

Der Stammbaum des Lebens über 3,5 Milliarden Jahre

Dass alle Lebewesen die gleichen Vorfahren haben, wusste schon Charles Darwin. Zu seinem 200. Geburtstag veranstalten die Uni Zürich und die ETH eine Zeitreise durch die Evolution.

Von **Barbara Reye**

Auf einmal kam Leben auf unseren Planeten. Scheinbar aus dem Nichts tauchten vor rund 3,5 Milliarden Jahren die ersten bakterienähnlichen Meeresbewohner auf. «Ihr frühestes organisches Material ist der bisher älteste Beleg für Leben», sagt der Paläontologe Heinz Furrer von der Universität Zürich. Erst viel später, kurz vor Beginn des Kambriums, entwickelten sich unzählige mehrzellige Lebewesen und auch die ersten Vertreter der heutigen Tierstämme. Ein weiterer wichtiger Schritt der Evolution habe auch im Devon stattgefunden, als der Lurch *Ichthyostega* das Wasser verliess und an Land ging.

Auf den verschlungenen Pfaden der Evolution sind durch die Jahrmillionen fantastische Geschöpfe entstanden. Und jedes ist auf seine Art ganz besonders wie etwa der gepanzerte Trilobit, der herzförmige Seeigel, der gefürchtete Tyrannosaurus rex oder der filigrane Delfin. «Man glaubt es kaum, aber alle Lebewesen haben gemeinsame Vorfahren», sagt Heinz Furrer. Der britische Naturforscher Charles Darwin hat dies bereits vor 150 Jahren postuliert und einen Baum des Lebens skizziert, dessen Zweige eine gemeinsame Wurzel haben, die nach heutigen Erkenntnissen beinahe vier Milliarden Jahre zurückreicht.

Auf Darwins Spuren

Wie viele Tiere, Pflanzen, Pilze und Mikroorganismen es in diesem verzweigten Baum des Lebens gibt, weiss bis heute immer noch niemand genau. «Schätzungen gehen von rund zehn Millionen Organismen aus», sagt der Zoologe **Ulrich Reyer** von der Universität Zürich, der zusammen mit seinem Kollegen **Paul Schmid-Hempel** von der ETH Zürich in einem grossen Team die heutige Ausstellung zum Darwin-Jubiläum in der Halle des Hauptbahnhofs Zürich organisiert hat.

Auf der Erde gab es in den verschiedenen Zeitaltern zum Teil extreme Bedingungen für Lebewesen. So spuckten Vulkane Feuer, Eiszeiten herrschten, und Kontinente drifteten. Dies führte zu einem ständigen Wandel, in dem neue Arten entstanden und andere ausstarben. Das Verschwinden der Dinosaurier, Flugsaurier und Meeressäurier vor 65 Millionen Jahren war das letzte grosse Massenaussterben. «Dadurch haben andere Gruppen profitiert, die zuvor im Schatten der Riesen ihr Dasein fristeten», sagt Heinz Furrer. Insbesondere Säugetiere auf dem Land und im Wasser oder Vögel in der Luft.

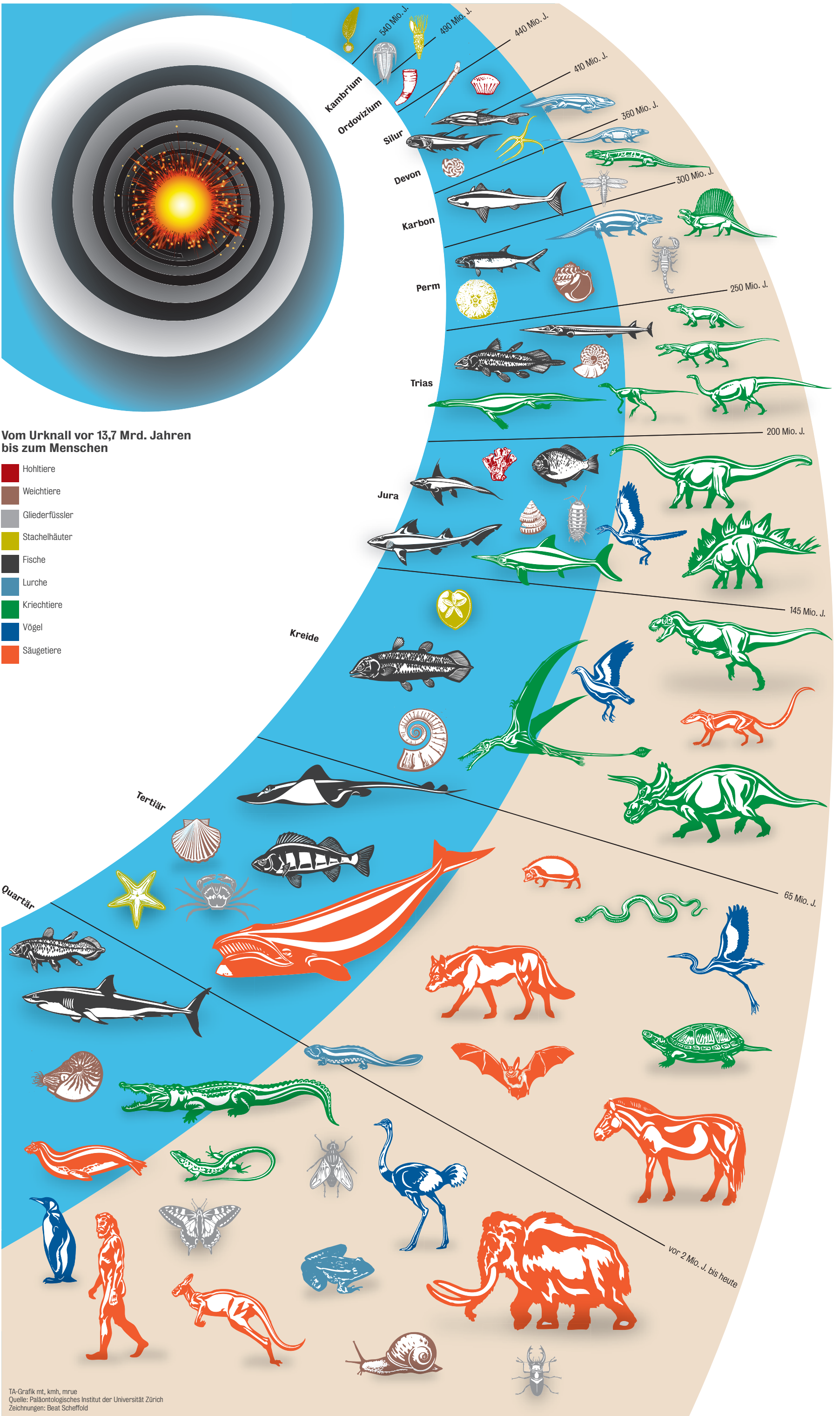
Zähne des Archaeopteryx

Doch wie lässt sich im verzweigten Baum des Lebens erklären, wer überhaupt mit wem verwandt ist – etwa Vögel und Dinosaurier? Um dieses Rätsel zu lösen, suchen Forscher nach charakteristischen gemeinsamen Merkmalen. Zum Beispiel hat das Skelett des ausgestorbenen Urvogels *Archaeopteryx* Zähne und eine lange Schwanzwirbelsäule wie ein Saurier, während sein fossil erhaltenes Federkleid ein typisches Kennzeichen der Vögel ist.

Des Weiteren kann neben den wichtigen paläontologischen und genetischen Untersuchungen auch die Embryonalentwicklung auf eine gemeinsame Abstammung deuten. «Der menschliche Embryo ähnelt zunächst einer Fischlarve, später einem Reptilienembryo und danach dem Embryo anderer Säugetierarten», erklärt Ulrich Reyher. Dies weist auf eine Verwandtschaft aller Wirbeltiere hin.

Der gewaltige Stammbaum des Lebens macht deutlich, dass auch der Mensch nur auf einer Spitze eines Astes sitzt. Noch nie sei ein Lebewesen so erfolgreich gewesen und habe den Planeten mit all seinem Schaffen so beherrscht, gleichzeitig sich aber auch selbst mit Atomwaffen, Umweltverschmutzung oder zusätzlichem Treibhauseffekt stark gefährdet, betont Heinz Furrer. Er hoffe, dass der Mensch in Zukunft gescheit genug sei, diese Probleme in den Griff zu bekommen. Denn die Geschichte der Evolution zeige, dass keine Art eine zweite Chance bekomme.

Baum des Lebens: Vielfalt und Einheit.
Ausstellung zum Darwin-Jahr 2009 in der
Halle des Hauptbahnhofs Zürich vom 4. bis
6. September, mit vielen Exponaten, Vi-
deos, Vorführungen, lebendigen Tieren
oder auch Dinosaurierskeletten. Eintritt
frei.



Auf welchem Ast sitzen wir?

DARWIN-JAHR Uli Reyer, Professor für Ökologie am Zoologischen Institut der Uni Zürich, erklärt die Evolutionstheorie und die Ausstellung im Hauptbahnhof.

VON ULI REYER

«Biodiversität» ist in aller Munde. Dabei gibt es diesen Sammelbegriff für die Vielfalt allen Lebens auf unserer Erde erst seit gut 20 Jahren. Fasziniert hat die Vielfalt an Pflanzen und Tieren die Menschen aber schon viel länger; und über die Jahrhunderte gab es eine Fülle von Versuchen, ihre Entstehung zu erklären. Allen wissenschaftlichen Überprüfungen standgehalten hat aber nur die Evolutionstheorie, die Charles Darwin 1859 in seinem Buch «Über die Entstehung der Arten» formuliert hat.

