

Auf der Suche nach den Wurzeln der Natur des Menschen

Carel van Schaik (Zürich)

Zusammenfassung

«Wer sind wir und woher kommen wir?» In diesem Artikel versuche ich diese uralten Fragen zu beantworten. Nach Charles Darwins Evolutionstheorie stammen wir unter dem Einfluss der natürlichen Selektion von affenähnlichen Vorfahren ab. Tatsächlich teilen wir viele Merkmale mit den Affen, insbesondere den Menschenaffen. Gleichzeitig weisen wir aber auch einzigartige Merkmale auf, deren Evolution viel schwieriger zu erklären ist.

So ist z. B. Infantizid (Kindstötung; Beispiel für ein mit anderen Tierarten geteiltes Merkmal) durch männliche Primaten kein pathologisches Verhalten, sondern eine Folge der weiblichen Fortpflanzungsbiologie und demnach eine Anpassung der Männchen, die ihn ausführen, und passt zur grausamen Logik der natürlichen Selektion. Gegen dieses Verhalten haben die Weibchen wiederum Gegenmassnahmen entwickelt, um ihre Kinder möglichst effizient zu schützen. Auf diese Weise können auch andere, rein menschliche Eigenschaften erklärt werden.

Bei der sehr speziellen Form von Werkzeuggebrauch bei Orang-Utans (Beispiel für ein einzigartiges Merkmal) handelt es sich um eine sozial übermittelte Verhaltensinnovation und damit im Grunde genommen um eine Form von Kultur, deren Verbreitung durch Verbreitungsbarrieren gestoppt werden kann. Weil man viele kulturelle Merkmale als intellektuelle Fähigkeiten deuten kann, lässt sich daraus schliessen, dass Tiere, die mehr Zeit miteinander verbringen, anscheinend eine grössere Intelligenz aufweisen. Intelligenzleistung benötigt angeborenes Potential und Inputs durch individuelles und soziales Lernen. Die Evolution zunehmender intellektueller Performance scheint bei Tieren mit Kultur am wahrscheinlichsten zu sein. Kultur und Intelligenz zeigen eine Koevolution.

In search of the roots of human nature

Who are we, and where do we come from? These are two age-old questions I try to answer here. Charles Darwin claimed that we evolved by natural selection from ape-like ancestors. But we are not mere naked apes and were only made human by our language, morality, art and culture. By studying great apes we are surprisingly still finding out new things about humans. Infanticide by males is not pathological. Instead, we can find its origins in reproductive biology. Infanticide is adaptive, in the cruel logic of natural selection, to the males committing it. Females developed counterstrategies to protect their offspring efficiently.

The unusual forms of tool use we found among the orangutans is a socially transmitted behavioral innovation and therefore a kind of culture, whose dispersal can be stopped by unsuitable habitat. Populations with higher association time had larger skill repertoires than the more solitary ones. Intellectual performance is a function of both the inherent potential and of inputs provided by individual and social learning. Evolution of increased intellectual performance is most likely when animals have culture. Culture and intelligence have co-evolved.

Schlagwörter: Evolution – Fortpflanzungsbiologie – Infantizid – intellektuelle Fähigkeiten – Kultur – natürliche Selektion – Orang-Utans – post partum Amenorrhöe – soziales Lernen – Werkzeuggebrauch

1 EINLEITUNG

Wer sind wir und woher kommen wir? Diese Fragen stellen wir Menschen uns schon lange. Eine abschliessende Antwort haben wir aber bis anhin nicht gefunden. Die erste wissenschaftliche Auseinandersetzung mit dieser Frage fand 1871 statt, als Charles Darwin postulierte, dass wir unter dem Einfluss der natürlichen Selektion von affenähnlichen Vorfahren abstammen. Diese Theorie wird heutzutage zwar allgemein anerkannt; was dies jedoch für das Verständnis der Natur des Menschen bedeutet, ist umstritten. Viele behaupten, dass die Kultur die Einzigartigkeit des Menschen ausmacht und dass ab einem bestimmten Zeitpunkt in unserer Stammesgeschichte die Biologie nicht mehr relevant war. Trotzdem müssen wir aber auch unsere Vergangenheit als grosse Menschenaffen berücksichtigen. Molekularbiologische Studien zeigen nämlich, dass wir uns erst spät von diesen abgespalten haben. Biologisch gesehen sind wir demnach nichts anderes als grosse afrikanische Menschenaffen.

Die Herausforderung liegt nun gerade darin, hier die richtige Balance zu finden. Behaupten wir einfach, dass wir nackte Menschenaffen und die grossen Menschenaffen Menschen mit Fellen sind, dann missachten wir unbestrittene Eigenschaften, die wir nicht mit den grossen Menschenaffen teilen, wie unsere kulturell geformte Sprache, unsere Moralvorstellungen, unsere Kunst und Religion. Behaupten wir aber, dass der Mensch so einzigartig ist, dass wir nichts von unseren Verwandten lernen können, dann wiederum missachten wir die verwandtschaftlichen Beziehungen, die sich in physiologischen Ähnlichkeiten und der Anfälligkeit auf ähnliche Erkrankungen zeigen.

Der Ansatz der biologischen Anthropologie wird hier als ein Prozess in zwei Schritten beschrieben: Der erste Schritt besteht darin, die Unterschiede zwischen dem Menschen und den anderen Primaten sowie den Verlauf der menschlichen Evolution zu dokumentieren. Zum letzteren gehört auch das Untersuchen von Fossilien sowie archäologische Studien. Diese Forschungsgebiete werden in Zürich von meinen Kollegen Dr. Peter Schmid und Prof. Dr. Christoph Zollikofer bearbeitet. In einem zweiten Schritt wird versucht, diese evolutionären Veränderungen zu erklären, und zwar indem untersucht wird, inwiefern diese Änderungen mit allgemeineren Erklärungsmodellen übereinstimmen.

