

Die historischen Phasen der Entwicklung der synthetischen Evolutionstheorie

tische Erklärung der Entstehung und des evolutiven Erfolgs von kooperativem und altruistischem Verhalten möglich (**Kooperation**). Das Bild vom ›Egoismus der Gene‹ und die Konstituierung einer soziobiologisch geprägten Verhaltensbiologie ermöglichten den umfassenden Paradigmenwechsel vom Schöpfungsglauben zu einem selbstorganisatorischen Entstehungsprinzip. Erst auf der Ebene der synthetischen Evolutionstheorie respektive der Systemtheorie der Evolution wurde es möglich, die dem Menschen zugesprochene

Sonderstellung in der Natur gänzlich aufzulösen, indem nicht nur die körperlichen, sondern auch die verhaltensbiologischen Strukturen und selbst die Entstehung des ›Geistes‹ als evolutive Anpassungen erklärt werden. Die Evolutionsbiologie verfolgt die eherne Regel, dass eine Anpassung, das heißt eine detailliert beschreib- oder messbare morphologische, anatomische, physiologische oder ethologische Eigenschaft, nur dann zu verstehen ist, wenn ihre evolutionär entwickelte Funktion deutlich wird. Physische wie auch psycho-soziale Eigenschaften sind nach der darwinistischen Selektionstheorie als Überlebensvorteil durch natürliche Selektion oder als Fortpflanzungsvorteil *via* sexuelle Selektion zu betrachten. Will man eine Spezies als Produkt evolutiver Anpassungsprozesse begreifen, so gilt es, das während der Stammesgeschichte entwickelte einzigartige Merkmalsmosaik zu erklären, die jeweilige biologische Rolle der zahlreichen arttypischen Form-Funktions-Komplexe und Eigenschaften im evolutiven Kontext zu deuten. Nur vor dem Hintergrund biologischer Funktionalität ist die so verblüffende ›Passung‹ zwischen einem Organismus und seiner Umwelt zu verstehen. Der Evolutionsgenetiker Theodosius Dobzhansky brachte es auf den Punkt: »Nichts in der Biologie macht Sinn, außer im Lichte der Evolution.«

DER MENSCH ALS PRIMATENART

Primaten – unsere nächsten Verwandten

Stammt der Mensch vom Affen ab? – Das ist die den Anthropologen am häufigsten gestellte Frage. Lange vor der Erkenntnis eines real-historisch-genetischen Zusammenhangs aller Lebewesen wurde von Naturgeschichtlern des Altertums und Mittelalters auf Ähnlichkeiten zwischen Affen und Menschen hingewiesen. Die Feststellung basierte jedoch nur auf dem oberflächlichen Vergleich der verschiedenen Erscheinungsformen, war also rein phänomenologisch. Im

Rahmen der Evolutionstheorie stellten sich die Probleme:

- *wer* unsere nächsten lebenden Verwandten in der Primatenordnung sind,
- *wann* und *wo*, das heißt an welcher Stelle im Primatenstammbaum die zum Menschen führende Stammlinie abzweigte,
- *welche* speziellen evolutionsökologischen Rahmenbedingungen es waren, die den Prozess der Menschwerdung ermöglichten,
- *wie viele* fossile menschliche Vorläuferformen es gab, und
- *wie* die Hominisation, die evolutive Herausbildung unseres spezifisch menschlichen Merkmalsgefüges, verlief.

Die Kernfrage lautet: Wie konnte *via* natürliche und sexuelle Selektion ein kulturfähiges Wesen entstehen, bei dem »Kultur zum natürlichen Rüstzeug gehört« (Hubert Markl)? Die Objekt-Subjekt-Identität macht deren Erforschung zu einem schwierigen Unterfangen. Wir sind nämlich erforshtes Objekt und forschendes Subjekt in einem; kein Wunder, dass die Befangenheit bei diesem heißen Eisen, wie Darwin es ausdrückte, anhält. Heute ist dagegen das Entsetzen über unsere Affenverwandtschaft abgeklungen.

