



**University of  
Zurich**<sup>UZH</sup>

**Zurich Open Repository and  
Archive**

University of Zurich  
Main Library  
Strickhofstrasse 39  
CH-8057 Zurich  
[www.zora.uzh.ch](http://www.zora.uzh.ch)

---

Year: 2014

---

**Eine evolutionsbiologische Perspektive der menschlichen Kognition: Die  
Rolle der gemeinschaftlichen Jungenaufzucht**

Burkart, J M

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich  
ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-92426>  
Book Section

Originally published at:

Burkart, J M (2014). Eine evolutionsbiologische Perspektive der menschlichen Kognition: Die Rolle der gemeinschaftlichen Jungenaufzucht. In: Hügli, Anton. Die anthropologische Wende. *Studia philosophica* 72. Basel: Schwabe, 31 -57.

*Philosophie und Evolution*  
*Naturwissenschaftliche Grundlagen*  
*einer theoretischen Debatte*



JUDITH MARIA BURKART

## Eine evolutionsbiologische Perspektive der menschlichen Kognition: Die Rolle der gemeinschaftlichen Jungenaufzucht

*Approaches to identifying the evolutionary origins of the human mind traditionally focus on our closest living relatives, the great apes. Over the last decades these efforts have shown that many of the traits that hitherto were thought to be uniquely human must already have been present in the last common ancestor of humans and the other great apes, whereas others are clearly absent. Those traits absent in the other great apes may be uniquely derived in humans. Alternatively, they may have arisen independently in less closely related species, as a result of convergent evolutionary forces. Here, I suggest that many of the discontinuities between great apes and humans with regard to our ecology, life-history, morphology, psychology and cognition are best understood in the context of cooperative breeding. Cooperative breeding, i.e. a reproductive system in which individuals other than parents contribute to child rearing, is present in humans but not in great apes. Cooperative breeding is, however, present in some less closely related species. I show that across primates and other mammals, cooperative breeding is systematically associated with increased social tolerance, attentional biases towards monitoring group members, and proactive prosociality. Together, these psychological correlates increase the performance of cooperative breeders in socio-cognitive tasks relative to independently breeding sister taxa. The same consequences of cooperative breeding must likewise have arisen in our ancestors when they started to engage in shared infant care. Thus, we do not need a special explanation for these psychological and cognitive features in humans, despite the fact that they may be absent in the other great apes. Furthermore, unlike, as in other species, these psychological and cognitive consequences of cooperative breeding were added to an already great-ape like cognitive system. I show how this combination crucially paved the way for the emergence of uniquely derived cognitive achievements such as shared intentionality, intentional teaching, language or cumulative culture.*

### *1. Homologie, Konvergenz und das Verständnis von abgeleiteten Merkmalen*

Ein evolutionsbiologisch fundiertes Verständnis des Menschen mit all seinen Facetten ist nicht leicht zu erreichen, da wir über viele Merkmale verfügen, die einzigartig sind im ganzen Tierreich und sich deshalb einer evolutionsbiologischen Erklärung zu entziehen scheinen. Wie soll es möglich sein, all-

gemeine phylogenetische Muster eines Merkmals zu analysieren, wenn dieses Merkmal nur bei einer einzigen Art anzutreffen ist?

Eine Herangehensweise an dieses Problem besteht darin, dass man genau analysiert, wie einzigartig ein Merkmal tatsächlich ist und ob es nicht doch in der einen oder anderen Form bei anderen Tieren auch vorkommt. Als erstes wendet man sich dazu am besten an unsere nächsten Verwandten, die anderen Menschenaffen, also die Orangutans, Gorillas, Schimpansen und Bonobos.<sup>1</sup> In Bezug auf kognitive Fähigkeiten hat die Forschung der letzten Jahre und Jahrzehnte in der Tat aufgezeigt, dass viele der Merkmale, die wir ursprünglich für einzigartig menschlich gehalten haben, auch bei den anderen Menschenaffen anzutreffen sind. Der springende Punkt ist, dass wir in Bezug auf all diese Merkmale keine spezielle Erklärung für ihre Anwesenheit beim Menschen finden müssen, weil es am 'sparsamsten' ist anzunehmen, dass sie bereits beim letzten gemeinsamen Vorfahren vorhanden waren, den wir mit den anderen Menschenaffen geteilt haben.<sup>2</sup> Solche Merkmale, deren Existenz man am besten durch gemeinsame Abstammung verstehen kann, werden auch homologe Merkmale genannt.