Darwins Evolutionstheorie

Darwins Theorie besteht aus mehreren verknüpften Argumentations-Schritten:

1. Individuen derselben Art unterscheiden sich in zahlreichen Merkmalen, z. B. in Körpergrösse, Gesundheit und Verhalten.
2. Ein Teil der Unterschiede ist erblich, wird also von Eltern an ihre Nachkommen weitergegeben.
3. Es werden mehr Nachkommen produziert, als die begrenzten Ressourcen (z. B. die Nahrung) in einem Gebiet tragen können; dadurch entsteht Konkurrenz.
4. Varianten, die in der Konkurrenz Sieger bleiben, werden besser überleben und mehr Nachkommen hinterlassen als andere. Wegen der Erbllichkeit sind die Nachkommen der Sieger auch wieder besser ausgestattet. So setzen sich im Laufe der Zeit die Merkmale der erfolgreichen Linien durch; also «natürliche Selektion».

5. Welche Varianten erfolgreich sind, hängt von den jeweiligen Umweltbedingungen ab und kann von Ort zu Ort variieren. Daher werden verschiedene Individuen derselben Ausgangsart sich in verschiedene Richtungen entwickeln. Über längere Zeiträume führt das zur Aufspaltung in verschiedenen angepasste Arten.

Auf diese Weise entsteht – ausgehend von einer gemeinsamen Wurzel – ein «Baum des Lebens» mit vielen Zweigen. Auf einem sehr spät gewachsenen Zweig sitzen wir Menschen.

Vorhersagen bestätigt

So logisch und einfach Darwins Gedankengang klingt – seine Theorie bot anfangs auch Angriffspunkte. Zwar hatte Darwin sie auf der Grundlage von Tausenden von Fakten und vielen Ideen aus Biologie, Geologie, Soziologie u. a. Disziplinen entwickelt, aber hier und da fehlten gute Belege. So wusste man zu seiner Zeit aus den Ergebnissen von Pflanzen- und Tierzüchtern zwar, dass Merkmale vererbt werden und Nachkommen sich unterscheiden; man kannte aber nicht den zugrunde liegenden Mechanismus. Auch sollte es aufgrund seiner



Uli Reyer.

Bild: PD

Theorie Fossilien geben, die eine Abstammung von Menschen u. a. Primaten aus gemeinsamen Vorfahren belegen, aber die gab es nicht. Noch nicht! Inzwischen sind viele Fossilien gefunden worden, die Darwins Theorie festigen, und die moderne Genetik hat auch die Grundlagen für Vererbung und Variation entschlüsselt.

«Der Baum des Lebens» im HB

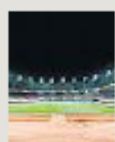
Im Jahr 2009 wird Darwins 200. Geburtstag und der 150. Jahrestag der Veröffentlichung seiner Theorie weltweit gefeiert. Die Universität und die ETH bieten gemeinsam mit Life Science Zürich und zahlreichen Partnern als Höhepunkt dieses Jubiläumsjahres die dreitägige Ausstellung «Der Baum des Lebens: Vielfalt und Einheit». Sie findet vom 4. bis 6. September in der Halle des Zürcher Hauptbahnhofes statt. Verknüpft durch die Äste eines überdimensionalen auf dem Boden liegenden Baumes werden Exponate aus Museen und Instituten gezeigt (darunter drei Saurierskelette), sowie lebende Tiere aus dem Zoo und Pflanzen aus dem Botanischen Garten. Tafeln, Videoprojektionen und Falthefen zum Mitnehmen liefern weitere Infos zum Thema Evolution und zur aktuellen Evolutionsforschung. Zudem stehen Fachleute bereit, um Fragen zu beantworten. ■

@ www.darwinyear09.ch

LUST UND FRUST DER WOCHE



Letzigrund I: Jelena Isinbajewa springt Weltrekord und überstahlitalie.



Letzigrund II: Real Madrid, AC Milan, Olympique Marseille. Willkommen!



Der Wildnispark mit dem Sihlwald ist offiziell erster Naturerlebnispark der Schweiz.



Drama in Tiefgarage: Polizistin erschiesst ihre Freundin und richtet sich selber.



Mitarbeiter müssen wieder mehr arbeiten. Stadt verbietet Facebook und Twitter.



Hanf-Ueli ärgert seine Nachbarn und muss mit seinen Wohnwagen wegziehen.

[Universität Zürich](#) > [News](#) > [Artikel](#) > 2009 > «Sein Charakter ist ausserordentlich verträglich»



Universität Zürich



13.02.2009

Lesung zu Charles Darwin

«Sein Charakter ist ausserordentlich verträglich»

Den 200. Geburtstag des Naturforschers Charles Darwin feierte die Universität Zürich auf hoher (Züri-)See. Eine Lesung des Briefwechsels zwischen Darwin und dessen Frau Emma brachte den berühmten Wissenschaftler auch menschlich näher.

Brigitte Blöchliger



Heinz-Ulrich und Heide Reyer als Charles und Emma Darwin: Lesung des Briefwechsels mit Bildprojektionen. (Bild: Brigitte Blöchliger)

Fünf Jahre dauerte die Reise von Charles Darwin als unbezahlter Naturforscher auf der «HMS Beagle». Diese Reise durch die südliche Hemisphäre bildete die Grundlage seines bahnbrechenden Werks «Die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl». Weil die Schifffahrt für Darwins Werdegang so wichtig war, wollte das Organisationskomitee des Darwin-Jahrs den 200. Geburtstag des Begründers der Evolutionstheorie auch auf einem Schiff begehen. Als Gäste wurden die Gönner geladen, die das Darwin-Jahr unterstützen, sowie Beteiligte der UZH und der ETHZ und die Medien.



Regierungsrätin Regine Aepli (hinten rechts) mit UZH-Rektor Andreas Fischer (vorne links) und geladenen Gästen. (Bild: Brigitte Blöchlinger)

Widrige Umstände an Bord

Die geschlossene Gesellschaft begab sich in der Abenddämmerung auf das Schiff. Dort erwartete sie ein abwechslungsreiches und unterhaltsames Programm. Dieses war um einiges angenehmer als das, was Darwin seinerzeit an Bord vorgefunden hatte.

Dem 23-jährigen Darwin ging es nicht sonderlich gut auf der «Beagle», unterrichtete der Ökologe und Zoologe **Prof. Heinz-Ulrich Reyer** auf unterhaltsame Art und Weise die Gäste. Zwar durfte Darwin seine Kabine mit dem Kapitän teilen, doch war der Raum nur drei mal drei Meter gross und zu niedrig, um aufrecht zu stehen. Als Nahrung nahm Darwin vorwiegend Rosinen zu sich, ausserdem war er die meiste Zeit seekrank. Um wieviel besser erging es da den hiesigen Gästen: Der See war ruhig, es gab einen Apéro riche und die «Kabine», die sie mit dem Rektor teilten, war hoch und geräumig.



Dicht gedrängt und konzentriert: ein Teil der geladenen Gäste an Bord der «HMS Beagle». (Bild: Brigitte Blöchlinger)

Landexkursionen mit Einheimischen

Wann immer die echte «Beagle» anlegte, wurden die von Darwin gesammelten Gegenstände verpackt und nach England geschickt. Das konnten mehr als tausend Funde sein, erzählte Reyer weiter: Steine, Fische, Frösche, Schlangen, Eidechsen etc. Nicht immer verstand

Darwins Mentor John Stevens Henslow, Botanikprofessor in Cambridge, worum es sich bei den Gegenständen handelte. Dann konnte es passieren, dass der Professor – der auch Geistlicher war – in seinem Antwortschreiben an Darwin starke Worte gebrauchte: «Was zum Teufel ist das graue Pulver mit der Nummer 233? Sieht aus wie nach einer Explosion.»

Auf seinen Landexkursionen wurde Darwin oft von Eingeborenen begleitet und unterstützt. Häufig betrachteten diese ihn aber auch mit Misstrauen. «Sie konnten sich einfach nicht vorstellen, dass jemand von so weit her kommt und so viel Geld ausgibt, um Steine, Knochen und anderes scheinbar unnützes Material zu sammeln», schilderte Reyer.



Unterhielt die Gäste an Bord mit interessanten Details zu Darwins Weltreise: Ökologieprofessor Heinz-Ulrich Reyer. (Bild: Brigitte Blöchlinger)

Heiraten oder nicht heiraten?

Nach der unterhaltsamen Schilderung von Darwins Arbeit verwandelte sich Heinz-Ulrich Reyer zusammen mit seiner Frau, der Texterin Heide Reyer, in Darwin und dessen Frau Emma. Mit Rauschebart und Lockenperücke versehen, lasen die beiden in der Folge aus den Briefen, die Charles und seine geliebte Gemahlin Emma einander geschrieben hatten.

Nach seiner Rückkehr überlegte sich Darwin gewissenhaft, ob er nun heiraten sollte oder ob ein Leben als Junggeselle und Forscher vorteilhafter wäre. Er entschied sich schliesslich für ersteres und ehelichte seine Cousine Emma Wedgwood. Zwar empfand er seine Weltreise als die bedeutendste Erfahrung seines Lebens, doch genau so wichtig scheinen ihm auch seine Frau und seine Kinder gewesen zu sein, wie aus dem berührenden Briefwechsel des Ehepaars zu entnehmen ist.

Es gibt Grösseres, als Theorien aufzustellen

«Er ist der offenste und transparenteste Mann, den ich je getroffen habe», schrieb beispielsweise Emma an eine Verwandte. «Jedes Wort drückt seine wahren Gedanken aus. Er ist überaus lieb, zuvorkommend, zu seinem Vater und zu seinen Schwestern. Sein Charakter ist ausserordentlich verträglich.»



Entspannt nach der Lesung: der Zoologe und Ökologe Prof. Heinz-Ulrich Reyer und seine Frau Heide Reyer (im Bild mit Tochter Wiebke) . (Bild: Brigitte Blöchlinger)

Charles seinerseits hielt ebenfalls grosse Stücke auf seine Frau. Er hatte das Gefühl, dass Emma ihn «zu einem Menschen machen» und ihn lehren werde, dass es «Grösseres gibt, als Theorien aufzustellen und einsam Fakten zusammenzutragen».