Dieser vergleichende Ansatz zeigt uns, dass die Natur des Menschen vielschichtig ist. So sind wir Teil der Wirbeltiere, der Säugetiere und gleichzeitig der Primaten. Unser innerer Kern ist alt, und wir teilen ihn mit vielen anderen

Organismen, aber wie jede andere Art haben auch wir im Laufe der Zeit Merkmale entwickelt, die in zunehmendem Masse für uns einzigartig wurden.

Wir teilen zwar wichtige Merkmale mit Fadenwürmern, Fruchtfliegen oder Ratten, unser Wissen über diese Tiere lässt aber keinerlei Erkenntnisse bezüglich unserer abgeleiteten Merkmale zu (Merkmale, die in bestimmten Tiergruppen neu entstanden sind). Gerade diese Merkmale würden uns aber helfen, die Natur des Menschen zu verstehen.

Man würde meinen, dass das Dokumentieren mittlerweile abgeschlossen sei, doch dies trifft nicht zu. Nach Ansicht von MOORE (1996) müssen wir nichtmenschliche Primaten, vor allem grosse Menschenaffen, so lange erforschen, wie wir immer noch mit Überraschungen aus deren Naturgeschichte konfrontiert werden. Erstaunlicherweise erhalten wir auch heute noch neue Erkenntnisse über den Menschen: FEHR und GÄCHTER (2000) legten dar, dass die Menschheit zwar in der Wirtschaftslehre seit jeher als ausschliesslich eigennützig angesehen wird, trotzdem aber viele Leute von diesem Verhalten abweichen und sich genau umgekehrt verhalten. Diese Arbeit zeigt uns auch, dass wir Gemütszustände aufweisen, welche kaum erforscht sind. Tatsächlich wurde diese Arbeit hier in Zürich durchgeführt, es ist also nicht einmal nötig, Expeditionen in ferne Länder zu planen, um die Natur des Menschen zu erforschen!

2 KERNMERKMALE ANHAND DES BEISPIELS INFANTIZID

Es handelt sich hier um einen Aspekt der Natur des Menschen, der den meisten Lesern und Leserinnen wahrscheinlich eher fremd erscheint, aber nichtsdestotrotz unsere Abstammung von den Affen reflektiert: Infantizid (Kindstötung) und seine Folgen. Infantizid durch Männchen ist zwar nur bei wenigen Säugetiergruppen zu finden, aber auch bei den Primaten.

Natürlich ist das ein «unschönes» Verhalten und so ist verständlich, dass es häufig als krankhaft angesehen wurde. Dieser Artikel wird aber aufzeigen, dass sein Ursprung in Aspekten der Fortpflanzungsbiologie zu finden ist.

Bei den meisten Säugetieren ist die Stillzeit kürzer als die Tragzeit. So kann ein Weibchen bereits kurz nach der Geburt wieder empfangen und somit gleichzeitig trächtig sein und säugen. Auf diese Weise geht keine kostbare Zeit verloren (Abb. 1a).

Bei Arten mit einer langsameren Lebensgeschichte (langsamere Entwicklung, längere Lebensspanne, tiefere

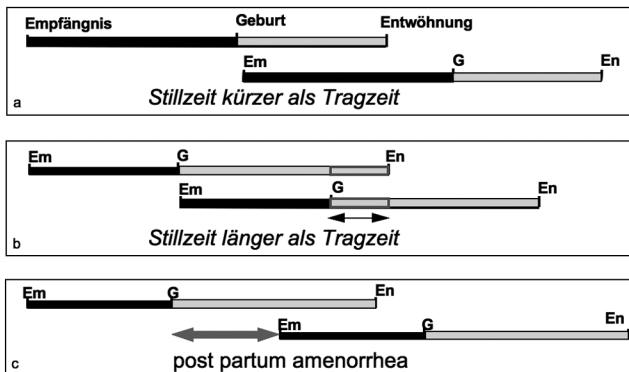


Abb. 1. Die Folgen einer langen Stillzeit. Dauert die Stillzeit länger als die Tragzeit (b), so müssen 2 unterschiedliche Generationen gleichzeitig gestillt werden (schwarzer Doppelpfeil). Die Lösung (c): post partum Amenorrhoe (Ausbleiben der Menstruation nach der Geburt; grauer Doppelpfeil).

Fig. 1. The consequences of long lactation. If lactation becomes longer than gestation (b), then two sets of dependent offspring require different drinking schedules of milk with different composition. The solution (c): post-partum amenorrhoea (period of missing menstruation after birth).

Geburtenrate, meist nur Einzelgeburten) dauert die Stillzeit länger als die Tragzeit. Dadurch würden die Mütter aber ein Problem bekommen, weil zwei Generationen von Nachkommen da wären, die unterschiedliche Anforderungen an die Milchezusammensetzung und somit an die Aktivität der Mutter stellen würden (Abb. 1b). Diese beiden Generationen ständen in unmittelbarer Konkurrenz zueinander, so dass die ältere die jüngere töten könnte, was natürlich zu vermeiden ist.