»Die Frage aller Fragen für die Menschheit – das Problem, welches allen übrigen zu Grunde liegt und welches tiefer interessiert als irgendein anderes –, ist die Bestimmung der Stellung, welche der Mensch in der Natur einnimmt, und seiner Beziehungen zu der Gesamtheit der Dinge«, schrieb der Zoologe Thomas Henry Huxley, aufgrund seiner Spitzzüngigkeit auch »Darwins Bulldogge« genannt, bereits 1863 in seinem Werk *Evidences as to Man's Place in Nature*. Es war die erste Studie, die auf vergleichend-primatologischer Grundlage schloss, »dass die Affenform, welche dem Menschen in der Gesamtheit des ganzen Baues am nächsten kommt, entweder der Chimpanze oder der Gorilla ist...« Heute bestehen keine Zweifel mehr, dass die afrikanischen Menschenaffen unsere engsten phylo-

genetischen Verwandten sind, die Beweise sind eindeutig. Molekulargenetiker sind neuerdings sogar in der Lage, die Übereinstimmung des Erbguts von Schimpanse und Mensch mit 98,8 Prozent zu beziffern, was bedeutet, dass 1,2 Prozent unterschiedliches Genmaterial die Divergenz zwischen Schimpanse und Mensch prägen. Dieser Wert relativiert sich, wenn man berücksichtigt, dass die Gemeinsamkeit des Genoms von Fruchtfliege und Mensch bei 75 Prozent liegt. Ein 98%-Schimpanse zu sein, klingt zwar nach einem verschwindend geringen Abstand zwischen Tier und Mensch, addiert sich aber nach Aussagen von Evolutionsgenetikern auf 39 Millionen mögliche Unterschiede.

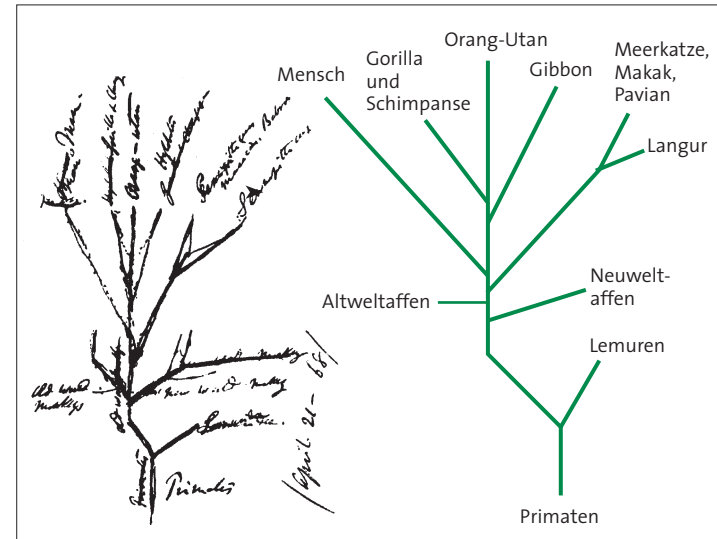
Eine vergleichende Genomanalyse ergab, dass die Expression von Genen und die Proteinsynthese bei Mensch und Schimpanse sich insbesondere im Gehirn dramatisch unterscheiden, während die Expressionsmuster in Leber und Blut kaum divergieren. Da jede Körperzelle das gesamte Genom in ihrem Kern trägt, wird eine spezifische Zelle, ob Leber-, Darm- oder Gehirnzelle, erst zu dem, was sie ist, indem spezifische Gene an- und abgeschaltet werden. Die jüngsten Befunde weisen auf deutliche Abweichungen zwischen Schimpanse und Mensch bezüglich der Anzahl der aktivierten Gene hin. Die offensichtlichen Unterschiede in der kognitiven Leistungsfähigkeit der Gehirne beider Arten sind auch molekularbiologisch nachzuweisen. Zweifellos ein bahnbrechender Befund, der enorme Perspektiven für das Verständnis evolutiver Prozesse eröffnet, indem mit der Transkriptionsanalyse funktionell relevante genetische Unterschiede zwischen den Arten aufgezeigt werden können. Das Ergebnis ist insofern nicht unerwartet, als über fünf bis sechs Millionen Jahre Eigenweg zwischen den zu *Pan troglodytes* und *Homo sapiens* führenden Stammlinien liegen. Bereits in den sechziger und siebziger Jahren des letzten Jahrhunderts wiesen die amerikanischen Molekularbiologen Morris Goodman und Vince Sarich mittels der »molekularen Uhr« eine sehr späte Aufspaltung von Mensch und afrikani-