Streitpunkt Religion

Die einzige Unstimmigkeit zwischen den Eheleuten scheint der Glaube gewesen zu sein. Darwin verlor durch seine Beobachtungen und Überlegungen zur Evolution den Glauben an einen Schöpfergott, während Emma ihr Leben lang gläubig blieb. Im Nachhinein wird dieser Konflikt Darwins mit der Kirche und mit seiner Gattin als einer der Gründe interpretiert, weshalb Darwin mit zunehmendem Alter immer wieder von Schwächeanfällen heimgesucht wurde. Am 19. April 1882 starb er.



Die Eröffnung des Darwin-Jahrs geht zu Ende: die «HMS Beagle» legt wieder am Bürkliplatz in Zürich an. (Bild: Brigitte Blöchlinger)

«Lebendig und genau»

«Lebendig und genau» hatte Darwin seine Beobachtungen während seiner Weltreise festhalten wollen. Dass ihm das gelungen ist, konnte jeder nach den drei Stunden an Bord der «Beagle» bestätigen. Frohgemut und um eine schöne Erfahrung reicher, verliessen die geladenen Gäste das Schiff. Die meisten hatten nicht gewusst, dass Charles Darwin nicht nur ein brillianter Kopf gewesen war, sondern darüber hinaus auch ein «verträglicher Charakter».

Brigitte Blöchlinger ist Redaktorin von UZH News



Universität Zürich

News

03.09.2009

Ausstellung zum Darwin Jahr 2009

Den Stammbaum des Lebens entdecken

Fahren Sie zum Hauptbahnhof Zürich und begeben Sie sich auf die spannende Reise zum Ursprung des Lebens! Entdecken Sie dabei, auf welchem Ast des Lebensbaums wir sitzen. Vom 4. bis 6. September findet in der Bahnhofshalle eine grosse Ausstellung zum «Baum des Lebens» statt.

Marita Fuchs



Darwin Jahr 2009: Aufbauarbeit für die Ausstellung im Hauptbahnhof Zürich. (Bild: Adrian Ritter)

Betreten Besuchende die Bahnhofshalle, werden sie sich ab Freitag in eine andere Welt versetzt fühlen: Im grünlichen Licht der Halle tauchen drei Dinosaurier aus pflanzlichem Dickicht auf. Dicke Baumstämme bedecken den Boden und Geräusche von Tieren schallen durch den Raum. Nicht erschrecken! Die Dinos sind Exponate aus dem Sauriermuseum Aathal und dokumentieren eine wichtige Verzweigung im Lebensbaum, den die Ausstellung «Der Baum des Lebens: Vielfalt und Einheit» thematisiert.

Interessante evolutionäre Ereignisse sind in der Ausstellung spielerisch umgesetzt und ausführlich mit Text, Bild, Audio und Video erklärt. Beim Vorbeischlendern am Baum des

Lebens erhalten die Passantinnen und Passanten nicht nur einen Einblick in die ungeheure Vielfalt, sondern auch in die Einheit alles Lebendigen, das sich vor ungefähr 3,5 Milliarden Jahren zu entwickeln begann.



Schwerarbeit: Die Baumstämme werden als «Baum des Lebens» die Verzweigungen im Laufe der Evolution aufzeigen. (Bild: Adrian Ritter)

Vom Ursprung und Aussterben der Arten

Die Reise beginnt mit dem Ursprung des Lebens und der Frage, wie unser letzter gemeinsamer Vorfahre entstanden ist. Verschiedene Hypothesen werden vorgestellt: Man erfährt, dass die ursprüngliche Atmosphäre einen extrem geringen Sauerstoffgehalt aufwies und die frühesten Organismen demnach anaerob (luftunabhängig) gewesen sein müssen. Vor drei Milliarden Jahren nahm dann durch die photosynthetische Aktivität von Cyano- und anderen Bakterien der Sauerstoffgehalt in der Atmosphäre beachtlich zu.

Vor Ort: Galapagos-Riesenschildkröten, Gelbbauchunken

Die Besucherinnen und Besucher der Ausstellung können die wichtigsten evolutiven Ereignisse kennenlernen. Sie führen entweder zu den Metazoa (Tieren) oder zu den Chlorophyta (Grünen Pflanzen). Zu Sehen sind auch die ältesten Fossilien multizellulärer Tiere, die etwa 640 Millionen Jahre alt sind. Auch viele lebende Tiere werden zu bestaunen sein. Sie dokumentieren ebenfalls wichtige Evolutionsschritte. So treffen Besucher auf die Galapagos-Riesenschildkröte ebenso wie auf die kleine chinesische Gelbbauchunke.

Auch wenn die Vielfalt des Lebens kaum fassbar erscheint, vermittelt die baumartige Visualisierung im Hauptbahnhof einen guten Überblick über die Evolution. Zusätzlich soll die Ausstellung auf die Fragilität unserer Umwelt aufmerksam machen. Was führt zum Massenaussterben? Wann und warum wurden innerhalb der Evolution neue Weichen gelegt? Wo steht der Mensch in diesem Evolutionsgeschehen? Und – was unterscheidet ihn von anderen Lebewesen?



Dinosaurier: Wichtige Verzweigung im Lebensbaum. (Bild: Adrian Ritter)

Auf Darwins Spuren

Die Ausstellung wurde anlässlich des Darwin-Jahres 2009 von der Universität Zürich und von der ETH Zürich zusammen mit Life Science Zurich konzipiert.

Besucherinnen und Besucher erhalten deshalb auch Informationen zu Darwins Schaffen und zu wissenschaftlichen Begriffen, die in der Evolutionstheorie heute gang und gäbe sind. Experten der verschiedenen naturwissenschaftlichen Richtungen beantworten Fragen. Anhand einer kleinen Broschüre kann man sich weiter ins Thema vertiefen.

Ausstellung **«Der Baum des Lebens: Vielfalt und Einheit»** in der Halle des Hauptbahnhofs Zürich:

Freitag, 4. September 2009, 8 bis 22 Uhr

Samstag, 5. September 2009, 10 bis 24 Uhr

Sonntag, 6. September 2009, 10 bis 20 Uhr



Medienmitteilung vom 04.09.2009

Auf zur Zeitreise: Universität Zürich und ETH Zürich zeigen die ganze Evolution am Hauptbahnhof

Für drei Tage laden Universität Zürich und ETH Zürich die Bevölkerung zu einer Zeitreise von 3,5 Milliarden Jahren. In der Halle des Hauptbahnhofs Zürich werden die wichtigsten Ereignisse der Evolution lebendig nacherzählt. Organisiert wurde die Ausstellung «Der Baum des Lebens: Einheit und Vielfalt» aus Anlass des Doppeljubiläums von Charles Darwins zweihundertstem Geburtstag und dem Erscheinen seiner Evolutionstheorie vor 150 Jahren. Einen spannenden Einblick in ausgewählte Exponate vermittelten an der heutigen Medienführung zwei Experten auf den Spuren Darwins, die Biologen **Uli Reyer** von der Universität Zürich und **Paul Schmid-Hempel** von der ETH Zürich.

Darwin zeigte, dass alle Lebewesen durch ihre Evolution voneinander abstammen. Dies wurde bald als Baum skizziert, der alle Organismen trägt. Heute ist ein dreidimensionales Abbild dieses Lebensbaumes in der Halle des Zürcher Hauptbahnhofs zu sehen: Plastisch, bildhaft und verständlich macht er die Entwicklung des Lebens von seinem Beginn bis heute nachvollziehbar und berichtet dabei gleichzeitig von den wichtigsten evolutionsbiologischen Prinzipien und Mechanismen.



Dinosaurier: Ausgestorben - aber nicht zu übersehen in der Ausstellung im Hauptbahnhof Zürich (Bild: Adrian Ritter; Universität Zürich)

Einheit und Vielfalt

Vermutlich rund zehn Millionen Organismen bilden den Baum des Lebens. Dieser Baum illustriert sowohl die Einheit allen Lebens, die gemeinsame Wurzel, wie auch dessen Vielfalt, seine schier unendliche Fülle. Niemand weiss ganz genau, wie viele Tiere, Pflanzen, Pilze und Mikroorganismen diesen Baum tatsächlich bevölkern. Täglich werden neue Arten entdeckt und andere sterben aus. Und die weitaus meisten Arten, die im Laufe der Erdgeschichte jemals existiert haben, sind wieder verschwunden. Was wir seit Darwin aber wissen, ist, dass alle Organismen auf unserem Planeten aus einfacheren Vorfahren entstanden sind und dass alle Zweige des Baumes eine gemeinsame Wurzel haben, die ca. 3,5 Milliarden Jahre zurückreicht.

Wie es dabei aber zu dieser enormen Vielfalt an Arten gekommen ist, warum aus der einen gemeinsamen Wurzel nicht ein einziger, grosser und unverzweigter Stamm erwachsen ist, dazu gab es über die Jahrhunderte eine Fülle von Erklärungsversuchen. Allen kritischen

Überprüfungen standgehalten hat aber nur eine einzige: die Evolutionstheorie, die Charles Darwin 1859 in seinem Buch «Über die Entstehung der Arten» formuliert hat.



Der Gepard ist Teil der Vielfalt des Lebens, dessen Evolutionsgeschichte die Ausstellung erzählt. (Bild: Adrian Ritter; Universität Zürich)

Tot und lebendig

Der Ausstellungsbaum schildert die spannendste Fortsetzungsgeschichte, die je auf diesem Planeten stattgefunden hat und führt als Abbild der Entfaltung des Lebens sowohl die Vielfalt des Lebens wie auch dessen verbindenden Gemeinsamkeiten vor Augen. Zu sehen gibt es in der Bahnhofshalle unter anderem Mikroorganismen, Fossilien, Pilze, Pflanzen und Tiere, viele davon lebendig, wie etwa die Galapagos-Riesenschildkröten, Frösche, Mäuse, chinesische Gelbbauchunken und Spinnen; andere Tiere sind ausgestopft, wie etwa der Gorilla, das Krokodil oder der Elefant. Wiederum andere sind – wie 99,99 % aller übrigen Organismen – heute ausgestorben, an der Ausstellung aber nicht zu übersehen, so z.B. die riesigen Dinosaurierskelette. Texttafeln, Videoprojektionen und Faltblätter zum Mitnehmen verschaffen zudem vertiefende Informationen zu den präsentierten Forschungsprojekten.