Säugetiermütter tun dies, indem sie die Empfängnis der folgenden Nachkommen durch eine post partum Amenorrhoe (Ausbleiben der Menstruation nach der Geburt) herauszögern. Tatsächlich finden wir bei Säugetieren eine post partum Amenorrhoe, wenn die Stillzeit länger ist als die Tragzeit (VAN SCHAIK, 2000a; Abb. 1c). Ist jedoch die Tragzeit länger als die Stillzeit, dann finden wir dieses Phänomen nicht (Abb. 1a).

Diese elegante Lösung erzeugt aber, wie so oft im Leben, ein neues Problem. Wenn die Jungen sterben, sind die Mütter unmittelbar danach wieder empfängnisbereit. Es besteht für Männchen somit ein Anreiz, fremde Nachkommen zu töten, um eigenen Nachwuchs zu zeugen.

Tatsächlich ist Infantizid bei fast 40 Primaten-Arten nachgewiesen, und zwar immer dann, wenn Männchen nicht die Väter sind, aber von ihrer sozialen Position her die nächste Nachkommenschaft zeugen könnten (VAN SCHAIK, 2000b).

Im gleichen Kontext kommt Kindstötung auch bei uns Menschen vor. So haben DALY und WILSON (1988) gezeigt, dass Männer, die mit Kindern zusammenleben, deren Väter sie nicht sind, teilweise äusserst gewaltsam gegenüber diesen Kindern auftreten. Menschen verhalten sich unter diesen Umständen demnach so, wie man es für Primaten erwarten würde. Natürlich kommt Kindstötung beim Menschen auch unter anderen Umständen vor, wie z. B. bei König Herodes, der die Ermordung aller männlichen Neugeborenen anordnete. Dies ist aber ein anderer Fall.

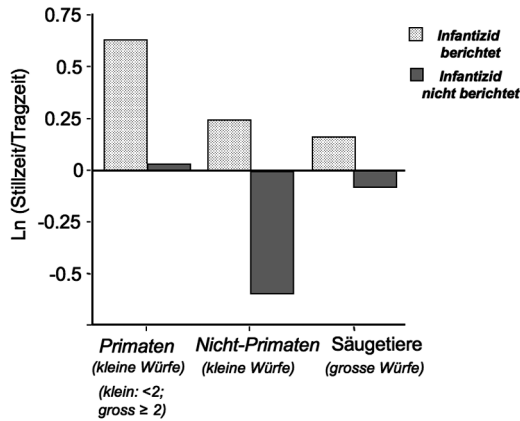
Besonders wichtig ist, dass die grundlegenden Vorbedingungen den Erwartungen entsprechen. Infantizid durch Männchen kommt vor allem bei Arten vor, bei denen die Stillzeit länger als die Tragzeit dauert (d. h. Stillzeit/Tragzeit >1; Abb. 2). Es existiert allerdings auch ein davon unabhängiger Effekt der Wurfgrösse, wobei Tiere mit grossen Würfen einen grösseren nächsten Wurf produzieren können, wenn sie ihre abhängigen Babies verloren haben, wie es bei vielen Nagern beobachtbar ist. Infantizid bringt also auch hier Vorteile, aber nicht weil Zeit gewonnen wird, sondern weil der vom neuen Vater gezeugte Wurf mehr überlebende Kinder erwarten lässt.

Im Übrigen unterstützen diese Tatsachen die Hypothese, dass Infantizid nicht ein pathologisches Verhalten ist (sonst wäre das Verteilungsmuster weniger deutlich), sondern eine direkte Folge der Fortpflanzungsbiologie der Weibchen.

Die auf den ersten Blick unklare Verbreitung von Infantizid innerhalb der Säugetiere stimmt grösstenteils mit dem Vorkommen einer langen Stillzeit gegenüber einer kürzeren Tragzeit überein (Abb. 3). Infantizid kommt lediglich vor, wenn der Stillzeit/Tragzeit-Quotient grösser oder gleich 1 ist. Wie Abb. 3 zeigt, ist dies nur bei einigen wenigen Säugetiergruppen der Fall, so bei Primaten, Landraubtieren, Zahnwalen, Unpaarhufern und Nagetieren der Alten Welt.

Infantizid ist eine Anpassung der Männchen und passt zur grausamen Logik der natürlichen Selektion, ist aber natürlich nicht erstrebenswert für die Mütter und ihre Nachkommen. HRDY (2000, in IMANISHI, 1952) sagte dazu, dass Infantizid logischerweise als wichtiger Selektionsdruck gewaltet haben muss, der sowohl das Verhalten und die Fortpflanzungsphysiologie der Mütter als auch das Schutzverhalten der Väter und anderer Verwandten geprägt hat. Dies ist von besonderem Interesse, da wir erwarten, dass ähnliche Gegenmassnahmen beim Menschen evoluiert sind. Ich möchte daher Studien an nichtmenschlichen Primaten hervorheben, um diese zu erläutern.

Beginnen wir mit dem Verhalten von Vätern bzw. von wahrscheinlichen Erzeugern.



Daten aus van Schaik 2000

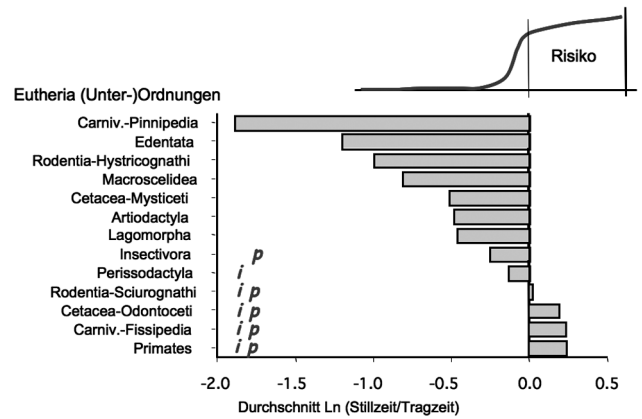
Abb. 2. Stillzeit/Tragzeit-Quotient erlaubt eine Vorhersage der Anfälligkeit gegenüber Infantizid. Infantizid durch Männchen kommt vor allem bei Arten vor, bei denen die Stillzeit länger als die Tragzeit dauert (Stillzeit/Tragzeit >1).