Nach anderen Merkmalen hingegen kann man so akribisch genau suchen wie man will, man findet sie schlicht und einfach nicht bei Menschenaffen. In diesem Fall spricht man von abgeleiteten Merkmalen; als einzigartig abgeleitet bezeichnet man Merkmale, die sich überhaupt nur ein einziges Mal bei einer einzigen Art (in diesem Fall dem Menschen) entwickelt haben. Es kann aber auch sein, dass sich Merkmale mehrmals unabhängig entwickelt haben, an verschiedenen Stellen im Tierreich, als Adaption auf einen ähnlichen Selektionsdruck. In diesem Fall spricht man von konvergenter Evolution, die ähnliche Merkmale bei nicht bzw. nur entfernt miteinander verwandten Arten hervorbringen kann. Der springende Punkt hier ist folgender: wenn man bei konvergenten Merkmalen gut versteht, weshalb sie bei bestimmten Arten entstanden sind, kann man dieses Wissen dazu verwenden, um Rückschlüsse

<sup>1</sup> Im Folgenden verwenden wir der Kürze halber *Menschenaffen* um auf *nicht-menschliche Menschenaffen* zu verweisen.

<sup>2</sup> Vor ungefähr 6–11 Mio. Jahren lebte der letzte gemeinsam Vorfahre, den wir mit den Schimpansen und Bonobos geteilt haben, vor 10–17 Mio. Jahren inklusive Gorillas, und vor noch längerer Zeit inklusive Orangutans: Kevin E. Langergarber, Kay Prüfer, Carolyn Rowney, Christophe Boesch, Catherine Crockford, Katie Fawcett, Eiji Inoue, Miho Inoue-Muruyama, John C. Mitani, Martin N. Muller et al: *Generation times in wild chimpanzees and gorillas suggest earlier divergence times in great ape and human evolution*, in *Proceeding National Academy of Sciences USA* 109/39 (2012) p. 15716–15721.

auf die Präsenz des entsprechenden Merkmals bei einer anderen Art zu ziehen. Beispielsweise wissen wir, dass die Stromlinienform der Fische ihnen das Gleiten durch das Wasser erleichtert. Meeressäuger wie Delphine und Seehunde haben konvergent zu den Fischen ebenfalls einen stromlinienförmigen Körper entwickelt, aber nicht, weil sie das von einem gemeinsamen Vorfahren von Fischen und Säugetieren geerbt hätten, sondern eben als Antwort auf das Leben im Wasser. Würden wir nun eine fossile Art entdecken, über deren Verhalten wir nichts wissen, die aber ebenfalls einen stromlinienförmigen Körper aufweist, würden wir die Hypothese verfolgen, dass es sich dabei um ein aquatisches Lebewesen handelt.

Diesen Ansatz, Konvergenzen aufzuspüren, um so Rückschlüsse auf den adaptiven Entstehungskontext von Merkmalen zu ziehen, werden wir in diesem Kapitel auf die kognitive Evolution des Menschen anwenden. Dazu werden wir in einem ersten Schritt basierend auf Forschungsergebnissen der letzten Jahre identifizieren, welche kognitiven Merkmale tatsächlich relativ zu Menschenaffen abgeleitet sind und welche durch Homologie verstanden werden können.

