

# «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-

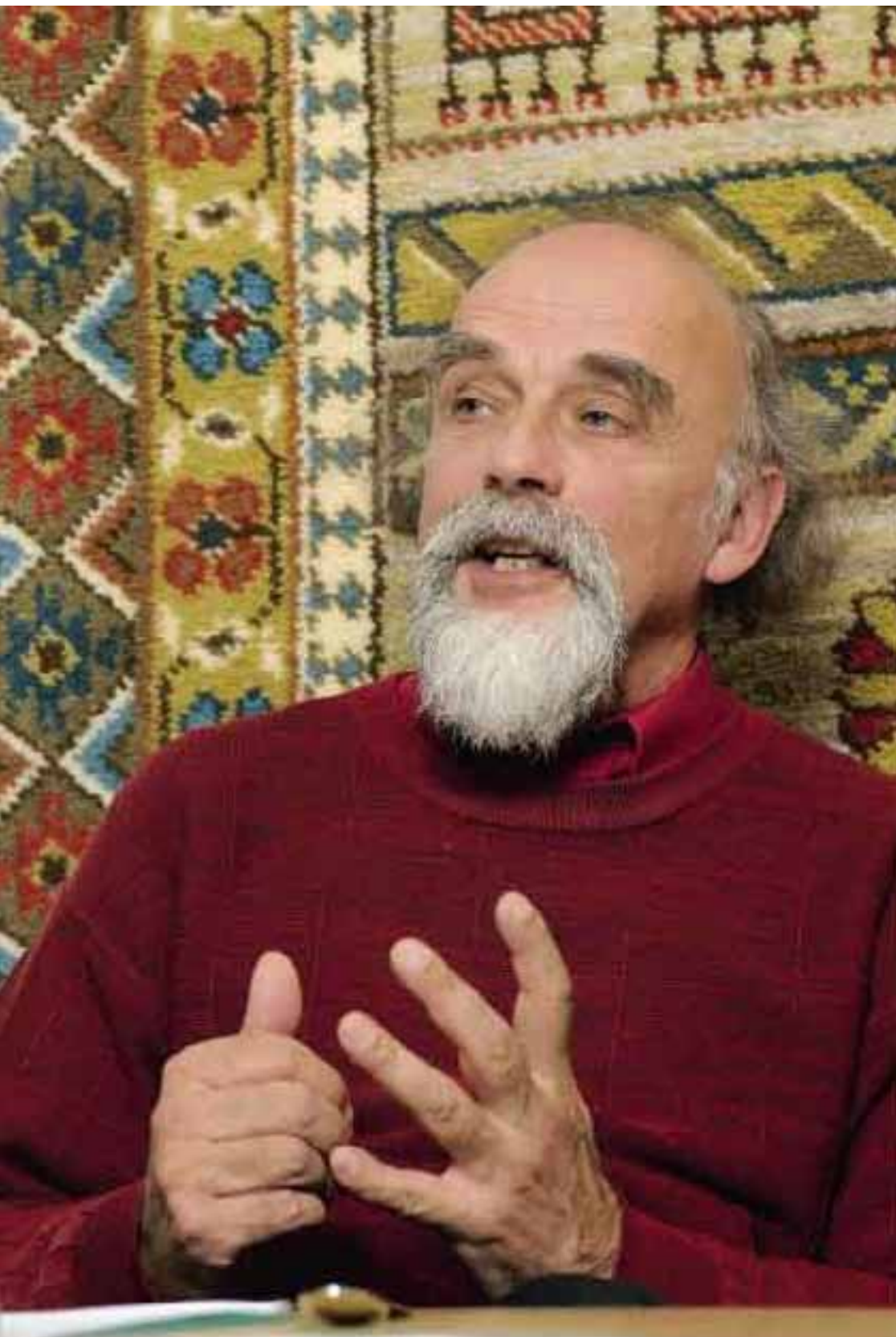
---

*«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 integrierter 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-



## Viva Italia Cucina tradizionale!

Bei uns erleben Sie die wahre Italianità mit typischen Spezialitäten, wie man sie normalerweise nur in Italien genießt: Unsere hervorragenden Pizzas, hergestellt nach Originalrezepten des Pizza-Weltmeisters und ausgezeichnet mit dem Gütesiegel «Napoletanische Qualitätspizza DOC», unsere hausgemachten Teigwaren, erlesenen Fleisch- und Fischgerichte sowie feinen Dolci werden Sie ebenso begeistern wie unser freundlicher Service und südländisches Ambiente.

«Buon appetito!»



**SchülerInnen, StudentInnen und Lehrbeauftragte  
essen gegen Vorweisung ihrer Legi 15 Prozent günstiger.  
Gilt auch für eine Begleitperson!**

Wir sind sieben Tage in der Woche für Sie da:

### Ristorante FRASCATI

Zürich, Bellerivestrasse 2, Tel. 043 / 443 06 06

### Ristorante Pizzeria MOLINO

Zürich, Limmatquai 16, Tel. 044 / 261 01 17

Zürich, Stauffacherstrasse 31, Tel. 044 / 240 20 40

Winterthur, Marktgasse 45, Tel. 052 / 213 02 27

Wallisellen, Einkaufszentrum Glatt, Tel. 044 / 830 65 36

Uster, Poststrasse 20, Tel. 044 / 940 18 48

Dietikon, Badenerstrasse 21, Tel. 044 / 740 14 18

[www.molino.ch](http://www.molino.ch)



## Kunstvermittlung – eine Kunst?

Im Master of Arts in Art Education der ZHdK erarbeiten sich angehende Ausstellungsmacherinnen, Lehrer für Bildnerisches Gestalten und Fachjournalistinnen eine eigenständige, zukunftsfähige Positionierung in der Vermittlung von Kultur, Künsten und Design.

