



DOSSIER EVOLUTION

DARWIN'S ERBE

Charles Darwins Buch «Vom Ursprung der Arten» revolutionierte in der Mitte des vorletzten Jahrhunderts die Wissenschaft. Darwins Ideen stehen am Anfang der Evolutionsforschung. Und sie provozieren nach wie vor. Das Dossier gibt einen Einblick in die vielfältige Evolutionsforschung an der Universität Zürich. Für die Bilder sind die Fotografen Michel van Grondel und Mike Frei im Zoologischen Museum der Universität auf die Pirsch gegangen.

Unsere Themen: Hilfsbereitschaft zahlt sich aus – warum Erdmännchen und Fledermäuse sich altruistisch verhalten. Meister der Anpassung – ihre Wandlungsfähigkeit macht Viren erfolgreich und gefährlich. Eine Frage der Kultur – was uns von den Menschenaffen unterscheidet. Smarte Roboter – am AI-Lab wird die Evolution simuliert. Wettrüsten der Geschlechter – wie um die Weitergabe der eigenen Gene gekämpft wird.

26 SURVIVAL OF THE NICEST 28 EVOLUTIONÄRE VERWANDLUNGSKÜNSTLER
32 «KULTUR IST DER MOTOR DER EVOLUTION» 39 DER ENTZAUBERTE MENSCH
42 DER ZOO DER SMARTEN ROBOTER 46 KRIEG DER GESCHLECHTER





SURVIVAL OF THE NICEST

Hausmäuse, Fledermäuse und Erdmännchen machen es vor: Wer hilfsbereit ist, nützt nicht nur andern, sondern auch sich selbst. Deshalb ist kooperatives Verhalten in der Evolutionsgeschichte erfolgreich. Von Ruth Jahn

«Tiere, die anderen helfen, sind unter den vielleicht bis zu 80 Millionen heute existierenden Arten zwar in der Minderheit – aber alles andere als ein Auslaufmodell», sagt Barbara König, Professorin am Zoologischen Institut der Universität Zürich. Forschungsschwerpunkt der Verhaltensbiologin und ihrer 20-köpfigen Forschungsgruppe sind Teamarbeit und Helferverhalten unter weiblichen Haus- und Fledermäusen. Altruismus ist eine jener Knacknüsse der Evolution, die Biologen schon seit langem beschäftigen. Denn eigentlich hätte der scheinbar selbstlose Einsatz für andere schon lange der natürlichen Selektion zum Opfer fallen müssen. Doch Hilfsbereitschaft trotz dem evolutionären Wandel: So unterstützen Elefantenkühe als so genannte Gouvernanten Elefantmütter bei der Aufzucht ihrer Jungen. Und bei vielen Vogelarten entlasten Bruthelfer Vogelpaare beim Futtersuchen für die frisch geschlüpften Jungen. Weibliche Hausmäuse säugen fremde Junge. Fledermäuse hängen ihre Jungen in Wochenstuben zusammen. Und die in Südafrika heimischen Erdmännchen halten für andere Wache, kehren gemeinsam vor ihren Türen, und hüten Babys der anderen Gruppenmitglieder. Berühmtestes Schulbeispiel sind wohl die Arbeiterinnen im hierarchischen Kastensystem der Ameisen: Die sterilen Weibchen arbeiten ein Leben lang im Dienste der Gene der Königin.

Schon Charles Darwin zerbrach sich den Kopf darüber, wieso sich bei einigen Arten einzelne Tiere – zwischendurch oder zeitlebens – nicht selbst fortpflanzen und stattdessen für Artgenossen Babysitter, Säuglingsschwester oder Amme spielen, um ihnen bei der Aufzucht ihrer Jungen beizustehen. Ein Irrweg der Evolution? Kann es sein, dass natürliche Selektion ein Verhalten fördert, das dem Träger dieser Eigenschaft einen Fitnessnachteil bringt? «Indi-

viduen, die sich für andere verausgaben, schaden sich ja gleich mehrfach», so Barbara König: «Sie tragen nicht zum Genpool der nächsten Generationen bei, gleichzeitig verhelfen sie ihren Konkurrenten zu mehr Nachkommen und sie verschleissen mit ihrem Altruismus auch noch eigene Ressourcen.»

BIOLOGISCHE FITNESS FÖRDERN

Kooperatives Verhalten haben Biologen bisher vor allem auf zwei Arten zu erklären versucht: Zum einen war der Mechanismus der Verwandtenselektion massgebend, den der englische Biologe William Hamilton in den 1960er Jahren erkannt hat. Er besagt, dass ein Tier seine biologische Fitness auch dadurch fördern

immer wieder Individuen, die ein- oder abwandern und so den Genpool aufmischen.