schen Menschenaffen nach. Dieser Befund stand lange im Gegensatz zu dem der Paläoanthropologen, die für eine frühe Aufspaltung plädierten und somit eine rund doppelt so lange Entwicklungsdauer annahmen. Bezogen auf 4,5 Milliarden Jahre Entwicklung von Leben auf der Erde erscheint der Mensch offenbar erst in letzter Sekunde auf unserem Planeten.

Mit moderner Genchip-Technologie gewonnene Resultate werden eingefleischte Evolutions skeptiker nicht dazu bringen, den Menschen nur als einen Menschenaffen »eigener Art« zu sehen und den traditionell angenommenen Rubikon zwischen Mensch und Tier zu negieren. Während Primatologen einerseits die Kontraste thematisieren und analysieren und andererseits die Übereinstimmungen zwischen den Primatenarten beschreiben und zu erklären versuchen, fokussieren Kulturwissenschaftler offenbar nur auf das Trennende, die Kultur.

Der Verhaltensforscher Wolfgang Köhler (1887–1967) untersuchte in seiner Affenstation auf Teneriffa schon 1921 durch »Intelligenzprüfungen an Menschenaffen« das Leistungspotential unserer stammesgeschichtlichen Vetter, aber erst die Freilandstudien von George Schaller, Diane Fossey (Gorilla), Jane Goodall, Yukimaru Sugiyama, Christophe Boesch (Schimpanse) und Takayoshi Kano (Bonobo) sowie Birute Galdikas (Orang-Utan) machten das breite verhaltensbiologische Spektrum der Menschenaffen deutlich (**Sozialsysteme der Menschenaffen, Werkzeuggebrauch bei Schimpansen**). Ferner gaben experimentelle Studien zur Kommunikation und Kognition höherer Primaten verblüffende Einblicke in deren hohes Leistungspotential. Dabei darf jedoch nicht vergessen werden, dass die heutigen Menschenaffen nicht unsere Vorfahren sein können. Sie haben wie wir ebenfalls eine lange eigenständige Entwicklung durchlaufen und teilen mit dem Menschen gemeinsame Vorfahren.

Ergebnisse von Untersuchungen an berühmten Menschenaffen wie Sarah, Washoe, Lana, Kanzi und ihren namenlosen Artgenossen



Skizze des Stammbaums der Primaten, die Darwin einem Brief an T. H. Huxley beifügte (links: Original, rechts: Erläuterung)

können nicht widerlegen, dass wir einzigartig sind. Sie machen aber zunehmend deutlich, dass Kulturfähigkeit und Kultur nicht auf den Menschen beschränkt sind, sie zeigen, dass die Dichotomie Kultur versus Natur nicht gilt. Dass das Kulturwesen Mensch auch Natur hat, daran zweifelt wohl keiner, aber dass das Naturwesen Menschenaffe auch Kulturfähigkeit und Kultur haben soll, wird kaum wahrgenommen.

Primatenmerkmale

Das Jahr 1863 gilt als das Geburtsjahr der wissenschaftlichen Primatologie (Primatologie), da damals nicht nur das erwähnte Werk von Thomas H. Huxley erschienen war, sondern auch wegweisende

Handelns für beide Interaktionspartner vorteilhaft sein können, lässt sich kooperatives Verhalten in bestimmten Kontexten auch als Taktik zur Manipulation anderer und zum Nutzen des die Kooperation initierenden Gruppenmitglieds betrachten, um zum Beispiel leichteren Zugang zu ergiebigen Nahrungsquellen zu haben oder um die eigene soziale Position zu halten oder zu verbessern.