Vertiefungen im Master of Arts in Art Education:  
ausstellen & vermitteln, bilden & vermitteln  
und publizieren & vermitteln

Nächster Studienstart: 15. September 2009

Anmeldefrist: 27. Februar 2009

Alle Informationen: <http://mae.zhdk.ch>

Z

hdk

Zürcher Hochschule der Künste  
Departement Kulturanalysen und -Vermittlung



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 Reyer

---

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 Reyer* 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](mailto:ulireyer@zool.uzh.ch)

# EVOLUTION IM LABOR

Cyanobakterien helfen dem Populationsgenetiker Homayoun Bagheri, einen der bedeutendsten Schritte in der Evolution des Lebens auf der Erde nachzuvollziehen: den vom Einzeller zum mehrzelligen Organismus. Von Ruth Jahn

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.

Am Anfang des Lebens auf unserem Planeten, vor mehr als 3,5 Milliarden Jahren, lebten fast ausnahmslos Einzeller auf der Erde. Kleine, undifferenzierte, simple Organismen, soweit ist sich die evolutionsbiologische Forschungsgemeinde im Hinblick auf die Entwicklung des Lebens einig. Doch wie wurden die Lebewesen immer komplexer? Entwickelten sich – quasi als erster Siebenmeilenschritt der Evolution – zunächst verschiedenartige einzellige Spezialisten mit unterschiedlichem Stoffwechsel, die symbiotisch zusammenlebten? Und wuchsen diese dann irgendwann später zu mehrzelligen, heterogenen Zellverbänden zusammen? Oder war es genau umgekehrt? Entwickelten sich zuerst homogene mehrzellige Organismen, die dann in einem zweiten Schritt dazu übergingen, sich zellweise zu spezialisieren, um so die Arbeit des Stoffwechsels und der Vermehrung untereinander aufzuteilen?

## MHRZELLIGKEIT VOR ARBEITSTEILUNG

Das zweite Szenario ist wahrscheinlicher, wie die Forschung des Populationsgenetikers Homayoun Bagheri zeigt. Mit mathematischen Modellen zu Cyanobakterien konnten der Wissenschaftler und sein Team herleiten, dass sich im Laufe der Evolution die Mehrzelligkeit vor der Arbeitsteilung und Differenzierung von Zellen herausgebildet haben muss: «Multizellularität scheint eine notwendige Bedingung dafür zu sein, dass sich Zellen in der Evolution differenzierten und begannen, Arbeitsteilung zu betreiben», so Bagheri.

«Diese Hypothese stützen auch grundsätzliche Überlegungen», betont Bagheri und liefert die entsprechende Argumentation: Angenommen, in einer Gemeinschaft von einzelligen, verschieden differenzierten Einzellern entsteht durch zufällige Mutation des Erbguts unter den Nachkommen dieser Einzeller ein einzel-

ner «Betrüger», der sich um Kooperation und das Haushalten mit den vorhandenen Ressourcen focht. So könnte sich dieser parasitäre Betrüger Typus einen Überlebensvorteil verschaffen und sich über kurz oder lang durchsetzen, während anders differenzierte Einzeller womöglich ausgerottet würden. «Das Nebeneinander von verschiedenen differenzierten Einzellern scheint somit in der Evolution ein eher wackeliges Konstrukt», sagt der Populationsgenetiker.

Die Mehrzeller schlagen sich da evolutionsbiologisch besser: Taucht ein eigennütziger «Betrüger» als ein Zelltypus innerhalb eines mehrzelligen Verbandes auf, könnten sich mehrzellige Organismen mit «Betrüger»-Zellen gegen Mehrzeller ohne «Betrüger»-Zellen durchsetzen. «Die Mehrzelligkeit an sich wird dabei kaum ausselektiert, darum sind Mehrzeller in der evolutionären Entwicklung wahrscheinlich ziemlich stabil», erklärt Bagheri.

Bagheris mathematische Modellierungen stützen diese Hypothese. Dass es zunächst Mehrzeller und dann Spezialisten in der Evolution der Cyanobakterien gegeben haben muss, versucht er aber noch anders zu beweisen: durch die Analyse des genetischen Stammbaums von Cyanobakterien.

## DER STAMMBAUM DER CYANOBAKTERIEN

«Auffällig ist ja, dass bereits unter den allerältesten Mikrofossilien schon einige multizellulär waren. Dass diese demnach schon bald nach der Entstehung des ersten Lebens aufgetaucht sein müssen, lange bevor differenzierte Cyanobakterien dann die sauerstoffhaltige Atmosphäre auf der Erde erschufen», erklärt Bagheri: «Diese Mikrofossilien gleichen übrigens – zumindest äusserlich – den heutigen Mehrzellern unter den Cyanobakterien aufs Haar.» Homayoun Bagheris siebenköpfiges Team –