Eine zweite Erklärung von kooperativem Verhalten liefert das Prinzip des Mutualismus, das sogar die Hilfe gegenüber Nichtverwandten verständlich machen kann: Denn beide Kooperationspartner profitieren durch das Kooperieren. Findet das Verhalten nicht zeitgleich statt, handelt es sich um reziproken Altruismus – ganz nach dem tugendhaften Motto: «Wer hilft, dem wird geholfen werden.» Diesem Mechanismus ist es wohl zu verdanken, dass sich Affen lausen. Und vielleicht leisten wir aus diesem Grund Freiwilligenarbeit, giessen für die Nachbarn den Oleander oder backen Geburtstagskuchen für unsere Kinder. Solange die Kooperation entweder gleich oder später in irgendeiner Form erwidert wird, gewinnen beide.

Laut der Verhaltensbiologin können sowohl die Verwandtenselektion als auch der Mutua-

«Tiere, die anderen helfen, sind zwar in der Minderheit – aber alles andere als ein Auslaufmodell.» Barbara König, Verhaltensbiologin

kann, dass es nahen Verwandten zu mehr Nachkommen verhilft. – Somit kann ein Individuum seine eigenen Gene auch indirekt an die nächste Generation weitergeben: Zum Beispiel über die Schwester oder den Bruder (mit denen es 50 Prozent des Erbguts teilt) oder über Cousins und Cousinen (die zu 12,5 Prozent gleiches Erbgut tragen). Allerdings gibt es etliche Fälle von Altruismus im Tierreich, in denen der Nutzniesser kein Verwandter ist. «Dank molekularbiologischer Methoden wissen wir heute auch, dass innerhalb frei lebender Tiergruppen gar nicht dieser enge Verwandtschaftsgrad herrscht, den wir aufgrund der Verwandtenselektion erwarten sollten. Honigbienen beispielsweise paaren sich auf ihrem Hochzeitsflug mit bis zu 14 verschiedenen Männchen», sagt Verhaltensbiologin Barbara König. Und bei den meisten sozial lebenden Tierarten gebe es

lismus erklären, warum kooperatives Verhalten nicht schon längst auf einer Art roten Liste ausgestorbener Verhaltensweisen zu finden ist. Aber: «Der Verwandtenselektion wurde in den letzten Jahrzehnten wohl eine zu hohe Bedeutung zugemessen», sagt Barbara König. Und auch das Prinzip von Leistung und Gegenleistung ist prekär. König: «Altruistische Geschenke werden nicht immer erwidert.» Bei Primaten, aber auch bei Putzerfischen, bestimmten Würmern oder Nacktmullen beobachten Ethologen ausgeklügelte Sanktionen, wenn einer schmarrotzt: Grüne Meerkatzen etwa werden für ihr Fehlverhalten von der Fellpflege ausgeschlossen, und die Affengruppe zeigt ihnen auch sonst die kalte Schulter. Die Wissenschaftlerin will deshalb die Mechanismen verstehen, welche Kooperation stabilisieren, die also verhindern, dass das kooperierende Individuum von ande-

ren ausgenutzt wird. «Wenn die anderen nur nehmen, aber nicht geben, würde Kooperation ganz schnell wieder aus einer Population verschwinden», so Barbara König.

Neueste verhaltensbiologische Studien suchen nun darüber hinaus nach egoistischen Beweggründen der Altruisten: «Wenn wir die herrschenden Umweltbedingungen genau untersuchen, finden wir oft eine ganz profane Erklärung für die kostenaufwändige Kooperation im Tierreich: Jeder Kooperationspartner gewinnt direkte Fitnessvorteile dadurch, dass er sich kooperativ verhält», erläutert Barbara König. Und: Kooperative Gruppen sind ökologisch häufig sehr erfolgreich. Selbst untersucht hat die Wissenschaftlerin diese Zusammenhänge unter anderem bei der Hausmaus (*Mus domesticus*): Trächtige Hausmäuse, die im selben Territorium leben, legen sich immer wieder mit anderen werdenden Hausmaus-Müttern zusammen und bilden Gemeinschaftsnester. In diesen säugen sie die Jungen partnerschaftlich – ohne dabei zwischen eigenen und fremden Jungen zu unterscheiden. «Das könnte man für ein selbstloses Verhalten halten», kommentiert Barbara König: «Diejenige Mäusemutter mit weniger Jungen muss im Gemeinschaftsnest mehr Milch geben als in einem Einzelnest, da die Milchmenge durch die Anzahl saugender Babys bestimmt wird.» Dabei kostet sie das Laktieren enorm viel Energie. Denn Hausmäuse legen für die Stillzeit kaum Fettreserven an und müssen ihre Nahrungsaufnahme enorm steigern. Und mit zunehmender Gesamtmilchmenge sollte sich eigentlich auch der Zeitpunkt der Geburt des nächsten Wurfes verzögern.