Labor- und Feldstudien haben zahlreiche Belege für Kooperation – etwa bei der Jagd erwachsener Schimpansenmännchen im Tai-Regenwald auf rote Colobusaffen – und für Koalitionen im friedlichen und aggressiven Kontext erbracht. Als Koalition wird dabei die gemeinsame Aktion zweier oder mehrerer Gruppenmitglieder in einem Interessenkonflikt gegen ein oder mehrere andere verstanden, die Schlüsselbegriffe für Koalition sind also Kooperation und Kompetition.

Herausragende Kennzeichen der Koalitionsbildung bei Schimpansen sind ihr häufiges Auftreten bei täglichen Interaktionen, ihre Dominanz bei erwachsenen Männchen, ihre Komplexität und Flexibilität. Einige Koalitionen sind derart dauerhaft, dass die Bezeichnung ›Allianz‹ für diese Koalitionen zutreffender ist. Andere Koalitionen sind, insbesondere wieder bei Männchen, so opportunistisch, dass häufig die ›Seiten gewechselt‹ werden. Einige Koalitionen sind direkt, andere indirekt. Selbst Makrokoalitionen bestehend aus allen erwachsenen Männchen einer Gruppe gegen Koalitionen aus anderen Gruppen werden gebildet. Alle Koalitionen werden durch vielfältige soziale Ressourcen, wie Nahrungsteilen, soziale Hautpflege, akustische Unterstützung und ›Hilferufe‹, gefestigt.

Soziale Taktiken und Strategien werden als treibende Kräfte der Evolution von sozialer Kognition und Intelligenz angesehen. Koalitionen bei Primaten zeichnen sich durch viele Aspekte aus, die auch für menschliche Koalitionen als fundamental betrachtet werden.

Werkzeuggebrauch bei Schimpansen

In allen freilebenden Schimpansengruppen West-, Zentral- und Ostafrikas sind spontane Werkzeugherstellung und spontaner Werkzeuggebrauch beobachtet worden. Alle Gruppenmitglieder mit Ausnahme der jüngsten stellen Werkzeuge her und verwenden diese. Die jüngsten Tiere der Gruppe lernen den Umgang mit Werkzeugen etwa im Alter von drei Jahren unter Anleitung der Mutter. Die Methoden der Herstellung und des Einsatzes von Werkzeugen zur Nahrungsgewinnung und -zubereitung sind zum Teil derart ausgefeilt, dass einige Wissenschaftler von Protokultur oder Kultur sprechen. Verblüffend sind in diesem Zusammenhang die unterschiedlichen Werkzeug- und Nahrungsgewinnungstraditionen einzelner Gruppen in den verschiedenen Verbreitungsgebieten, in Elfenbeinküste werden beispielsweise Nüsse geknackt, in Tansania Termiten geangelt.

Besonders hervorzuheben ist, dass die Schimpansen im Tai-Nationalpark (Republik Elfenbeinküste) ihre Werkzeuge vor dem eigentlichen Einsatz anfertigen, ihre Funktion also vorhersehen und entsprechend gezielt herstellen. Ferner verwenden sie zum Fang der verschiedenen von ihnen begehrten Insektenarten auch unterschiedlich geformte und zugespitzte Stöcke, also die jeweils geeignetsten Instrumente. Die Werkzeuge werden viel häufiger und über weitere Strecken zum Einsatzort getragen, als es die Schimpansen Ostafrikas tun.

Nur bei den Tai-Schimpansen werden Steinwerkzeuge zum Aufschlagen harter Nüsse verwendet. Diese Werkzeuge ähneln verblüffend denjenigen, die dem frühen Menschen zugeschrieben werden. Dabei sind die Werkzeuggröße und Transportdistanz in der überwiegenden Anzahl der Fälle optimal der Größe und Konsistenz der zu bearbeitenden oder zu gewinnenden Nahrung angepasst. Diese kognitive Leistung der Tai-Schimpansen entspricht etwa der eines neunjährigen Menschenkindes.