## *2. Kognitive Fähigkeiten bei Menschenaffen: ganz ähnlich, aber auch ganz anders*

Menschenaffen und Menschen teilen viele kognitive Fähigkeiten, unterscheiden sich in vielerlei Hinsicht aber auch markant (vgl. Tabelle 1). Beispielsweise verfügen beide über ein Verständnis einfacher Kausalzusammenhänge<sup>3</sup> ebenso wie über ein Wissen, dass andere Individuen einfache mentale Zustände haben können, also über rudimentäre so genannte *Theory-of-Mind*-Fähigkeiten.<sup>4</sup> So können Menschenaffen unterscheiden, was ein anderes Individuum sehen kann oder nicht, und verstehen, dass Sehen zu Wissen führt. Ebenso verfügen sie über ein einfaches Verständnis von volitionalen mentalen Zuständen: dass andere Individuen Ziele, Wünsche und Absichten haben; und nur Menschenaffen, aber nicht Tieraffen, sind in der

<sup>3</sup> Z.B. Nicholas J. Mulcahy, Josep Call: *How great apes perform on a modified trap-tube task*, in *Animal Cognition* 9 (2006) p. 193–199.

<sup>4</sup> Zusammengefasst in: Alexandra G. Rosati, Brian Hare, Laurie R. Santos: *Primate social cognition: Thirty years after Premack and Woodruff*, in *Primate Neuroethology*, ed. by Michael Platt, Asif A. Ghazanfar (Oxford: Oxford University Press, 2010) p. 117–144.

Lage, sich selber im Spiegel zu erkennen, was eng mit *Theory-of-Mind*-Fähigkeiten assoziiert ist.<sup>5</sup>

Die Frage, ob nichtmenschliche Primaten über *Theory-of-Mind*-Fähigkeiten verfügen, hat Primatenforscher seit Anfang der 1970er Jahre immer wieder beschäftigt,<sup>6</sup> und lange Zeit hat man aufgrund der jeweils aktuellen Datenlage geschlossen, dass diese Kompetenz außerhalb des kognitiven Horizontes von Menschenaffen liege. Herausgestellt hat sich allerdings, dass viele der negativen Resultate darauf zurück zu führen waren, dass die Forscher schlicht an falscher Stelle nach solchen Fähigkeiten gesucht haben, nämlich vorwiegend im prosozialen Kontext. Zum Beispiel haben sie untersucht, ob Schimpansen die visuelle Perspektive verstehen, wenn sie ihnen durch einen Blick anzeigten, wo ein Stück Futter versteckt war. Schimpansen versagen kläglich in Aufgaben dieser Art, da es nicht Teil ihrer sozialen Welt ist, dass andere ihnen zeigen, wo sich Futter befindet. Dafür sind sie problemlos in der Lage, die visuelle Perspektive ihres Gegenübers richtig zu verstehen, wenn es darum geht, dieses Gegenüber auszutricksen. Zusammenfassend kann man sagen, dass nichtmenschliche Menschenaffen sehr wohl über einfache *Theory-of-Mind*-Fähigkeiten verfügen, diese aber in den allermeisten Fällen nur in kompetitiven Kontexten anwenden.<sup>7</sup>

Menschenaffen können sich auch furchtbar darüber aufregen, wenn sie ungerecht behandelt werden, z.B. wenn sie beobachten, wie ein Artgenosse für das Lösen einer bestimmten Aufgabe eine bessere Belohnung bekommt, als wenn sie selber diese Aufgabe lösen. Dies zeigt schön auf, dass sie genau verfolgen, welche Aufgabe bei wem mit welcher Belohnung verbunden ist, und dass sie die Quantität dieser Belohnung abschätzen und vergleichen können. Die Beschränkung liegt darin, dass Menschenaffen sich nur darüber aufregen, wenn sie selber ungerecht behandelt werden, und nicht, wenn ihr Artgenosse für dieselbe Leistung eine geringere Belohnung erhält.<sup>8</sup>

<sup>5</sup> Gordon G. Gallup, J.R. Anderson, Daniel J. Shillito: *The mirror test*, in *The Cognitive Animal*, ed. by C. A. M. Beckoff, G. Burghardt (Cambridge: MIT Press, 2002) p. 325–333.