Sehr lebendig ist auch die heutige Forschung auf dem Gebiet der Evolution. Forschende an den Stationen freuen sich auf Gespräche mit den Besucherinnen und Besuchern und vermitteln interessante Einblicke in die Grundbegriffe und Resultate der aktuellen Evolutionsforschung. Dabei erfahren die Besucherinnen und Besucher vieles aus erster Hand, denn Forschende der Universität Zürich und der ETH Zürich spielen international in der obersten Liga mit, und insgesamt rund 60 Forschungsgruppen der beiden Institutionen sind auch am Ausstellungsprojekt beteiligt.



Wie und warum Arten wie die Dinosaurier aussterben, erklärt die Ausstellung «Baum des Lebens». (Bild: Adrian Ritter; Universität Zürich)

Ein exemplarischer Einblick: Biene – Frosch – Saurier – Mensch

Die beiden Biologen Prof. Uli Reyer von der Universität Zürich und Prof. Paul Schmid-Hempel von der ETH Zürich gaben heute anlässlich der Führung durch die Ausstellung einen exemplarischen Einblick in vier der Exponate. Der Rundgang führte von Organismen der Luft (von Bienen) zum Übergang zwischen Wasser und Land (zu den Fröschen) und von da zu einem Abstecher in die Vergangenheit (zu den Sauriern) und endete beim Menschen, als letzte Station der Ausstellung.

Paul Schmid-Hempel weiss, was Insekten über evolutive Prozesse aussagen können. Nicht nur, dass sie den Sozialstaat lange vor uns erfunden haben, sie lehren uns auch Wesentliches

über die Schönheit. Anhand der Wildbienenkolonie schildert er, wie Attraktivität zum Überlebensvorteil werden kann: «Tatsächlich ist Schönheit relativ. Viele Farben und Düfte sind auch für uns attraktiv, aber manches wirkt auf uns absurd. Blumen locken Bestäuber an, und Männchen buhlen um die Gunst der Weibchen. Und gewisse Blumen sind auch schon ausgestorben, weil sie den Insekten nicht schön genug waren», berichtete er und erläutert, dass die Blumen deshalb von den Insekten gemieden und also nicht bestäubt wurden. An der Ausstellung erfährt man, dass Insekten vor etwa 400 Millionen Jahren auf den Plan traten, dass die ersten Insekten noch flügellos waren und dass die geflügelten Arten, welche heute in ihrer Formenvielfalt dominieren, erst 50 Millionen Jahre später auftraten. Die Wildbienen sind an der Ausstellung in einer Box zu sehen. Lebendig und gegenwärtig, wie die Bärtierchen, die auf einem etwas früheren Ast des Lebens anzutreffen sind.

Welches die ersten Landgänger unter den Wirbeltieren waren und warum es zu dieser Entwicklung kam, darauf weiss Uli Reyer eine Antwort: «Mit zunehmender Zahl der Organismen kam es im Wasser, dem ursprünglichen Lebensraum, zu immer mehr Konkurrenz um Nahrung und andere Ressourcen. Die Besiedlung des Landes verschaffte den Organismen Zugang zu neuen, bisher ungenutzten Ressourcen und ermöglichte ihnen so, der starken Konkurrenz im Wasser auszuweichen.» Aus fischähnlichen Vorfahren evoluierten Amphibien. Anfangs waren diese ersten Landgänger unter den Wirbeltieren noch klein. Doch bald entwickelten sich sehr grosse, bis zu fünf Meter lange Formen, wodurch die Amphibien zur dominierenden Tiergruppe wurden. Doch nur ein kleiner Teil dieser Vielfalt sollte überleben, denn die meisten der frühen Amphibien-Formen fielen dem Massenaussterben zum Opfer. Wie und warum Organismen aussterben, war die Frage, die bei der Station «Saurier» thematisiert wurde, bevor die Führung bei der Station «Mensch» beendet wurde.

Auf zum Bahnhof: Zeitreise bis Sonntag

Ob wir Menschen zu einer gefährdeten Art gehören und welchen Platz wir auf dem Stammbaum des Lebens einnehmen, darauf verspricht die Ausstellung am Hauptbahnhof die Antwort. Bis Sonntag ist die Bevölkerung geladen, sich auf die Zeitreise durch die Evolution zu begeben und die Schönheit und Vielfalt des Lebens hautnah zu erfahren.

Ausstellung «Der Baum des Lebens: Einheit und Vielfalt»

Eine Veranstaltung im Rahmen des Darwin-Jubiläumsjahres der Universität Zürich und der ETH Zürich, organisiert in Zusammenarbeit mit Life Science Zurich, einem gemeinsamen Projekt der beiden Institutionen.

In der Halle des Hauptbahnhofs Zürich (RailCity)

Öffnungszeiten

Freitag, 4. September 2009, 08:00–22:00 Uhr

Samstag, 5. September 2009, 10:00–24:00 Uhr

Sonntag, 6. September 2009, 10:00–20:00 Uhr

Eintritt frei

www.darwinyear09.ch

<http://www.mediadesk.uzh.ch/articles/2009/AusstellungBaumDesLebens.html#>

- 7. September 2009, 11:10, NZZ Online

Auf Zeitreise im Zürcher Hauptbahnhof

Ausstellung von Universität und ETH über die Evolutionsgeschichte



Dinosaurier-Knochen im Hauptbahnhof. (Bild: NZZ / Adrian Baer)



Unter dem Titel «Der Baum des Lebens: Einheit und Vielfalt» zeigen die Universität Zürich und die ETH Zürich bis Sonntag eine Ausstellung in der Halle des Hauptbahnhofs. Entlang einem dreidimensionalen Abbild des Lebensbaumes wird die Evolutionsgeschichte erzählt.

mel. Der Weg der Evolutionsgeschichte startet bei der Wurzel des Lebensbaumes, der auf dem Boden der grossen Hauptbahnhofhalle in Zürich mit Baumstämmen ausgelegt ist. Die erste Station: eine Bakterienkultur, die deutlich macht, dass alle Organismen auf unserem Planeten aus einfacheren Vorfahren entstanden sind. Durch den Lebensbaum helfen Wegweiser, welche die Besucherinnen und Besucher entweder zu einer weiterentwickelten Art oder in eine Sackgasse führen. Entlang dem Weg begegnet man Riesenschildkröten, einer Bienenkultur, einem ausgestopften Elefanten sowie Geparden in der Luft und Dinosaurierskeletten.

Forscher stehen Red und Antwort

Der dargestellte Baum illustriert sowohl die Einheit allen Lebens aus 3,5 Milliarden Jahren wie auch dessen Vielfalt in seiner schier unendlichen Fülle. Denn niemand weiss ganz genau, wie viele Tiere, Pflanzen, Pilze und Mikroorganismen den Lebensbaum tatsächlich bevölkern.

Organisiert wird die Ausstellung «Der Baum des Lebens: Einheit und Vielfalt» aus Anlass des Doppeljubiläums von Charles Darwins 200. Geburtstag und dem Erscheinen seiner Evolutionstheorie vor 150 Jahren. An den verschiedenen Stationen stehen Forscherinnen und Forscher der Universität Zürich und der ETH Red und Antwort zur Evolutionsforschung bei Darwin und zu den heutigen Resultaten.

Staunen über die Evolution

Ziel der Ausstellung sei, den Leuten nicht nur Fakten zu präsentieren, sondern für Staunen zu sorgen und die Vielfalt des Lebens aufzuzeigen, sagt Paul Schmid-Hempel, Biologieprofessor an der ETH und einer der Organisatoren der Ausstellung. Rund 60 Forschungsgruppen von ETH und Universität sind am Projekt beteiligt. In 89 Boxen mit lebenden Insekten und Amphibien, Filmsequenzen oder auf Informationstafeln veranschaulichen die Forscher die Geschehnisse der Evolution. Die Exponate zeigen, wie vielfältig die Forschung ist und welchen Aufgaben sie sich widmet. Am Ende des Lebensbaum-Parcours erfahren kleine und grosse Besucher, welchen Platz wir Menschen im Stammbaum einnehmen. Wer will, kann dann mit Wissenschaftlern darüber diskutieren, ob wir zu einer gefährdeten Art gehören.

Ausstellung «Der Baum des Lebens: Einheit und Vielfalt» in der Halle des Hauptbahnhofs Zürich, Samstag von 10 bis 24 Uhr und Sonntag von 10 bis 20 Uhr.

«DARWINS THEORIE WAR EINE PROVOKATION»

Vor 200 Jahren wurde Charles Darwin geboren. Ohne seine Evolutionstheorie wäre die heutige Biologie kaum vorstellbar. Mit dem Zoologen und Ökologen **Heinz-Ulrich Reyer** sprachen Thomas Gull und Roger Nickl.

Herr Reyer, vor 150 Jahren hat Charles Darwin sein bahnbrechendes Hauptwerk «Über die Entstehung der Arten» publiziert, in dem er die Grundlagen für die Evolutionstheorie präsentierte. Welche Bedeutung hat die Evolutionstheorie heute für die Wissenschaft?