Auffallend ist der Geschlechtsunterschied in der Wirksamkeit der Werkzeugverwendung. Tai-Schimpanseweibchen knacken Nüsse wesentlich geschickter und erfolgreicher als Männchen. Nur sie tun das auch hoch in den Baumkronen. Generell ist festzustellen, dass im geschlossenen Regenwald lebende Schimpansen-Populationen mehr Werkzeuge herstellen und diese vielfältiger einsetzen als ihre Verwandten in den Lebensräumen der Savanne. Die Ansicht, dass Werkzeugherstellung an das Leben in der offenen Savanne geknüpft war, ist nach Beobachtungen an den Schimpansen Westafrikas sowie aufgrund neuerer paläoökologischer Befunde kaum mehr zu halten.

In einer jüngst veröffentlichten Studie wurden im Verbreitungsgebiet der heutigen Tai-Schimpanse zahlreiche mit Resten von Pflanzen – insbesondere Nusschalen – assoziierte Steinwerkzeuge, genauer Hammer- und Ambossfragmente, geborgen, die nach Aussage der Entdecker schon zu einem sehr frühen Zeitpunkt, möglicherweise schon vor der Trennung der zu den rezenten Schimpansen und zum Menschen führenden Stammlinien hergestellt und genutzt wurden. Größe und Formen der Artefakte aus der Tai-Region sind vergleichbar mit denen aus Menschenfossilien führenden Fundstätten wie der Olduvai-Schlucht (Tansania). Es wird daher nicht ausgeschlossen, dass bislang mit dem frühen Menschen in Verbindung gebrachte einfache Steinwerkzeuge in Wirklichkeit von Schimpansen oder den Vorfahren von Schimpanse und Mensch angefertigt wurden.

Die Unsicherheit in der Beurteilung, ob die Herstellung und Verwendung von Werkzeugen durch Schimpansen bereits Kultur ist oder nicht, beruht zum Teil auf dem Einwand, dass die intelligenten Leistungen, die wir beim Schimpansen beobachten können, nichts weiter als das Resultat individuellen Lernens seien, dass sie durch immer wiederkehrende und gleichartige Erfordernisse des Lebensraumes in Ablauf und Erfolg in engen Grenzen bestimmt werden und nicht auf sozialen Lernprozessen beruhen, die allein Vorausset-



Schimpanse benutzen Werkzeuge, um Termiten zu angeln

zung für die Entstehung von Kulturleistungen sind. Nur soziales Lernen – so die Auffassung – führe zu interindividuellem Informationsaustausch und somit zur Traditionsbildung, das heißt zu kultureller Überlieferung von Verhalten und Fähigkeiten.

Die Freilandforschung hat gezeigt, dass soziales Lernen bei Schimpansen einen hohen Stellenwert einnimmt. Strategien oder Handlungen zur Lösung spezifischer Probleme und Aufgaben werden von der Gruppe insofern kanalisiert, als die Anzahl der möglichen Lösungswege auf diejenigen beschränkt bleibt, die in der Sozietät dominieren und gerade für diese Gruppe typisch sind. Die bei Schimpansen nachgewiesene allgemeine Fähigkeit zu sozialem Lernen wird für die Entstehung von Kultur als ausreichend angesehen.

Es gibt bislang keine Hinweise, dass die Werkzeuge der Schimpansen soziale Bedeutung erlangt haben, außer dass sie passiv die Werkzeugtradition der betreffenden Gruppe oder der regionalen Population widerspiegeln. Demgegenüber verwendet der Mensch sämtliche materielle Kultur aktiv in sozialen Interaktionen.

Wenn die basalen Mechanismen für Kultur bereits für unsere nächsten nicht-menschlichen Verwandten angenommen werden, ist zu

fragen, warum die Schimpansen im Vergleich zum Menschen ein relativ beschränktes Repertoire kultureller Leistungen hervorgebracht haben und beherrschen. Die geringere Migrationsfähigkeit dieser Menschenaffen sowie ein relativ stabiles Habitat mit der hieraus resultierenden geringeren Notwendigkeit für einen schnellen Transfer von Informationen zwischen den Mitgliedern einer Population werden als begrenzende Faktoren angesehen. Es ist anzunehmen, dass diese Limitierungen auch für frühe Vertreter der menschlichen Stammlinie, etwa die Australopithecinen, gelten. Die immer wieder betonte erhebliche Geschwindigkeit der tradigenetischen gegenüber der biogenetischen Evolution konnte demnach erst dann einsetzen und wirksam werden, als Qualität und Quantität der kulturellen Leistungen eine bestimmte Schwelle überschritten hatten und Kultur somit unabdingbarer Bestandteil der betreffenden Nische wurde.