<sup>6</sup> David Premack, Guy Woodruff: *Does the chimpanzee have a theory of mind?*, in *Behavioral and Brain Sciences* 1 (1978) p. 515–526.

<sup>7</sup> A. G. Rosati, B. Hare, L. R. Santos: *Primate social cognition: Thirty years after Premack and Woodruff*, op. cit.

<sup>8</sup> Sara A. Price, Sarah F. Brosnan: *To each according to his need? Variability in the responses to inequity in non-human primates*, in *Social Justice Research* (2012) p. 1–30.

Versuche mit Menschenaffen, die von klein auf in enger menschlicher Obhut aufwachsen und weitgehend den gleichen Bedingungen ausgesetzt sind wie menschliche Kinder, haben gezeigt, dass Menschenaffen sich ein beträchtliches Maß an Sprachfähigkeit aneignen können.<sup>9</sup> Sie können zwar nicht Sprechen, aber über andere Kanäle wie Zeichensprache oder Keyboards kommunizieren. Dabei können sie über einen beträchtlichen Wortschatz verfügen und in etwa das Niveau von zwei- bis dreijährigen Kindern erreichen.<sup>10</sup>

Große Unterschiede werden allerdings evident, wenn man darauf achtet, wozu die Sprache aktiv eingesetzt wird. Kleine Kinder verwenden die Sprache von Anfang an sowohl in imperativen als auch in deklarativen Kontexten: Einerseits verwenden sie die Sprache dazu, um imperativ nach Sachen zu fragen und andere dazu zu bringen, gewisse Handlungen auszuführen. Andererseits gebrauchen sie die Sprache aber auch deklarativ, um Erfahrungen und Informationen mit anderen zu teilen, indem sie auf interessante Begebenheiten in der Umwelt aufmerksam machen und auf wichtige Inhalte hinweisen. Die aktive Sprachproduktion bei Menschenaffen dagegen bleibt auf imperative Kontexte beschränkt.<sup>11</sup>

Sogar die Kultur bleibt nicht dem Menschen alleine vorbehalten, sondern ist in ihren Anfängen bereits bei Menschenaffen anzutreffen. Von der Forschung in freier Wildbahn an Schimpansen<sup>12</sup> und Orangutans<sup>13</sup> weiß man,

<sup>9</sup> Sue Savage-Rumbaugh, Stuart G. Shanker, J.T. Taylor: *Apes, Language, and the Human Mind* (New York: Oxford University Press, 1998).

<sup>10</sup> Kinder scheinen etwas besser zu sein im Verständnis von listenartigen Sätzen wie «Bring mir bitte den Apfel, den Regenschirm, das Messer, den Schlüssel, ...», während Menschenaffen etwas besser im Verständnis von Sätzen abschneiden, deren Inhalt von der Syntax, also der Wortstellung abhängt (z.B. beim Unterscheiden der Anweisungen: «Pack bitte die rote Tasche in die blaue Tasche» im Gegensatz zu «Pack bitte die blaue Tasche in die rote Tasche»): Michael Tomasello: *Can an ape understand a sentence? A review of language comprehension in ape and child by Savage-Rumbaugh, Sue et al.* in *Language and Communication* 14 (1994) p. 377–390.

<sup>11</sup> Ibid.

<sup>12</sup> Andrew Whiten, Jane Goodall, William C. McGrew, Toshisada Nishida, Vernon Reynolds, Yukimaru Sugiyama, Caroline E.G. Tutin, Richard W. Wrangham, Christophe Boesch: *Cultures in chimpanzees*, in *Nature* 399 (1999) p. 682–685.

