. «Die Kulturwissenschaftler sollten diese Grenze zu überschreiten suchen.» Aber wie? «Das müssen wir erst noch herausfinden.»

Einstweilen fahren Kulturwissenschaftlerinnen wohl nicht schlecht, wenn sie sich weiterhin an den Soziologen Max Weber halten, der mit dem Aufkommen sozialdarwinistischer Theorien konfrontiert wurde. 1910 legte er auf dem Deutschen Soziologentag das kulturwissenschaftliche Proprium fest, nachdem der Rassehygieniker Alfred Ploetz seinen Vortrag über «Die Begriffe Rasse und Gesellschaft» beendet hatte: «Wenn wir eine menschliche Vergesellschaftung ... nur nach der Art begreifen wollen, wie man eine Tiervergesellschaftung untersucht, so würden wir auf Erkenntnismittel verzichten, die wir nun einmal beim Menschen haben und bei den Tiergesellschaften nicht.» Kultur, so Webers berühmte Definition, sei «ein vom Standpunkt des Menschen aus mit Sinn und Bedeutung bedachter endlicher Ausschnitt aus der sinnlosen Unendlichkeit des Weltgeschehens».

Deshalb erblickte Weber «keinen Nutzen darin ..., diese ganz fraglos vorhandene Analogie zwischen Bienenstaat und irgendwelcher menschlichen, staatlichen Gesellschaft zur Grundlage irgendwelcher Betrachtungen zu machen». Das soll nicht heissen, dass die hochkomplexe Gemengelage von evolutionsbiologischen und kulturellen Anteilen im menschlichen Handeln dereinst für die Kulturwissenschaften nicht relevant werden könnte. Doch noch scheint es nicht soweit zu sein. ■

Literatur: Philipp Sarasin: Darwin und Foucault. Genealogie und Geschichte im Zeitalter der Biologie. Suhrkamp, Frankfurt a.M. 2009.
Marianne Sommer: Bones and Ochre. The Curious Afterlife of the Red Lady of Paviland. Harvard University Press, Cambridge 2007.
Nach Feierabend – Zürcher Jahrbuch für Wissenschaftsgeschichte 4: Darwin. Diaphanes, Zürich 2008.