Werkzeugkulturen

Die ältesten, Menschen zugeschriebenen Steinwerkzeuge stammen aus ungefähr 2,7–2,4 Millionen Jahre alten Sedimentschichten aus Kada Gona und Omo (Äthiopien). Die mit ca. 2,3 Millionen Jahren bislang ältesten, mit menschlichen Skelettresten assoziierten Werkzeuge sind bei Makaamitalu (Äthiopien) geborgen worden. Trotz des hohen Alters der Werkzeuge, die sämtlich der Kulturstufe des Oldowan angehören, wird deutlich, dass während der ersten drei Millionen Jahre der Evolution zum Menschen, also bis zum Quantensprung der Hirnevolution mit dem Auftreten der Gattung *Homo*, Werkzeuge aus Stein offenbar keine oder eine nur sehr untergeordnete Rolle gespielt haben. Aus dem gegenwärtigen Fundreport geht allerdings nicht hervor, ob die nicht in die Gattung *Homo* zu stellenden frühen Menschenformen schon über Werkzeuge verfügten.

Die Oldowan-Industrie, auch als Geröllgeräte-Industrie bezeichnet, besteht aus unversehrt belassenen oder mit nur wenigen Schlägen

aus Geröllsteinen gefertigten Artefakten, die als Hammersteine, *pebble tools* sowie *chopper*- und *chopping tools* benannt werden. Derartige Werkzeuge liegen in einer überraschend großen Vielfalt von ostafrikanischen Fundstätten vor.

Die Oldowan-Werkzeuge wurden offensichtlich nicht nur als gröbere Artefakte zur direkten Nahrungsaufbereitung verwendet, zum Beispiel zum Aufschlagen eines Knochens, sondern auch zur Herstellung feinerer Steinwerkzeuge aus einem Kerngerät. Von manchen Fundorten gibt es Hinweise, dass die Werkzeuge von ihren Herstellern bereits transportiert wurden, so dass der Herstellungsort nicht der Einsatzort gewesen sein muss. Ferner sind größere Artefaktansammlungen als Werkzeuglager interpretiert worden, auf die im Bedarfsfall zurückgegriffen werden konnte. Das geeignete Rohmaterial für die Anfertigung der Werkzeuge ist offenbar gezielt ausgesucht worden, denn es sind zum Beispiel in der Olduvai-Schlucht Artefakte geborgen worden, deren Ausgangsmaterial offensichtlich aus einer Distanz von mehreren Kilometern herantransportiert werden musste.

Die Herstellung und Anwendung der Oldowan-Geräte ist zweifelsohne eine erhebliche kognitive Leistung des frühen Menschen gewesen. Experimente mit Schimpansen haben allerdings gezeigt, dass diese Primaten Oldowan-ähnliche Werkzeuge produzieren können, so dass die Oldowan-Kultur als eine Leistung auf dem Niveau der Menschenaffen angesehen wird.

Eine sehr erfolgreiche Steinwerkzeugkultur ist die Acheuléen-Industrie, benannt nach dem französischen Fundort Saint-Acheul. Es handelt sich um große Faustkeile, die sich durch eine beachtliche Formenvielfalt auszeichnen. Die Acheuléen-Werkzeuge sind aus Quarz, Flint-, Lava- oder Kieselgestein hergestellte »Zweiseiter«, die zum Schlachten und/oder Zerlegen von Beutetieren und zur Holzbearbeitung verwendet worden sein sollen. Im Gegensatz zur Oldowan-Kultur weisen die Acheuléen-Artefakte bereits ein gewisses