<sup>13</sup> Carel P. van Schaik, Marc Ancrenaz, Gwendolyn Borgen, Birute Galdikas, Cheryl D. Knott, Ian Singleton, Akira Suzuki, Suri S. Utami, Michelle Y. Merrill: *Orangutan cultures and the evolution of material culture*, in *Science* 299 (2003) p. 102–105.



dass verschiedene Populationen ein und derselben Spezies beträchtlich unterschiedliche Verhaltensrepertoires haben können, obwohl sie sich genetisch nicht unterscheiden und auch ihr Habitat identisch ist. Eine Orangutanpopulation in Indonesien hat beispielsweise angefangen, Stöckchen zu verwenden, um an die heißbegehrten Samen der Neesia-Früchte zu gelangen, die im Inneren der Frucht extrem schlecht zugänglich sind, durch messerscharfe Haare und eine steinharte Hülse geschützt. Der Wald wird von einem riesigen Strom, der für Orangutans ein unüberwindbares Hindernis darstellt, in zwei Hälften geteilt. Interessanterweise haben die Orangutans, die auf der anderen Seite des Flusses leben, nie gelernt, Werkzeuge zu verwenden, um an die Samen der Neesia-Früchte zu gelangen. Vielmehr brechen dort die Tiere ein Stück der Frucht mit roher Muskelkraft heraus – eine Technik, die nur für ausgewachsene, besonders starke Tiere möglich ist. Ein Gebirgszug im Norden stellt ein weiteres Hindernis für die Ausbreitung der Orangutans da. Die Tiere, die hinter diesem Gebirgszug leben, sind genetisch von den anderen nicht zu unterscheiden, und auch Neesia-Früchte sind im Überfluss vorhanden. Trotzdem werden dort die Neesia-Früchte nicht angefasst, da kein Individuum je herausgefunden hat, dass sie begehrenswerte Samen enthalten.

Bemerkenswert ist, dass die unterschiedlichen Techniken – bzw. ihr Fehlen – nicht zufällig unter den Tieren verteilt sind, wie es sich ergeben würde, wenn einzelne Tiere nur gelegentlich und individuell eine Lösung zum Öffnen der Früchte herausfänden. Vielmehr findet man eine systematische geografische Variation, und alle Tiere aus demselben Gebiet verwenden die gleiche Technik. Man kann zeigen, dass dieses geografische Verteilungsmuster dadurch zustande kommt, dass einzelne Tiere irgendwann innovativ eine Lösung herausfinden, welche dann von den benachbarten Tieren durch soziales Lernen übernommen wird – bis die Verbreitung durch natürliche Gegebenheiten wie Ströme oder Gebirgszüge gestoppt wird. Insgesamt kennt man heute mehr als 39<sup>14</sup> kulturelle Verhaltensvarianten bei Schimpansen und 30<sup>15</sup> bei Orangutans.

Was man im Gegensatz zu den Menschen allerdings nicht findet, ist kumulative Kultur (d.h. eine Evolution der Kultur) sowie symbolische Kultur. Im Wesentlichen sind die kulturellen Verhaltenselemente, die man bei Menschenaffen findet, kaum je komplexer als das, was ein Individuum im Verlauf seines Lebens auch selber herausfinden könnte. Beim Menschen hinge-

<sup>14</sup> A. Whiten, J. Goodall et al.: *Cultures in chimpanzees*, op. cit.

<sup>15</sup> Serge A. Wich, Suci S. U. Atmoko, Tatang M. Setia, Carel P. van Schaik: *Orangutans: geographic variation in behavioral ecology and conservation* (Oxford: University press, 2009).

gen sind die meisten kulturellen Errungenschaften so komplex, dass es für ein Individuum während seines Lebens völlig unmöglich wäre, sie selber zu erfinden. Am offensichtlichsten ist dies bei der materiellen Kultur. Keiner von uns wäre in der Lage, ein Hochhaus oder einen Computer zu bauen, ohne auf das überlieferte Wissen unserer Vorfahren zurück zu greifen, welches über Generationen hinweg schrittweise aufgebaut wurde. Man geht davon