Fig. 2. Lactation/Gestation ratio predicts vulnerability to male infanticide. Infanticide by males is seen predominantly in species where lactation is longer than gestation (Lac/Ges >1).

In unserer Langzeitstudie an Javaneraffen (*Macaca fascicularis*) wurde festgestellt, dass lediglich Männchen, die genügend lange eine dominante Rolle einnahmen, um auch tatsächlich Nachkommen gezeugt zu haben, attraktiv für die Jungen waren und diese auch nötigenfalls schützten, wohingegen Männchen, die zwar gleichermassen dominant waren, aber in der Gruppe noch keine Kinder gezeugt hatten, sich auch nicht um die Kinder kümmerten (VAN NOORDWIJK und VAN SCHAİK, 1988). Zudem hatten die wahrscheinlichen Väter mit den Müttern freundschaftliche Beziehungen.

Bei Primaten kommt es meistens zu Infantizid, wenn die wahrscheinlichen Väter eliminiert werden, z. B. durch siegreiche Eindringlinge. Dies führt zur Hypothese, dass ganzjährige Beziehungen zwischen Männchen und Weibchen entstanden sind, um das Infantizidrisiko zu mindern. Diese soziale Konstellation, bei der beide Geschlechter das ganze Jahr hindurch anwesend sind, ist für Säugetiere nicht typisch, bei Affen aber allgemein vorhanden (VAN SCHAİK und KAPPELER, 1997). Vergleichende Untersuchungen deuten darauf hin, dass solche Beziehungen vor allem bei Arten mit einem hohen Infantizidrisiko gefunden werden.

Auch gewisse Eigentümlichkeiten des Sexualverhaltens von Primaten haben möglicherweise etwas mit Infantizid zu tun. Säugetiermännchen können ihre Nachkommen nicht direkt erkennen, zumindest nicht, wenn diese noch sehr jung sind. Sie schätzen daher die Wahrscheinlichkeit einer Vaterschaft aufgrund des Paarungsverlaufs mit den



Daten aus van Noordwijk & Schaik 2000

Abb. 3. Taxonomische Verteilung des Infantizids durch Männchen (i). Er kommt nur bei Primaten, Landraubtieren, Zahnwalen, Unpaarhufern und Nagetieren der Alten Welt vor. Taxonomische Verteilung der Paarung während der Tragzeit (p). Sie kommt bei den Säugetierordnungen vor, bei denen auch Infantizid üblich ist (Ausnahme: Insectivora).

Fig. 3. Taxonomic distribution of Infanticide by males. It is only seen in a few orders of mammals: primates, fissiped carnivores, toothed whales, perissodactyls, and the Old World rodents. Taxonomic distribution of matings during pregnancy. It is seen in those orders of mammals, where infanticide is common (except Insectivora).

Weibchen ab. Dies führt dazu, dass die Weibchen mit ihrem Paarungsverhalten einigen Männchen eine hohe Vaterschaftswahrscheinlichkeit suggerieren, damit diese die Kinder zu schützen versuchen (siehe Javaneraffen). Gleichzeitig wird den übrigen Männchen eine Vaterschaftswahrscheinlichkeit grösser als Null eingeräumt. Falls diese nun dominant werden, werden sie die Kinder deshalb kaum angreifen, weil sie ja theoretisch die Erzeuger sein könnten. Es liegt also im Interesse der Mutter, die Vaterschaftswahrscheinlichkeit von zukünftigen dominanten Männchen genügend hoch zu halten, dass diese die Kinder beschützen. Es muss aber auch betont werden, dass dominante Tiere sowieso potentiell gute Beschützer darstellen.

Wir erwarten deshalb die folgenden zwei Verhaltensmuster: (1.) Während normaler Zyklen sollten Weibchen bestrebt sein, sich mit möglichst vielen verschiedenen Männchen zu paaren, und zwar so, dass sie die Verteilung der Vaterschaftswahrscheinlichkeit der verschiedenen Männchen optimieren. (2.) Während der Tragzeit, wenn ja keine Empfängnis möglich ist, können Paarungen nur noch dazu dienen, den paarenden Männchen eine mögliche Vaterschaft vorzuspielen.

Tatsächlich zeigen vergleichende Untersuchungen, dass bei Primaten, Raubtieren und anderen Säugetieren

Promiskuität mit der Wahrscheinlichkeit eines Infantizids zunimmt (VAN NOORDWIJK und VAN SCHAİK, 2000).

Einige dieser Verhaltensmuster dienen möglicherweise auch anderen Zwecken, doch kann häufiges Paaren während der Trächtigkeit nur dadurch erklärt werden, dass den Männchen eine hohe Vaterschaftswahrscheinlichkeit vorgetäuscht wird. So finden wir denn auch Paaren während der Trächtigkeit genau bei den Säugtierlinien, bei denen Infantizid üblich ist (Abb. 3). Diese Erwartung wird noch besser erfüllt, wenn wir nur gut untersuchte Primaten berücksichtigen: 60% der Arten mit Infantizid paaren sich auch während der Trächtigkeit, wohingegen dieses Verhalten bei keiner der Arten ohne Infantizid vorkommt.