BESSERE ÜBERLEBENSCHANCEN

Doch das Gegenteil tritt ein: Beide Mäuse bringen nach dem gemeinschaftlichen Säugen ihren nächsten Wurf einige Tage früher zur Welt. Damit erhöht sich der Lebensfortpflanzungserfolg der beiden Mütter. Und Junge aus Gemeinschaftsnestern haben eine höhere Überlebenschance als Junge aus Einzelnestern. Der Vorteil des Gemeinschaftsnestes liegt nicht darin, dass es wärmer ist oder dass immer eine Mäusemutter anwesend ist, sondern dass die Spitzenbelastung der Laktation gedämpft wird, wie Barbara König heraus-

gefunden hat: Weil die beiden Würfe nicht genau gleich alt sind, produzieren die Mäusemütter konstant eine mittlere Milchmenge. Das scheint sie weniger zu belasten.

Rekordverdächtig in Sachen Teamarbeit unter Tieren sind wohl die Erdmännchen, die in Südafrika leben und auch im Zoo Basel und im Kinderzoo Rapperswil anzutreffen sind. Erdmännchen leben in Gruppen von bis zu 50 Tieren und machen alles zusammen: Morgens nehmen sie ein kollektives Sonnenbad, sie buddeln gemeinsam nach Käferlarven, Skorpionen oder kleinen Reptilien, schlagen im Verbund eine Kobra in die Flucht und schlafen beieinander in Höhlengängen. «Erdmännchen haben eine einzigartige Arbeitsteilung und eine interessante Kommunikation. Sie brauchen die Gruppe. Alleine könnten sie in der Halbwüste nicht überleben», sagt Marta Manser. Die Verhaltensbiologin ist ebenfalls Professorin am Zoologischen Institut der Universität Zürich und erforscht mit ihrem 11-köpfigen Team seit zehn Jahren Kommunikation und Kognition der Erdmännchen in Südafrika. Dort, in der südlichen Kalahariwüste, haben Manser und ihre Mit-

posten wie etwa einen Busch oder Baum, scannt die Umgebung ab und stösst einen Alarmruf aus, falls ein Adler oder ein Schakal auftaucht. Blitzschnell verschwinden die Gruppenmitglieder daraufhin in den nächstgelegenen Schutzlöchern. Ein riskanter Job, könnte man meinen. Doch die Hilfsbereitschaft der Erdmännchen ist nicht edelmütig: Das Wacheschieben für andere ist auch eigennützig, wie Manser erklärt: «Erdmännchen auf dem Wächterposten fallen viel seltener Feinden zum Opfer als solche, die konzentriert nach Beute graben. Der Wächter sieht den Angreifer zuerst und erreicht als erster ein Schutzloch, da er sich auch meist direkt davor in Position gebracht hat.»

EGOISTISCHE BABYSITTER

Selbst das Babysitten für das dominante Erdmännchenpaar, von dem 80 Prozent des Nachwuchses stammen, kann neben der Unterstützung von Verwandten durch Egoismus oder zumindest reziproken Altruismus erklärt werden, meint Manser. Denn das Verhalten bringt nicht nur den Jungen, sondern auch den Auf-

Schmarotzer werden bestraft: Grüne Meerkatzen schliessen Artgenossen für Fehlverhalten von der Fellpflege aus.

arbeiter gemeinsam mit Forschern aus Cambridge 14 beieinander lebende Erdmännchen-Gruppen an den Menschen gewöhnt. Weil die Erdmännchen gekochtes Ei oder Wasser bekommen, steigen alle Gruppenmitglieder jeden Morgen, Mittag und Abend für die Forscher willig auf die Waage. Das erlaubt Rückschlüsse auf ihren Erfolg bei der Nahrungssuche und auf ihre körperliche Kondition. Zwei Faktoren, die bestimmend dafür sind, dass einige Gruppenmitglieder mehr in kooperatives Verhalten investieren als andere.

Erdmännchen, so haben die Wissenschaftler entdeckt, stellen sich anderen Gruppenmitgliedern – wenn sie satt sind – auch als Babysitter oder Wächter zur Verfügung. Während sie auf ihren gemeinsamen Tagesausflügen nach Beute im Boden buddeln, übernimmt jeweils ein Tier Wache. Es klettert auf einen Ausschau-

passern Vorteile: Wenn Weibchen die Jungen des dominanten Paares hüten, ziehen sie gleichzeitig zukünftige Babysitter ihres eigenen Nachwuchses heran – falls sie selber eines Tages dominant werden und Junge haben sollten. Männliche Erdmännchen ziehen beim Babysitten zukünftige Koalitionspartner heran, die sie bei einer Dominanzübernahme in einer anderen Gruppe unterstützen könnten. Einzelne Männchen haben aber auch noch ganz andere Motive, sich um die herumtobenden Jungen zu kümmern: Sie halten vom Spielplatz aus Ausschau nach potenziellen Partnerinnen in den benachbarten Gruppen.

KONTAKT Prof. Marta Manser, Zoologisches Institut, Universität Zürich, mmanser@zool.unizh.ch; Prof. Barbara König, Zoologisches Institut, Universität Zürich, bkoenig@zool.unizh.ch