Homologe Merkmale mit Menschenaffen	Unterschied zu Menschen	Rolle von gemeinschaftlicher Jungenaufzucht (via soziale Toleranz, Aufmerksamkeitsbiases und Prosozialität)
Theory-of-Mind-Fähigkeiten	Vorwiegend auf kompetitive Kontexte beschränkt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ToM-Fähigkeiten können auch in kooperativen und prosozialen Kontexten eingesetzt werden</li> <li>• <i>Shared intentionality</i> wird möglich durch prosoziale Disposition, solche mentale Zustände mit anderen zu teilen</li> </ul>
Aversion gegen Ungerechtigkeit	Aversion nur gegen Ungerechtigkeit, die Ego benachteiligt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aversion auch gegen Ungerechtigkeit gegenüber anderen</li> </ul>
Verwenden menschlicher Sprachsysteme	Nur imperative Verwendung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Imperative Verwendung wird möglich (prosoziales Teilen von Information, <i>cooperative signaling</i>)</li> </ul>
Einfache Kultur	Keine kumulative Kultur aufgrund von Einschränkungen in (i) Genauigkeit der sozialen Transmission und (ii) Komplexität der Innovation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soziale Transmission: Verbesserung durch direkte Effekte (soziale Toleranz, Verfügbarkeit multipler Rollenmodelle); absichtsvolles Lehren da ToM-Fähigkeiten auch im prosozialen Kontext eingesetzt.</li> <li>• Innovation: Optimierung durch kooperatives Problemlösen; Innovationen von subordinierten Individuen weniger durch Gefahr von Ausbeutung unterdrückt</li> </ul>

**Tabelle 1:** Homologe kognitive Merkmale, die wir mit den anderen Menschenaffen teilen, sowie Unterschiede und Einschränkungen dieser Merkmale. Diese Unterschiede und Einschränkungen können durch die katalytische Wirkung von konvergenten Merkmalen aus dem Kontext der gemeinschaftlichen Jungenaufzucht verstanden werden.

aus, dass zwei Faktoren für diese Einschränkung bei Menschenaffen verantwortlich sind: einerseits ist die soziale Transmission<sup>16</sup> nicht ausreichend stark und genau, andererseits sind individuellen Innovationen<sup>17</sup> zu selten und zu wenig komplex.

Insgesamt kristallisiert sich also in Bezug auf Menschenaffen ein Bild von einem sehr intelligenten Affen heraus, der insgesamt über eine größere mentale Kapazität verfügt als die anderen Affen, die so genannten Tieraffen.<sup>18</sup> Darüber hinaus scheint der Menschenaffe auch über Fähigkeiten zu verfügen, von denen wir lange Zeit geglaubt haben, dass sie ausschließlich menschlich seien. Gleichzeitig aber sind sie bei genauem Hinsehen auch ganz anders als die Menschen, insbesondere auf der psychologischen Ebene: die vielen fast menschlichen Fähigkeiten werden auf eine andere Art und Weise eingesetzt als bei Menschen, und insgesamt werden nur individualistische Ziele verfolgt (vgl. Tabelle 1).

### *3. Die gemeinschaftliche Jungenaufzucht als Rahmenmodell der menschlichen Evolution*

Wir unterscheiden uns nicht nur in unseren kognitiven Fähigkeiten von den Menschenaffen, sondern auch in vielerlei anderer Hinsicht. Bezüglich unseres Lebensverlaufs (*life history*) haben wir<sup>19</sup> im Vergleich zu den anderen

<sup>16</sup> Cristine A. Caldwell, Andrew Whiten; *Social learning in monkeys and apes: cultural animals?*, in *Primates in Perspective*, ed. by Christina. J. Campbell et al. (Oxford: Oxford University Press, 2011) p. 652–662.