HEINZ-ULRICH REYER: Man kann ohne Übertreibung sagen, dass sie das übergreifende Konzept für die ganze Biologie darstellt, die Klammer, die alle biologischen Teildisziplinen zusammenhält. Der russisch-amerikanische Genetiker Dobzhanski hat dies im Satz zusammengefasst: «In der Biologie ergibt nichts einen Sinn, es sei denn, man betrachtet es im Licht der Evolution.» Ob man auf dem Gebiet der Genetik oder Molekularbiologie, Neurobiologie, Verhaltensforschung, Physiologie oder Ökologie arbeitet – es geht im Prinzip immer um dieselben Fragen. Wie sind bestimmte biologische Merkmale und Prozesse entstanden? Welche Funktion erfüllen sie? Wie verändern sie sich im Laufe der Zeit, und warum unterscheiden sie sich zwischen Individuen und Lebensräumen? In allen biologischen Teildisziplinen wird also nach Erklärungen für die Vielfalt und die Einheit gesucht, die man in der Natur findet. Und das ist genau die Frage nach der Evolution. Das Gedankengut der Evolutionstheorie geht aber weit über die Biologie hinaus. Man wendet es etwa in der Technik bei der Entwicklung von Maschinen an, bei der Erforschung von Sprachenvielfalt und -verwandtschaft oder in der Ökonomie. Auch Medizin und Naturschutz werden sinnvoller, wenn man die evolutiven Grundlagen kennt. Angesichts dieser weitreichenden und zunehmenden Bedeutung der Evolutionstheorie für viele Bereiche unseres Lebens sollten Schulen und

Universitäten diesem Thema einen grösseren Stellenwert einräumen, als das gegenwärtig vielerorts der Fall ist.

Wie neu, wie revolutionär war diese Theorie, als 1859 Darwins Hauptwerk erschien?

REYER: Darwins Theorie war nicht absolut neu. Ich glaube, es gibt fast keine Idee, die aus dem Nichts entsteht. Das ist in Politik und Kultur so, gilt aber auch für die Wissenschaft. Ideen haben immer einen Nährboden in einer Gesellschaft und in einer Zeit. So war das auch bei der Evolutionstheorie. Die Grundbestandteile

mit dem er auf Entdeckungsreise ging, diesen Wettkampf vielfach beobachten können – bei Tieren genauso wie bei Menschen. Kurzum: Fast alle Bestandteile der Evolutionstheorie waren damals schon vorhanden. Darwins Leistung war es, die Wissensbausteine aus den verschiedensten Disziplinen in einer Synthese zu verbinden. Sie war das eigentlich Neue.

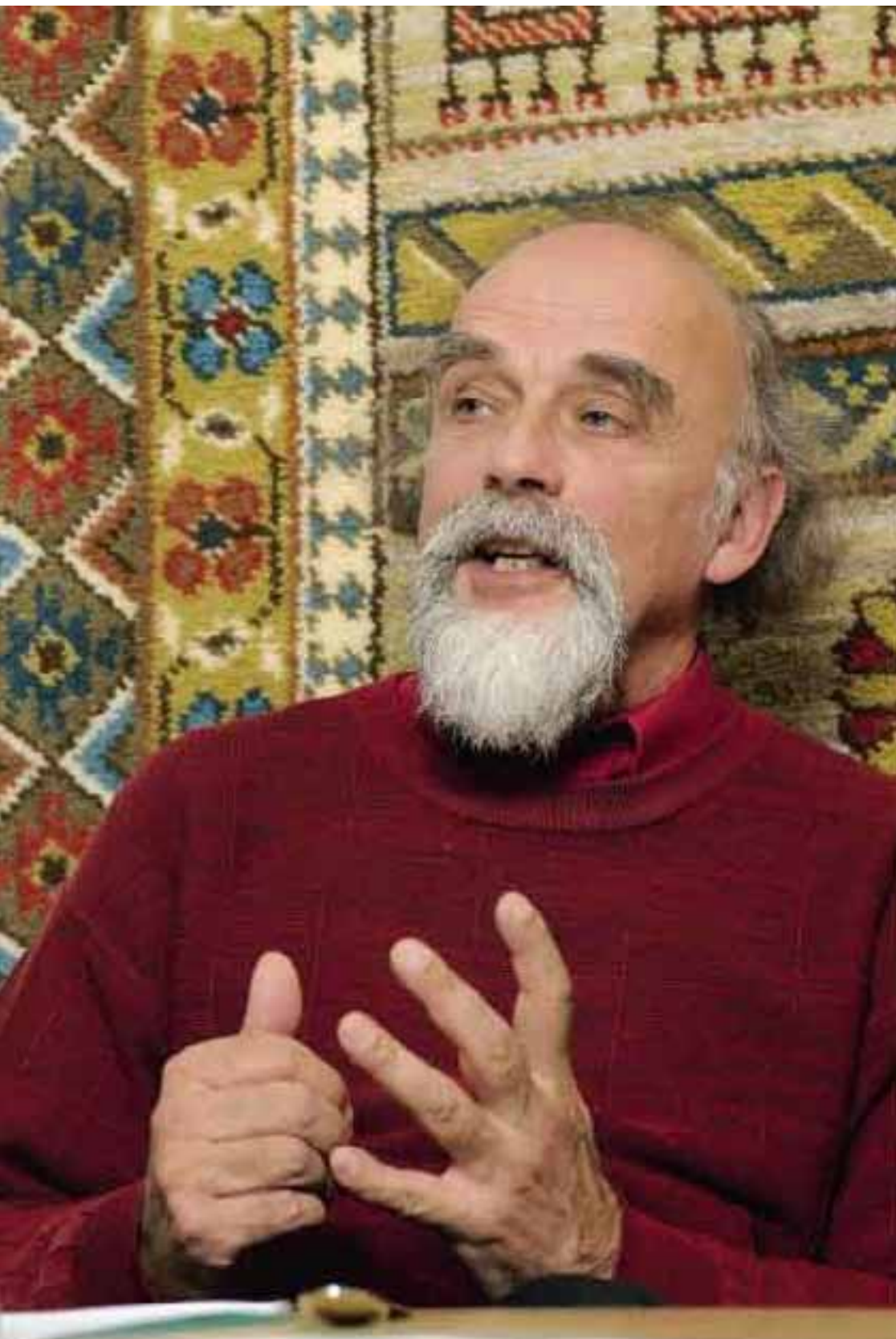
Gab es ein Schlüsselerlebnis, einen Moment, wo sich alle diese Aspekte zu einem neuen Bild der Natur und der Erdgeschichte zusammenfügten?

REYER: Meines Wissens nicht. Es wird zwar immer gesagt, der Besuch der Galapagosinseln hätte einen solchen Aha-Effekt ausgelöst. Aber diese Erklärung ist zu einfach. Es gab kein einzelnes Ereignis, das zur Evolutionstheorie geführt hat. Dies zeigt sich schon allein daran, dass Darwin für deren Formulierung enorm lange gebraucht hat. Von der Abreise mit der «Beagle» 1831 bis zur Veröffentlichung der «Entstehung der Arten» Ende 1859 sind immerhin 28 Jahre vergangen. Man kann auch nachle-

«Darwins Leistung war es, Wissensbausteine aus den verschiedensten Disziplinen in einer Synthese zu verbinden.» Heinz-Ulrich Reyer

der Theorie waren alle schon vorhanden. Darwin wusste, dass es Vererbung gibt. Er kannte allerdings den Vererbungsmechanismus nicht; der wurde erst zehn Jahre später von Gregor Mendel entdeckt. Züchter wussten zudem, dass sich die Nachkommen von Paaren unterscheiden, dass es also Variation gibt. Bekannt war auch, dass sich das Leben im Laufe der Erdgeschichte verändert hat. Man fand Fossilien, die belegten, dass es beispielsweise Fische seit längerer Zeit gibt als Amphibien. Aus der Geologie wusste man, dass sich die Erde im Laufe der Geschichte gewandelt hat. Und Darwin kannte – das war für seine Theorie ganz wichtig – das Buch des Ökonomen Malthus. Dieser wies darauf hin, dass die menschliche Gesellschaft schneller wächst als die Ressourcen, die sie braucht. Die Folge dieser Tatsache ist Konkurrenz und Wettkampf. Darwin hat später auf seiner Reise mit der «Beagle», dem Schiff,

sen, wie Darwin mit der Formulierung dieser Theorie gekämpft und sich auch gequält hat. Für diese Mühen gibt es zwei Gründe: Einerseits war Darwin ein sehr genauer und integrier Wissenschaftler, der nicht einfach halbgeare Ideen in die Welt setzte, sondern er hinterfragte und reflektierte seine Arbeit ständig. Andererseits hegte er auch moralische Zweifel. Man darf nicht vergessen, er lebte in einem Jahrhundert, in dem die Religion eine wichtige Rolle spielte, und Darwin selbst war ein gläubiger Mensch. Er hat Theologie studiert und sich auf ein Leben als Pfarrer vorbereitet. Ursprünglich wurde Darwin sogar auf der «Beagle» angeheuert, um auf der Erkundungsfahrt die biblische Schöpfungsgeschichte zu beweisen. Vor diesem Hintergrund kann es kein eigentliches Schlüsselerlebnis gegeben haben. Nur die Fülle der Beweise und die Logik der Gedanken mussten schlussendlich zu einem Bild der Naturge-



schichte führen, das den Vorstellungen der Bibel widersprach.

Wie wurde denn Darwins Buch von der damaligen Öffentlichkeit aufgenommen?

REYER: Es gab Protest und einen Aufschrei der Empörung von Seiten der Kirche. In der Wissenschaft wurde das Werk sehr unterschiedlich beurteilt. Es gab Forscher, die sich von Anfang an hinter das Werk stellten wie der Botaniker Hooker, den Darwin schon früh in seine Gedanken eingeweiht hatte. Andere befürworteten zwar die Idee der Evolution, akzeptierten aber nicht alle Teile von Darwins Theorie wie etwa der Geologe Charles Lyle. Dieser glaubte, für die Selektion sei ein Schöpfer verantwortlich und nicht ein Mechanismus, wie ihn Darwin beschrieb. Und es gab natürlich eine Fraktion in der Wissenschaft, die Darwins Denken grundsätzlich ablehnte. Einer seiner grossen Gegner war Richard Owens, damals Leiter der naturwissenschaftlichen Abteilung des Britischen Museums. Er schrieb einen heftigen Verriss über Darwins Buch. Unter dem Strich hat sich die Evolutionstheorie aber sehr schnell etabliert. Das lag nicht zuletzt daran, dass Darwin viele einflussreiche und eloquente Befürworter seiner Theorie hatte, darunter in England Thomas Henry Huxley und in Deutschland Ernst Haeckel.