Zusammenfassend kann man sagen, dass einige auf den ersten Blick fremdartig anmutende Eigenschaften des Menschen einfach damit zusammenhängen, dass wir zu den Primaten gehören und als solche ebenfalls der Möglichkeit eines Infantizids ausgesetzt sind. Dies erklärt auch, warum Männer und Frauen das ganze Jahr hindurch zusammenleben (im Gegensatz zu vielen anderen Säugetieren), warum wir auch während der Schwangerschaft und der Stillzeit miteinander verkehren sowie einige andere Eigenschaften, die mehr auf die Altweltaffen beschränkt sind und eine Folge des komplexen Zusammenspiels zwischen weiblichen und männlichen Gegenmassnahmen sind (s. VAN SCHAİK et al., 2004 für weitere Details).

Übrigens gibt es keinerlei Hinweise, dass die jeweiligen Individuen, seien es nun Ratten, Pferde oder Affen, ein Bewusstsein für ihr Verhalten entwickelt haben. Im Allgemeinen reagieren Tiere auf externe oder interne Reize, ohne zu wissen, wozu diese Reaktionen dienen. Tiere tun etwas, weil es für sie psychologisch lohnenswert ist und nicht, weil sie sich ausrechnen können, dass sie durch ein bestimmtes Verhalten besser überleben oder mehr Nachkommen haben können. Bei einem Grossteil der Verhaltensweisen gilt das auch für den Menschen.

3 UNSERE EINZIGARTIGEN MERKMALE ANHAND DES BEISPIELS DER KULTUR

Viele sind damit einverstanden, dass wir zahlreiche instinktive Verhaltensweisen mit den Tieren teilen. Sie würden aber argumentieren, dass die Unterschiede, die uns so einzigartig machen (hohe Intelligenz, Technologie, Moral, Kultur, Sprache), viel wichtiger sind und dass genau diese Eigenschaften kaum von der Biologie beeinflusst werden.

Dies ist eigentlich eine sehr vernünftige Ansicht. Charles Darwin war überzeugt, dass Evolution durch natürliche

Selektion sämtliche Aspekte der menschlichen Evolution bestimmte. So schrieb er 1871 in seinem Buch *Descent of Man and Selection in Relation to Sex*: «my object... is solely to shew that there is no fundamental difference between man and the higher mammals in their mental faculties.» Sein wissenschaftlicher Weggefährte Alfred Russell Wallace erklärte jedoch nach langem Nachdenken, dass die Unterschiede unüberbrückbar seien und entschied, dass «some intelligent power has guided or determined the development (i. e. the evolution) of man». Nach seiner Ansicht benötigen wir eine «overruling intelligence», um «the indefinite advancement of our mental and moral nature» zu erklären. (Zitate aus SHERMER, 2002).

Wie aber können wir einzigartige (d. h. nur auf Menschen zutreffende) abgeleitete Merkmale erklären, wenn wir uns auf allgemein gültige und breit anwendbare Gesetzmässigkeiten abstützen, damit wir diese Theorien testen können? Mit anderen Worten: Falls es wirklich Merkmale gibt, die einzigartig und nur einmal entstanden sind, werden wir grosse Probleme haben, deren Ursprung zu erklären.

Gemäss Darwins Betonung der Kontinuität sollte es aber möglich sein, einfachere Zustände dieser wahrscheinlich einzigartigen Eigenschaften zu finden und dadurch die Zusammenhänge zu erkennen, so dass die Entstehung rekonstruiert und eine Erklärung für deren Evolution gefunden werden kann.

Dieser Ansatz wird nun anhand einer unserer ungewöhnlichsten Eigenschaften erklärt, welche enormen Einfluss auf unser Verhalten hat: die Kultur. Das Konzept der Kultur wurde erfunden, um die Variation im menschlichen Verhalten zu erklären. Die meisten Definitionen von Kultur beinhalten Eigenschaften, die entweder nur beim Menschen vorkommen, wie Sprache, oder die nur am Menschen untersucht werden können, wie Glaube oder Moral. Die Definition von TUTTLE (1999) fasst dies kurz und bündig zusammen: Kultur ist ein symbol-vermitteltes, gemeinsam genutztes System von Begriffsinhalten (dabei werden allerdings die technischen Aspekte ignoriert). Wie können wir aber erwarten, Entsprechendes bei Tieren zu finden?

Dafür müssen wir unsere Definition etwas breiter halten. Vor etwa 50 Jahren betonte IMANISHI (1952), dass es sich bei Kultur im Prinzip um sozial übermittelte Verhaltensinnovationen handelt, weil gerade diese interessante geographische Variationen hervorbringen. Dies ist etwas, das wir in der Natur untersuchen können. Obwohl Innovation und soziale Übermittlung in der Wildnis schwierig zu untersuchen sind, erzeugen sie geographische Muster (eine

Eigenschaft ist vorhanden oder nicht). Die Aufgabe ist es nun zu zeigen, dass diese Verteilung nicht einfach durch gleichzeitige Erfindung durch unabhängige Individuen, aufgrund der lokalen ökologischen Gegebenheiten, entstanden sein kann.