<sup>17</sup> Judith M. Burkart, Andrea Strasser, Maria Foglia: *Trade-offs between social learning and individual innovativeness in common marmosets (Callithrix jacchus)?*, in *Animal Behavior* 77 (2009) p. 1291–1301; Grant Ramsey, Meredith L. Bastian, Carel P. van Schaik: *Animal innovation defined and operationalized*, in *Behavioral and Brain Sciences* 30 (2007) p. 393–437.

<sup>18</sup> Robert O. Deaner, Karin Isler, Judith M. Burkart, Carel P. van Schaik: *Overall brain size, and not encephalization quotient, best predicts cognitive ability across non-human primates*, in *Brain, Behaviour and Evolution* 70 (2007) p. 115–124.

<sup>19</sup> Aufgrund der grossen kulturellen Vielfalt, die bei Menschen sämtliche Lebensbereiche umfasst, beziehen sich Anthropologen auf gegenwärtig lebende Jäger & Sammler Gesellschaften, wenn sie die ursprüngliche menschliche Kondition beschreiben. Das Jäger & Sammlertum ist die Gesellschaftsform, welche biologisch moderne Menschen während dem Grossteil der Zeit ihrer Existenz auf der Erde, nämlich seit dem Pleistozän, gepflegt haben. Sämtliche Angaben hier beziehen sich auf Daten von gegenwärtig als Jäger & Sammler lebenden Menschen,

Menschenaffen viel kürzere Geburtsintervalle (5–9 Jahre bei Menschenaffen vs. 3.5 Jahre bei Menschen) und Entwöhnen unsere Kinder deutlich früher (4–8 Jahre versus 2.5 Jahre). Dadurch werden bei uns deutlich höhere Geburtsraten möglich als bei unseren Verwandten. Trotzdem brauchen wir viel länger, bis wir erwachsen sind (Alter bei der ersten Reproduktion von Weibchen: 10–15.6 Jahre versus 19.5 Jahre), und nur beim Menschen findet man das Phänomen der frühen Menopause, die einsetzt, wenn Frauen gerade mal gut die Hälfte ihres Lebens gelebt haben.

Auch unseren ökologischen Lebensunterhalt bestreiten wir fundamental anders als Menschenaffen. Menschenaffen leben zwar in mehr oder weniger großen Gruppen zusammen und pflegen ein reiches Sozialleben, sind aber bis auf einige wenige Ausnahmen (zum Beispiel das gelegentliche gemeinsame Jagen von Schimpansenmännchen in bestimmten Populationen)<sup>20</sup> grundsätzlich Individualisten, wenn es um den Lebensunterhalt geht:<sup>21</sup> Jeder sucht sich sein Futter selber zusammen, und jeder baut sich abends sein eigenes Nest. Geteilt wird wenig, am ehesten zwischen Mutter und Kind, doch meist ist es eher so, dass die Mutter toleriert, dass ihr bettelndes Kind ein bisschen von ihrem Futter mitfrisst, als dass sie ihm von sich aus etwas anbieten würde. Wenn dem Kind allenfalls doch noch etwas angeboten wird, sind es meist die weniger genießbaren Teile wie Hülsen oder Schalen.

Die menschliche Ökologie hingegen basiert auf intensiver Kooperation.<sup>22</sup> Die Jagd auf Großwild wird systematisch betrieben und kann nur von einer ganzen Gruppe von Jägern erfolgreich und ohne Verluste bestritten werden. Das Fleisch wird zum gemeinsamen Camp zurück gebracht und dort verarbei-

Daten für Menschenaffen stammen von wild lebenden Populationen: Shannen L. Robson, Carel P. Van Schaik, Kristen Hawkes: *The derived features of human life history*, in *The evolution of human life history*, ed. by Kristen Hawkes and Richard R. Paine (Santa Fe: School of American Research Press, 2006) p. 17–44.

<sup>20</sup> Christophe Boesch: *Cooperative hunting in chimpanzees*, in *Animal Behavior* 48 (1994) p. 653–667; David P. Watts, John C. Mitani: *Hunting behavior of chimpanzees at Ngogo, Kibale National Park, Uganda*, in *International Journal of Primatology* 23 (2002) p. 1–28.