Für die Evolutionstheorie ist das Vorhandensein eines Schöpfers obsolet. Was bedeutete dies für die Menschen im 19. Jahrhundert?

REYER: Darwins Theorie war eine Provokation und führte zu grosser Verunsicherung. Die Menschen verloren dadurch Werte, die ihnen Halt gegeben hatten. Und für die Kirche bedeutete die Theorie natürlich auch den Verlust von Macht. Der Aufschrei war in der Folge wohl auch deshalb so gross, weil die Evolutionstheorie sich nicht darauf beschränkte, anatomische und physiologische Entwicklungen zu erklären. Sie sah auch die geistige und moralische Entwicklung als schrittweise Entwicklung von Vorstufen. Darwin hat 1871/72 zwei Bücher geschrieben, das eine über die Abstammung des Menschen, das andere über den Ausdruck der Gemütsbewegungen bei Men-

schen und Tieren. In diesen Werken betont er, dass auch unser Denken, unsere Gefühle und unser Wollen eine Weiterentwicklung von stammesgeschichtlichen Vorstufen sind. Damit verlor der Mensch seine Sonderstellung in der Natur. Mit diesem Gedanken haben Menschen bis heute Mühe. In einer Rede 1996 anerkannte Papst Johannes Paul II. zwar die Prinzipien der Evolutionstheorie für die katholische Kirche. Die moralischen und geistigen Leistungen des Menschen nahm er davon aber aus. Auch der gegenwärtige Papst geht davon aus, dass die Naturwissenschaften bei der Erklärung der Rationalität des Menschen keinen relevanten Beitrag leisten können.

Was ist denn aus heutiger Sicht die grösste Leistung Darwins?

REYER: Wie gesagt, es ist die Synthese von ganz unterschiedlichen Befunden zu einer Theorie, die sich in den folgenden 150 Jahren tausendfach als richtig erwiesen hat. Sie hat sich selbst in Bereichen bestätigt, die Darwin noch gar nicht kannte – denken wir an die Gene-

tik oder an die moderne Entwicklungsbiologie. Und Darwins Denken hatte Einfluss auf Gebiete, an die er selbst gar nicht gedacht hatte. Zu nennen wären hier etwa die evolutionäre Erkenntnistheorie, Psychologie oder Ethik. Sie nehmen die Idee wieder auf, dass auch unsere moralischen Fähigkeiten einer schrittweisen Entwicklung unterliegen. Darwins Überlegungen begannen mit einem Blick auf die spezielle Frage, wie sich Arten in der Natur entwickeln und sich an ihre Umwelten anpassen. Seine Theorie hat sich dann aber beinahe explosionsartig auf viele andere Wissensgebiete ausgebreitet. Und sie hat sich immer und immer wieder als richtig erwiesen.

Heute ist es der Wissenschaft möglich, biologische Prozesse immer detaillierter zu erfassen. Haben die technischen Möglichkeiten von heute zu grundlegenden Neuerungen der Evolutionstheorie geführt?

REYER: Das Grundkonzept hat sich nicht geändert. Aber Dank technischer Errungenschaften ist unser Wissen viel detaillierter

geworden. In diesem Zusammenhang sind vor allem die Molekularbiologie und die Genetik zu nennen. Grundlegend waren hier Erkenntnisse über die räumliche Struktur der DNA, der so genannten Doppelhelix, und die Entschlüsselung des genetischen Codes. Die genetischen und molekularbiologischen Methoden, die darauf aufbauen, haben zu einer Vielzahl von neuen, für Darwin noch unzugänglichen Erkenntnissen geführt.

Können Sie ein Beispiel nennen?

REYER: Genetische Methoden erlauben, das Erbgut von Organismen sehr detailliert zu untersuchen; denken Sie an das Sequenzieren des Erbgutes bei Pflanzen, Tieren und beim Menschen. Auf diese Weise kann man die genetische Ausstattung verschiedener Organismen vergleichen – wie das die heutige Genomik tut. Dabei bestätigen sich weitgehend die Entwicklungen und Verwandtschaften, die man früher aus morphologischen, paläontologischen und anderen Befunden ermittelt hatte, beispielsweise die enge Verwandtschaft des Men-

schen mit dem Schimpansen. Sie zeigt sich auch darin, dass Mensch und Schimpanse zu etwa 99 Prozent dasselbe Erbgut besitzen. Ein zweites Beispiel: Aus der Morphologie kannte man schon lange Strukturen, die keinen Sinn ergeben. Wale etwa verfügen über Reste von Becken- und Oberschenkelknochen, die keine Funktion erfüllen. Ihr Vorhandensein wird erst dann verständlich, wenn sie als Erbe von Vorfahren, die einmal auf dem Land gelebt haben, betrachtet werden. Solche Fossilien und Rudimente findet man nun auch immer mehr im Erbgut.

Test unzählige Male bestanden. Keine Alternativ-Erklärung kann auch nur ansatzweise diesen Anspruch erheben.

Welches sind heute die grossen Herausforderungen der Evolutionsforschung?

REYER: Eine ungelöste Frage ist, wie es überhaupt zu den ersten Lebensformen gekommen ist. Chemiker haben es mittlerweile geschafft, aus Molekülen, wie sie vermutlich im Ozean der frühen Erde existiert haben, Bausteine herzustellen, die für das Leben wichtig sind:

«Durch die Evolutionstheorie verloren Menschen Werte, die ihnen bis dato Halt gegeben hatten.» Heinz-Ulrich Reyher

Es gibt fossile und rudimentäre Gene, die noch vorhanden, aber nicht mehr funktionsfähig sind. Sie lassen sich erklären, wenn man davon ausgeht, dass es sich um Gene unserer Vorfahren handelt, die bei diesen funktionell waren.

Gibt es ernst zu nehmende Versuche, die Evolutionstheorie zu widerlegen?

REYER: Es gibt eine Fülle von Versuchen, die Evolutionstheorie fundamental in Frage zu stellen, wie ein Blick ins Internet zeigt. Da finden sich Buchtitel wie «Der Irrtum des Jahrhunderts» oder «Der Kollaps der Evolutionstheorie». Leute, die solche Bücher schreiben, meinen das sicher sehr ernst. Das ist allerdings etwas anderes, als ernst zu nehmende Versuche, die Evolutionstheorie zu widerlegen. Ernst zu nehmende Versuche, eine wissenschaftliche Theorie – gleich welcher Art – zu widerlegen, kann es eigentlich per Definition gar nicht geben. Schon das Vorgehen wäre unwissenschaftlich, weil es von einer Absicht und vorgefassten Meinung diktiert wird. Wissenschaftliches Arbeiten besteht nicht darin, etwas beweisen oder widerlegen zu wollen; es besteht darin, die Vorhersagen von Hypothesen und Theorien durch Beobachtungen und Experimente unvoreingenommen zu überprüfen. Je häufiger ein Befund eine Vorhersage stützt, desto wahrscheinlicher wird die Richtigkeit der Theorie. Die Evolutionstheorie hat diesen

Zucker, Aminosäuren, Bestandteile der DNA. Moleküle herzustellen, die sich wie die DNA selbst vervielfältigen, ist aber bisher nicht gelungen. Ein zweites Gebiet, das eine grosse Herausforderung darstellt, ist zu erklären, wie sich komplexe Strukturen durch den Prozess von Zufall und Selektion entwickeln. Das war auch für Darwin schon ein Problem. Er schrieb, es sei fast absurd, dass ein so komplexes Organ wie das Auge allein durch solche Prozesse entstanden sei. Molekularbiologie, Genetik und Entwicklungsbiologie liefern uns inzwischen phantastische Werkzeuge, um solche Fragen zu erforschen.

Ist man bei der Erforschung solcher Probleme auch zu Resultaten gelangt?

REYER: Ja, es gibt bereits faszinierende Ergebnisse. Man hat etwa festgestellt, dass manche Komplexitätsgrade gar nicht so schwierig zu erreichen sind. Ein Beispiel dafür ist das UV-Sehen bei Vögeln. Es gibt Arten, die die Fähigkeit dazu haben, andere haben sie wiederum nicht. Man hat nun herausgefunden, dass der Unterschied lediglich in einer einzigen Mutation liegt – das heisst in einer einzigen Veränderung eines Buchstabens im genetischen Code. Weiter hat man erkannt, dass die Evolution immer wieder auf bewährte Bausteine zurückgreift und diese modifiziert. Manche Gene und Abläufe in der Entwicklung findet man bei der Taufliede genauso wie bei Mäusen

oder Menschen. Das heisst, hier wurde ein erfolgreiches Programm übernommen und verändert. Das ist ein wichtiger Befund, weil er das Argument schwächt, der Zufall könne keine komplexen Organe hervorbringen. Wir sprechen nämlich nicht über einen Zufall, wie wir ihn vom Würfeln kennen, wo ein aktueller Wurf völlig unabhängig davon ist, was zuvor gewürfelt wurde. Es geht um zufällige Veränderungen, die auf bestehenden Strukturen aufbauen. So hat sich beispielsweise gezeigt, dass selbst an der Entwicklung verschiedener Typen von Augen teilweise die gleichen Gene beteiligt sind. Das heisst, wir müssen vorsichtig sein, wenn wir die Komplexität im Erscheinungsbild gleichsetzen mit der Komplexität in Herstellung und Entwicklung.