Nehmen wir als Beispiel zwei aussergewöhnliche Arten von Werkzeuggebrauch, die wir nur bei den Orang-Utans eines küstennahen Sumpfes in Sumatra finden, und zwar bei allen erwachsenen Tieren der beobachteten Population. Bei der ersten Technik wird ein Stöckchen benutzt, um an den Inhalt von Baumhöhlen zu gelangen (meistens Honig von stachellosen Bienen). Bei der zweiten Form wird ein Stöckchen gebraucht, um die nahrhaften Samen der *Neesia*-Frucht zu erreichen. *Neesia*-Früchte haben eine harte Schale. Wenn sie ihre volle Grösse erreicht haben, spalten sie sich auf und zeigen zwei deutliche Reihen dieser Samen. Diese sind aber von stechenden Haaren umgeben, die leicht die Haut durchstechen können. Da aber nicht alle Orang-Utans diese Technik anwenden, stellt sich die Frage, ob Orang-Utans an anderen Orten weniger schlaue sind, ob die Ökologie dort anders ist oder ob diese Unterschiede eine Folge von Kultur sind?

Um zu zeigen, dass Kultur für die geographische Variation dieser Technik verantwortlich ist, mussten wir einen kausalen Zusammenhang mit den ökologischen Unterschieden zwischen den Orten ausschliessen. Im Falle des Werkzeuggebrauchs bei *Neesia*-Früchten gibt es keine ökologischen Unterschiede, da die Frucht überall die gleiche ist.

Der beste Weg Kultur miteinzubeziehen ist, die Auswirkungen von Verbreitungsbarrieren aufzuzeigen. So wird beispielsweise irgendwo ein Werkzeuggebrauch erfunden. Die Technik breitet sich aus, bis sie durch eine Verbreitungsbarriere wie z. B. einen breiten Fluss (Orang-Utans können nicht schwimmen) oder ungeeignetes Habitat gestoppt wird. Die Verhaltensweise in dem sonst ähnlichen Habitat wird somit jenseits der Verbreitungsbarriere fehlen.

Dies können wir auch im Fall des Werkzeuggebrauchs an *Neesia*-Früchten beobachten (Abb. 4). Diese Technik ist in einigen weiten küstennahen Sümpfen, welche grosse Orang-Utan-Populationen aufweisen, bekannt. In einer von uns detailliert untersuchten Population ist diese Art von Werkzeuggebrauch generell vorhanden (zusammen mit dem Werkzeuggebrauch bei Baumhöhlen). Dies hatten wir erwartet. Denn es liegt nahe, dass diese Technik durch soziales Lernen verbreitet wird und erhalten bleibt. Der Werkzeuggebrauch an *Neesia*-Früchten fehlt aber bei einigen abgelegenen und isolierten Gebieten, in denen nur einige wenige *Neesia*-Bäume vorhanden sind.



Abb. 4. Varianten des Fressens von *Neesia*. Westlich des Flusses Batu-Batu werden die Samen von *Neesia* mittels eines Werkzeuges gewonnen und anschliessend gefressen. Östlich des Flusses kommt dieser Werkzeuggebrauch nicht vor.

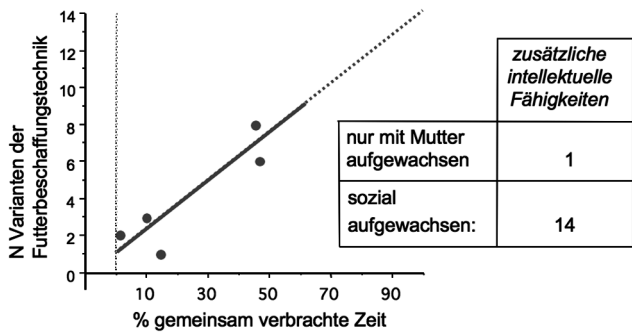
Fig. 4. Variation in *Neesia* feeding. At west-side of the River Batu-Batu the seeds of *Neesia* were eaten by tool use, at east-side this tool use is unknown.

Interessanter ist aber, dass dieser Werkzeuggebrauch auch östlich des unüberwindbaren Alas-Flusses fehlt. Die Samen werden dort zwar auch gegessen, aber ohne Werkzeuge zu benutzen. Die Tiere brechen die Fruchtteile mit Gewalt ab und lesen die Samen mit den Fingern heraus. Diese Vorgehensweise haben wir auch in Borneo beobachtet. Allerdings können nur grosse Männchen die Früchte aufbrechen. Zudem verbringen die Tiere viel weniger Zeit in den Bäumen mit reifen *Neesia*-Früchten als die Tiere in Sumatra, wo Werkzeuge gebraucht werden (VAN SCHAIK und KNOTT, 2001).

Weil Werkzeuggebrauch leicht zu erkennen ist, ist dessen kultureller Status einfach zu erforschen. Gibt es aber noch weitere kulturelle Verhaltensweisen? Wir haben Orang-Utan-Experten zusammengebracht, die Langzeitstudien in sechs Gebieten durchgeführt haben (zwei in Sumatra und vier in Borneo). Es hat sich gezeigt, dass 24 Verhaltensvariationen als kulturell bedingt angesehen werden können (VAN SCHAIK et al., 2003).

Diese kulturellen Varianten betrafen Techniken zur Nahrungsbeschaffung, zur Erhöhung des Komforts (z. B. Nestbildung) sowie Varianten von Kommunikationssignalen, wie verschiedene Formen der «kiss squeaks».

Wir haben aber noch zusätzlich überprüft, ob wir es tatsächlich mit Kultur zu tun haben (Abb. 5): So haben wir sowohl bei Schimpansen wie auch bei Orang-Utans festgestellt, dass diejenigen Populationen, in denen die Tiere mehr Zeit gemeinsam verbringen, auch ein grösseres Repertoire an Nahrungsbeschaffungstechniken aufweisen, also Fähigkeiten, die wahrscheinlich durch genaues Beobachten anderer Tiere gelernt werden. Dies entspricht der



Nach van Schaik et al., 2003

Abb. 5. Soziales Lernen und intellektuelle Leistungsfähigkeit. Das Repertoire an Futterbeschaffungstechniken steigt mit zunehmender gemeinsam verbrachter Zeit.

Fig. 5. Social learning and intellectual performance. The repertoire of food-related skills increases with the amount of time spent together by animals.

Erwartung, wenn wir davon ausgehen, dass es sich dabei um Kultur handelt, aber nicht, wenn die geographische Verteilung einer Technik durch die Ökologie bestimmt würde.

Weil sehr ähnliche kulturelle Variationen auch bei Schimpansen gefunden wurden (es gibt auch Hinweise bei Bonobos), können wir deshalb unter dem Prinzip der Sparsamkeit (wenn die Anzahl von Evolutionsschritten minimal gehalten wird) schliessen, dass das Fundament für unsere aussergewöhnlichen kulturellen Fähigkeiten viel früher gelegt wurde als bis anhin angenommen, und zwar zur Zeit der frühen grossen Menschenaffen. So haben wir wenigstens begonnen, die grosse Lücke zu schliessen, die uns scheinbar vom Rest des Tierreiches trennt.

Diese Einsichten können wir nun auf die Fragestellungen der biologischen Anthropologie, die wir anfangs des Artikels aufgeführt haben, anwenden. Wir sind nun in der Lage, die kritischen Unterschiede besser aufzuzeichnen: 1. Menschen verfügen über kumulierte Fähigkeiten oder den Sperr-Effekt (die grossen Menschenaffen könnten theoretisch jede Fähigkeit und jedes Artefakt, das sie aufweisen, individuell wieder neu erfinden, wohingegen bei den Menschen solches durch die lange Zeit der Anhäufung von Wissen nicht mehr möglich ist); 2. Menschen verfügen über Symbole (Varianten von Signalen, welche willkürliche und damit geographisch variable Bedeutung angenommen haben) und Institutionen (auf Symbolen basierende Gruppennormen).

Der zweite Schritt dieses biologisch-anthropologischen Ansatzes bestand darin, aufgrund der gewonnenen Einsichten eine breit abgestützte Erklärung für diese Un-

terschiede zu finden. Warum entwickelte gerade die eine Linie grosser Menschenaffen eine in dieser Intensität nie da gewesene kulturelle Vielfalt? Dazu benötigen wir eine allgemeine Theorie zur kulturellen Evolution. Erst kürzlich wurde die Hypothese aufgestellt, dass die kulturelle und die kognitive Evolution eng miteinander verbunden sind (VAN SCHAİK und PRADHAN, 2003). Dies erklärt möglicherweise auch den Sperr-Effekt, aber leider nicht die symbolische Natur der Kultur. Dazu aber später.

Erinnern wir uns, dass Populationen, in denen die Tiere mehr Zeit zusammen verbrachten, ein grösseres Repertoire an Fähigkeiten aufwiesen als Populationen mit eher solitären Tieren. Diese kulturellen Varianten scheinen alle intelligente Verhaltensweisen zu sein, denn ein Individuum hat einmal eine neue Futterbeschaffungstechnik entwickelt und diese dann weitergegeben. Es handelt sich hier zwar tatsächlich um intelligente Verhaltensweisen, aber diese wurden nur durch soziales Lernen weitergegeben und nicht immer wieder neu erfunden! Schliesslich denken wir nicht wirklich, dass Orang-Utans, die in Populationen mit den grössten Repertoires leben, an sich intelligenter sind als diejenigen, die in Populationen mit den kleinsten Repertoires leben. Erstere werden einfach schlauer, weil sie mehr soziale Inputs in ihrer Entwicklung haben.

Unsere Untersuchungen zeigen, dass Tiere aus eher solitären Populationen (abgesehen von der Mutter/Kind-Beziehung) nur eine einzige spezielle Futterbeschaffungstechnik aufweisen, während Tiere, die ihr ganzes Leben in Gemeinschaften leben und damit nahe bei potentiellen Lehrern sind, 14 spezielle Fähigkeiten zeigen (siehe Abb. 5). Dieser grosse Unterschied deutet darauf hin, dass die Intelligenzleistung ein Zusammenschluss von angeborenem Potential wie auch von Inputs durch individuelles und soziales Lernen ist.

Natürliche Selektion kann unter gewissen Umständen Intelligenzleistung begünstigen. Die angeborenen Fähigkeiten sind aber nur Teil der Intelligenzleistung, und es scheint, als seien soziale Inputs extrem wichtig. Dies bedeutet, dass die Evolution von angeborenen intellektuellen Fähigkeiten, die es den Tieren erlaubt, eine hohe intellektuelle Performance zu erreichen, wenn sie einander ausgesetzt sind, am ehesten bei Arten zu finden ist, die die Veranlagung für soziales Lernen haben (d. h. Arten, die Kultur haben). Dies deutet darauf hin, dass die Evolution von zunehmender intellektueller Performance am wahrscheinlichsten bei Tieren mit Kultur ist. Es muss betont werden, dass nur einige wenige der geselligen Tierarten die Fähigkeit besitzen, durch Beobachtung von Gruppen-

mitgliedern zu lernen. Also genügt Gruppenleben an sich nicht, um Kultur aufzuweisen.