Welche Bedeutung hat die Evolutionstheorie für Ihre Arbeit?

REYER: Ich arbeite auf dem Gebiet von Verhaltensbiologie und Ökologie. Gegenwärtig beschäftigen wir uns unter anderem mit einem Komplex von Froscharten, der aus zwei echten Arten und einem Hybriden, also einem Mischling, besteht. Eine der Fragen, die uns interessieren: Welche Rolle spielen Hybriden in der Evolution – sind sie gegenüber den ursprünglichen Arten im Nachteil und werden sie immer

ZUR PERSON

Heinz-Ulrich Reyher ist Vorsitzender des Fachbereichs Biologie der Universität Zürich, Direktor des Zoologischen Instituts und Leiter der Abteilung Ökologie. Seine Arbeitsgruppe untersucht die Einflüsse von Genetik, Verhalten, Demographie und Umweltbedingungen auf Grösse, Struktur und Dynamik von Tierpopulationen. Untersuchungsobjekte sind Insekten und Wirbeltiere (vor allem Amphibien); die Methoden reichen von vergleichenden Freilandstudien über Experimente bis zu mathematischen Modellierungen.

KONTAKT ulireyer@zool.uzh.ch

wieder eliminiert, so dass die Trennung zwischen den Arten erhalten bleibt und verstärkt wird? Oder können Hybriden unter bestimmten Umweltbedingungen einen evolutionären Vorteil haben, so dass sie sich unter Umständen zu eigenen Arten entwickeln können? Eine weitere Frage ist, welche Rolle die genetische Diversität für den Erfolg von Hybriden spielt. In einem früheren Projekt, das mich lange beschäftigt hat, ging es um die kooperative Aufzucht von Jungen bei Vögeln, wo sich Helfer nicht fortpflanzen, sondern anderen bei der Aufzucht des Nachwuchses helfen. Ein Konzept, das solch nur scheinbar selbstloses Verhalten erklären kann, ist das der «Verwandtenselektion». Die Grundidee: Wenn meine Hilfe Verwandten zugute kommt, trägt die Investition indirekt zur Verbreitung meines eigenen Erbgutes bei, denn in diesen Verwandten steckt ja zumindest ein Teil meines eigenen Erbmaterials. Das Konzept der Verwandtenselektion, das etwa 45 Jahre alt ist, liefert damit eine (aber nicht die einzige) Möglichkeit, die Evolution von sozialem Verhalten zu erklären. Darwin hatte damit grosse Mühe. Inzwischen haben zahlreiche genetische Untersuchungen bestätigt, dass viele soziale Verhaltensweisen tatsächlich auf Verwandtschaft basieren.

*Unsere Schlussfrage ist spekulativ:
Wenn Darwin heute lebte und Evolutionsforschung betriebe, womit würde er sich beschäftigen?*

REYER: Darwin war ein unglaublich breit interessierter, gut gebildeter Wissenschaftler. Er würde sich heute wahrscheinlich für Disziplinen interessieren, die relevant für seine Theorie sind, aber damals noch nicht existierten, wie etwa Genetik, Molekularbiologie oder moderne Neurobiologie. Aber auch die evolutionäre Erkenntnistheorie, die evolutionäre Psychologie und die evolutionäre Ethik wären für ihn interessant. Und Darwin würde wahrscheinlich weiterhin seine Hobbys pflegen – seinen Garten etwa. Er hat auch Tauben gezüchtet, und er war ein begeisterter Käfersammler. Es wäre ihm wohl kaum langweilig.

Nicht alles ist vererbbar

Wissenschaftler planen ein fächerübergreifendes Institut für Evolutionswissenschaft

Von Ina Helms

Die Gründung eines neuen Forschungsinstituts ist wie eine kleine Revolution in der Wissenschaft. Und eine Revolution wird nicht an einem Tag gemacht. Am Anfang steht die Idee. So sind der Soziologe Rudolf Stichweh, der Biologe Heinz-Ulrich Reyher und der Sprach- und Computerexperte Hans Uszkoreit nach einjähriger Diskussion mit anderen Experten der Meinung: Es gibt eine Lücke in der deutschen Forschungslandschaft, ein Institut für Evolutionswissenschaft.

Das Konzept für ein solches weltweit einmaliges Institut in Berlin stellten sie kürzlich in der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften (BBAW) vor. Eine fächerübergreifende Evolutionslehre fehlt bisher. Denn seit zirka 100 Jahren dominiert die biologische Evolutionstheorie. Sie erklärt, wie sich Individuen im Laufe der Erdgeschichte entwickeln und ihre Eigenschaften weitergeben, nämlich durch Paarung und Vererbung sowie durch Selektion. Das heißt, es findet eine

Auswahl statt, indem sich die Individuen an ihre Umweltbedingungen anpassen. Nur der „Tauglichste“ setzt sich durch.

Doch an dieser Stelle melden sich die Geisteswissenschaftler zu Wort. Das gelte sicherlich für Eigenschaften wie Körperbau und Augenfarbe. Wie sieht es aber aus, wenn es um die Entwicklung von Intelligenz, Gedächtnis oder Verhaltensmuster geht? Wie entwickeln sich gesellschaftliche Systeme, und wie werden Informationen und Sprache weitergegeben? Dient unser Verhalten nur dazu, uns fit zu machen für die Umwelt, und unterliegen wir nur dem Diktat der egoistischen Gene?

„Die Soziologie versucht, einen zweiten nichtgenetischen Weg der Informationsübertragung zu entdecken“, sagt Prof. Stichweh. Das heißt: Nicht alles ist vererbbar, wie es Soziobiologen noch in den siebziger Jahren behaupteten. Es gibt den Weg der Überzeugung, und auch der Zufall könnte eine Rolle spielen. „Wir erforschen, ob es zufällige Erfindungen gibt, die sich aufgrund zufälliger Umstände durchsetzen,

ähnlich wie in der Evolutionsbiologie, wo es ja auch zufällige Mutationen gibt“, so Stichweh. Eine solche Erfindung, die sich zufällig durchsetzt, muß nicht die Beste sein.

Evolution findet nach Ansicht des bekannten Hirnforschers Prof. Wolf Singer in Teilsystemen wie Wissenschaft, Kultur oder Recht statt. Und jedes Teilsystem hat andere Auswahlkriterien. In der Wissenschaft ist es die Suche nach der Wahrheit, in der Wirtschaft geht es um das Überleben und Sterben von Firmen. „Wenn Evolution untersucht wird, wird die Wissenschaft selbst zur Fragestellung“, meint der Ökonom Prof. Herrmann-Pillath, denn auch die Wissenschaft erzeuge Informationen, von denen durch Zufall einige überlebten.

Den Autoren des Gründungsmemorandums geht es in erster Linie um eine fachübergreifende Diskussion und eine engere Zusammenarbeit der beteiligten Wissenschaftsdisziplinen. „Ein Ökonom, der verstehen will, wie sich Rußland gerade verändert, muß auch mal in die russische Literatur schauen“,

unterstreicht Herrmann-Pillath diesen Gedanken. Außerdem soll die Biologie nicht mehr als Leitwissenschaft begriffen werden. „Die Biologie ist nur ein Spezialfall an Dynamik und Komplexität, nicht der Modellfall“, meint Singer. „Das darwinistische Prinzip ist längst von unseren hochdifferenzierten Gehirnen durchbrochen worden. Mit unseren Wertesystemen, beispielsweise dem Minderheitenschutz, haben wir längst soziale Realitäten geschaffen.“

Evolution ist heute nicht mehr nur biologische Evolution. Die Bedingungen, unter denen sich die Menschen entwickeln, haben sich verändert und zu einer kulturellen Evolution geführt. Deshalb geht es in der Evolutionswissenschaft darum, komplexe Systeme zu beschreiben und Selektionsmuster zu erkennen.

Die Debatte über das Wie wurde in der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften eröffnet. Gefragt sind jetzt die großen Wissenschaftsinstitutionen, diesem Anliegen Rechnung zu tragen.

Wie aus Zufällen Normalfälle werden

Die Werner-Reimers-Stiftung schlägt die Gründung eines Instituts für Evolutionswissenschaft vor

Es kommt in der Wissenschaft nur selten vor, daß ein Forschungsprogramm vorgestellt wird, zu dem es weltweit so gut wie keine Vorbilder gibt. Noch seltener ist es, daß dies in Deutschland geschieht. Am ehesten könnte aber dürfte ein solches Programm genannt werden, wenn es Forschungskontakte zwischen Natur- und Sozialwissenschaften herstellen könnte, die sowohl die üblichen Schwerhörigkeiten zwischen den Fächern wie auch die bloßen Verständigungsfaszaden – etwa in Ethik-Kommissionen oder interdisziplinären Sammelbänden – hinter sich ließen.

In den Räumen der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften hat eine von der Werner-Reimers-Stiftung eingesetzte Forschergruppe jetzt einen solchen Vorschlag unterbreitet. Er zielt auf die Gründung eines Instituts für Evolutionswissenschaft in Deutschland. Das wäre wenig spektakulär, wenn damit nur ein Institut für theoretische und experimentelle Biologie angeregt würde. Das Memorandum des Autorenkreises um den Zoologen Heinz-Ulrich Reyher (Zürich), den Soziologen Rudolf Stichweh (Bielefeld) und den Computerlinguisten Hans Uszkoreit (Saarbrücken) zielt jedoch auf ein Forschungszentrum, dem es um mehr als die Ausarbeitung und Anwendung naturwissenschaftlicher Modellbildung ginge. Denn im Begriff der Evolution, so die versammelten Diskutanten, hat man es mit einem Konzept zu tun, das mittlerweile in ganz verschiedenen Fächern erfolgreich verwendet wird.