Dieses Resultat weist schliesslich auf ein erweitertes Muster hin, welches bei mehreren Säugtierlinien und nicht nur bei den grossen Menschenaffen gefunden wird: Kultur und Intelligenz evolvieren in Abhängigkeit voneinander (VAN SCHAİK, 2004). Dies könnte es uns ermöglichen, einige allgemeine Gesetzmässigkeiten zu entdecken, die uns weiterhelfen, die menschliche Evolution zu verstehen, indem wir die Schlüssel-Variablen finden, welche die Geschwindigkeit des evolutionären Wandels beeinflussen.

4 SCHLUSSFOLGERUNG

Seit Darwin figurieren die Menschenaffen in allen Antworten auf die Frage «Wer sind wir und woher kommen wir?». In diesem Artikel haben wir gesehen, dass wir viele Verhaltensmerkmale nicht nur mit Menschenaffen, sondern auch mit anderen Organismen teilen und dass wir deshalb keine speziellen Erklärungen für deren Auftreten bei Menschen brauchen. Es hat sich allerdings herausgestellt, dass der darwinsche Ansatz auch sehr effektiv angewandt werden kann, um zu erklären, wo unsere anscheinend so einzigartigen Merkmale ihren Ursprung finden. Anhand des Beispiels der Kultur wird gezeigt, wie ursprüngliche Formen der Kultur bei Menschenaffen vorkommen, die erfolgreich untersucht werden können, um zu einer allgemeinen Theorie der kulturellen Evolution zu gelangen. Das Verfahren benutzt eine Methode, die fest in der Evolutions- und Verhaltensbiologie verwurzelt ist und unterstützt wird durch einen vergleichenden Ansatz zum Testen adaptiver Hypothesen. Ich bin davon überzeugt, dass mit diesem Ansatz das Mysterium der Menschwerdung naturwissenschaftlich enträtselt werden kann.

5 VERDANKUNG

Ich danke Herrn Claude A. Rosselet (Universität Zürich) für die deutsche Übersetzung.

6 LITERATUR

DALY, M. & WILSON, M. 1988. *Homicide*. Aldine de Gruyter, New York, 328 pp.

FEHR, E. & GÄCHTER, S. 2000. Fairness and retaliation: the economics of reciprocity. *J. Econom. Persp.* 14, 159–181.

IMANISHI, K. 1952. *Man* (auf Japanisch). Mainichi-Shinbunsha, Tokyo. HRDY, S. 2000. Foreword. In: «Infanticide by Males and its Implications», VAN SCHAİK, C. P. & JANSON, C. H. eds, pp. xi–xiv. Cambridge University Press, Cambridge.

MOORE, J. 1996. Savanna chimpanzees, referential models and the last common ancestor. In: «Great Ape Societies», MCGREW, W. C., MARCHANT, L. F. & NISHIDA, T. eds, pp. 275–292. Cambridge University Press, Cambridge.

SHERMER, M. 2002. In *Darwin's Shadow: the Life and Science of Alfred Russell Wallace*. Oxford University Press, New York.

TUTTLE, R. 2001. Culture and traditional chimpanzees. *Current Anthropology* 42, 407–409.

VAN NOORDWIJK, M. A. & VAN SCHAİK, C. P. 1988. Male careers in Sumatran long-tailed macaques. *Behaviour* 107, 24–43.

VAN NOORDWIJK, M. A. & VAN SCHAİK, C. P. 2000. Reproductive patterns in Eutherian mammals: adaptations against infanticide? In: «Infanticide by Males and its Implications», VAN SCHAİK, C. P. & JANSON, C. H. eds, pp. 322–360. Cambridge University Press, Cambridge.

VAN SCHAİK, C. P. 2000a. Vulnerability to infanticide by males: patterns among mammals. In: «Infanticide by Males and its Implications», VAN SCHAİK, C. P. & JANSON, C. H. eds, pp. 61–71. Cambridge University Press, Cambridge.

VAN SCHAİK, C. P. 2000b. Infanticide by male primates: the sexual selection hypothesis revisited. In: «Infanticide by males and its implications», VAN SCHAİK, C. P. & JANSON, C. H. eds, pp. 61–71. Cambridge University Press, Cambridge.

VAN SCHAİK, C. P. 2004. *Among Orangutans: Red Apes and the Rise of Human Culture*. Harvard University Press, Cambridge (MA), 244 pp.

VAN SCHAİK, C. P., ANCRENAZ, M., BORGES, G., GALDIKAS, B., KNOTT, C. D., SINGLETON, I., SUZUKI, A., UTAMI, S. S. & MERRILL, M. Y. 2003. Orangutan cultures and the evolution of material culture. *Science* 299, 102–105.

VAN SCHAİK, C. P. & KAPPELER, P. M. 1997. Infanticide risk and the evolution of permanent male-female association in primates. *Proc. Roy. Soc., Lond. B* 264, 1687–1694.

VAN SCHAİK, C. P. & KNOTT, C. D. 2001. Geographic variation in tool use on *Neesia* fruits in orangutans. *Am. J. Phys. Anthro.* 114, 331–342.

VAN SCHAİK, C. P. & PRADHAN, G. R. 2003. A model for tool-use traditions in primates: implications for the coevolution of culture and cognition. *J. Hum. Evol.* 44, 645–664.

Prof. Dr. Carel van Schaik, Anthropologisches Institut & Museum, Universität Zürich, Winterthurerstrasse 190, CH-8057 Zürich, E-Mail: vschaik@aim.unizh.ch