Wirtschaftswissenschaftler studieren seit längerem schon unter dem Titel „Evolutionsökonomik“ die Bedingungen innovativen Marktverhaltens und entwickeln Modelle von Konkurrenz als einem Mechanismus der „Selektion“ von technologischen Routinen, Firmen und Produkten. In der Ethnologie, deren Anfänge unmittelbar benachbart zu denen der Darwinschen Theorie waren, gibt es seitdem ein Interesse an der Frage, aus welchen Gründen sich welche Sozialformen erhalten und welchen Prinzipien der zivilisatorische Wandel folgt. Verwandt hierzu sind Überlegungen, ob sich zur biologischen Weitergabe von Information durch Gene im Bereich des Sozialen fruchtbare Analogien finden lassen. Was, so fragt etwa die „Epidemiologie der Ideen“ des französischen Kulturanthropologen Dan Sperber, sind die materiellen Bedingungen dafür, daß eine kulturelle Neuerung ins soziale Gedächtnis eingeht oder sich über weite Regionen hinweg verbreitet?

Der große amerikanische Psychologe Donald T. Campbell wiederum hat eine ganze Wissenschaftstheorie auf den Gedanken gegründet, daß bereits elementare Prozesse der Wahrnehmung und Erkennens auf

der Auswahl aus zufällig entstehendem Neuen, der Normalisierung von Irritationen beruhen. Und auch in der Organisationsforschung existiert eine Vielzahl von Modellen, die administrative und betriebliche Entscheidungsprozesse als Versuche analysieren, aus Zufällen Ordnung zu gewinnen, oder Organisationen selbst als Bewohner ökologischer Nischen beschreiben.

Aus all diesen Beispielen – die sich leicht um weitere aus der synthetischen Chemie, der Hirnforschung oder der Sprachforschung vermehren lassen – leitet die Autorengruppe einen interdisziplinären Klärungsbedarf ab. So lasse sich die Sonderstellung der Biologie im Bereich der Evolutionsforschung offenkundig nicht dadurch begründen, daß nur organische Gebilde evolutionärem Wandel unterworfen wären. Evolution übergreift Natur und Gesellschaft, weshalb eine soziologische Evolutionstheorie auch nicht in bloße Soziobiologie münden muß. Die Biologie habe einzig den allerdings erheblichen Vorteil einer mehr als einhundertjährigen Erfahrung mit evolutionistischem Denken. Weiterhin werden auf allen genannten Feldern vergleichbare Probleme gepflegt. Alle Evolutionstheorien beschäftigen sich mit der Frage, durch welche Mechanismen ganz unwahrscheinliche, hochkomplexe Sachverhalte – zum Beispiel der menschliche Organismus, aber auch die Geldwirtschaft oder bestimmte Regeln der Moral – zum erwartbaren Normalfall werden können. Gemeinsam ist allen deshalb das Interesse an Gebilden und Zuständen, die so aussehen, als ob sie geplant worden wären, die aber nur existieren, weil sie nicht geplant worden sind.

Nicht geplant worden ist auch die Verbreitung dieses Forschungsinteresses selbst. Das vorgelegte Memorandum betont, daß die skizzierten Entwicklungen weitgehend unkoordiniert zustande kamen: Die ökonomische Evolutionstheorie forscht unabhängig von der psychologischen, die kulturanthropologische ohne Kontakt zur soziologischen. Der Transfer von Ideen verläuft zu meist zwischen den jeweiligen Disziplinen und der Biologie, jedoch nur selten untereinander. Auch Rückübertragungen wie im Fall der ökonomischen Spieltheorie, die von Evolutionsbiologen aufgegriffen wurde, sind eher die Ausnahme.

So mangelt es bislang an einer übergreifenden allgemeinen Evolutionstheorie, die ausnutzen würde, daß auf ganz verschiedenen Gebieten strukturverwandte Problemlagen bearbeitet werden. Daß dies nicht so bleiben muß, darauf zielt der Vorschlag zur Gründung eines organisatorischen Pendantes zum amerikanischen „Santa Fe Institute“, dessen Forschungen unter dem Titel „Komplexität und Selbstorganisation“

weltweite Aufmerksamkeit finden. Wie dieses soll es sich um eine stark an Fragen der Theorie, der Modellbildung und des interdisziplinären Vergleichs orientierte Institution handeln.

In Kurzvorträgen zeigten der Biologe Peter Hammerstein und der Physiologe Wolf Singer, daß vor allem das Gleichgewicht zwischen diesen Aspekten für den Erfolg eines solchen Instituts entscheidend wäre. Nur dann, wenn auch für Biologen der interdisziplinäre Austausch Vorteile verspräche, könne mit ihrer Beteiligung gerechnet werden. Gerade die Erfahrungen, die in den Sozialwissenschaften bei der Analyse von Sachverhalten gemacht werden, die sich nicht sofort mathematisch modellieren lassen und insofern zu Begriffsbearbeitung zwingen, kämen als solche Vorteile in Frage.

Der vorgebrachte Einwand, außerhalb der Naturwissenschaft würden evolutionistische Begriffe eher als Metaphern und nicht als präzise Termini verwendet, verliert in diesem Zusammenhang an Dramatik. Denn schließlich unterliegen auch strenge Modelle als Modelle der Logik des „als ob“ und beruhen noch die richtigsten Rechnungen auf Begriffen, die selbst nicht aus Rechnungen hervorgehen. An Gründen der gegenseitigen Kenntnisnahme von Naturforschern und Sozialwissenschaftlern bestünde, so gesehen, kein Mangel.

Der Vorschlag der Arbeitsgruppe kommt nicht aus dem institutionellen Niemandsland. Auf Anregung des Wissenschaftskollegs zu Berlin und maßgeblich unterstützt vom Bundesministerium für Bildung und Forschung, hat die Reimers-Stiftung in den letzten Jahren eine Reihe von Konferenzen ausgerichtet, die der Suche nach vielversprechenden, aber unerschlossenen Forschungsfeldern galten. Neben den bewährten Verfahren der großen Wissenschaftsorganisationen soll hierdurch eine weitere Form wissenschaftlicher Themenfindung erprobt werden. Eingeladen wurden vorzugsweise jüngere Wissenschaftler mit interdisziplinären Interessen. Ihre einzige Vorgabe war, Berichte über bislang nicht angemessen artikulierte Fragestellungen und Trendlinien disziplinärer Entwicklungen zu geben. Neben dem Memorandum zur Evolutionswissenschaft liegt inzwischen ein zweiter Bericht über den Stand der kulturwissenschaftlichen Forschung zu Regionen, der sogenannten „Area Studies“, vor. Eine Studie zur vergleichenden Soziologie des Rechts ist in Arbeit. Wenn der Vorschlag der Evolutionstheoretiker es erlaubt, auf die Fruchtbarkeit dieser „Suchprozesse“ zu schließen, ist ihnen der Übergang von geringer Entstehungswahrscheinlichkeit in hohe Erhaltungswahrscheinlichkeit zu wünschen.

JÜRGEN KAUBE

Eine Evolutionstheorie für alle Wissenschaften

Forscher plädieren für interdisziplinäres Institut

Von Lilo Berg

In Berlin wird möglicherweise ein weltweit einmaliges Institut für Evolutionswissenschaft entstehen. Darauf deutete der Diskussionsverlauf bei einem Kolloquium in der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften hin, wo am vergangenen Freitag Natur-, Geistes- und Sozialwissenschaftler über ein Memorandum zu Gründung eines transdisziplinären evolutionswissenschaftlichen Instituts berieten. Vorgelegt worden war das Papier vom Programmbeirat des Projekts "Suchprozesse für innovative Fragestellungen in der Wissenschaft", das von der Werner Reimers Stiftung, Bad Homburg, und vom Bundesforschungsministerium gefördert wird.

Als "große Lücke in der gegenwärtigen Forschungslandschaft" machten die Wissenschaftler das Fehlen einer fachübergreifenden allgemeinen Evolutionstheorie aus. Diese soll die "heute noch zu wenig reflektierte Übernahme von evolutionstheoretischen Konzepten aus der Biologie in die Sozial- und Verhaltenswissenschaften" ablösen. "Das Ergebnis", so hoffen die Verfasser des Memorandums,

"werden allgemeine Erkenntnisse über das Wesen hochstrukturierter Systeme sein." Sie regen zudem eine bessere Vernetzung der Erkenntnisse etwa aus den Biowissenschaften, der Hirnforschung, der Informatik und den Wirtschaftswissenschaften an.

Die Idee ist gut, darüber war man sich bei der Diskussion in Berlin weitgehend einig. Unklar ist noch die institutionelle Umsetzung. Der konkreteste Vorschlag kam vom Präsidenten der Berliner Humboldt-Universität, Hans Meyer. Er regte an, mit einem interdisziplinären Projekt an seiner Hochschule zu beginnen. "Mit der Zeit wird sich dann herausstellen, ob daraus ein Institut werden kann", sagte Meyer. Sein Angebot blieb bei dieser Sitzung konkurrenzlos. (lb.)

Diskussion über Evolutionsinstitut

Was kann ein Institut für Evolutionswissenschaft leisten? Unter dieser Fragestellung diskutierten gestern in der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften (BBAW) Soziologen, Biologen, Sprachwissenschaftler und andere Experten ein Konzept für ein neues Wissenschaftsinstitut. Der Diskurs zwischen den Fachrichtungen sei überfällig, denn das Weltbild würde heute evolutionstheoretisch betrachtet. Kontrovers wurde die Vorlage diskutiert, nachdem ein solches Institut in mehrere Disziplinen gegliedert werden soll. „Das wäre schon wieder eine Trennung“, sagte der Ökonom Prof. Ulrich Witt. Eine Erweiterung des Konzepts forderte auch der Hirnforscher Prof. Wolf Singer. Eine Konzentration auf Biologie sei nicht ratsam. Es müsse ein interdisziplinärer Austausch etabliert werden. Ob dies letztlich in einem neuen Wissenschaftszweig erfolgt, blieb zunächst offen. inhe,

SEITE 34 - SONNABEND, 10. APRIL 1999

BERLINER MORGENPOST