<sup>21</sup> Adrian Jaeggi, Judith M. Burkart, Carel P. van Schaik: *On the psychology of cooperation in humans and other primates: The natural history of food sharing and experimental evidence of prosociality*, in *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences* 12 (2010) p. 2723–2735.

<sup>22</sup> Zusammengefasst in: Sarah Hrdy: *Evolutionary context of human development – the cooperative breeding model*, in *Attachment and Bonding: A New Synthesis; From the 92nd Dahlem Workshop Report*, ed. by Carol. S. Carter et al. (Cambridge: MIT Press, 2005) p. 39–68.

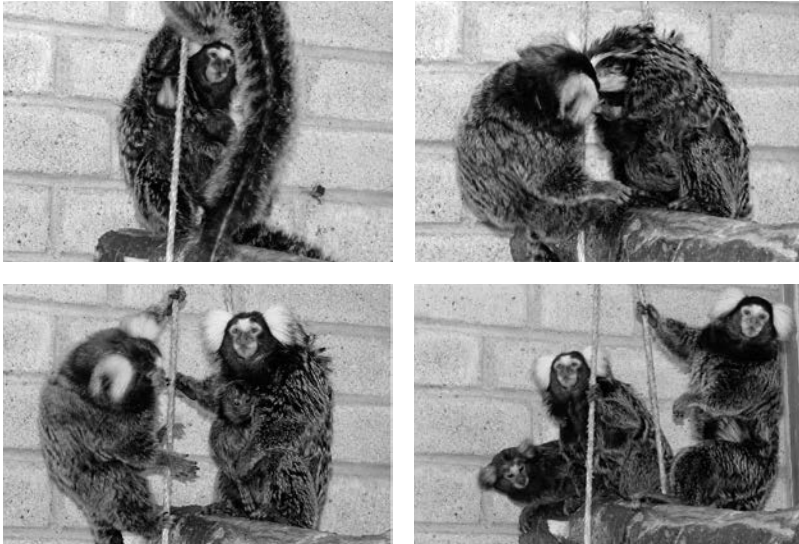
tet und geteilt. Das Fleisch – und dies insbesondere in Zeiten, in denen die Jagd erfolglos bleibt – wird durch die Erträge von den sammelnden Frauen ergänzt und sehr häufig auch ersetzt. Sämtliche Lebensbereiche sind von aufwändig zu erlernenden Techniken geprägt, und bei der Aufzucht der Kinder ist nicht die Mutter allein verantwortlich, sondern die ganze Gruppe beteiligt sich daran, sei es durch direkte Hilfe wie Babysitten, Füttern und Hilfe beim Herumtragen oder durch indirekte Hilfe, indem Mutter und Kind Essen und andere Ressourcen zur Verfügung gestellt werden. Diese Hilfe ist systematisch und essentiell; beispielsweise konnte für viele Jäger- und Sammlergesellschaften ein Zusammenhang zwischen der Verfügbarkeit von so genannten *allo-mothers* (d.h. Gruppenmitgliedern, die bei der Kinderaufzucht helfen) und dem Gedeihen und sogar Überleben der Kinder festgestellt werden.<sup>23</sup> Insbesondere Großmütter und ältere Geschwister spielen eine wichtige Rolle, doch das System ist flexibel und wenn gerade keine Großmutter oder ältere Geschwister verfügbar sind, nehmen andere Gruppenmitglieder ihre Stelle ein.

Viele dieser (relativ zu den Menschenaffen) menschlichen Besonderheiten lassen sich im Kontext der so genannten gemeinschaftlichen Jungenaufzucht ganz einfach verstehen. Die gemeinschaftliche Jungenaufzucht (*cooperative breeding*) ist ein reproduktives System, in welchem Individuen, die nicht die genetischen Eltern sind, maßgeblich an der Jungenaufzucht beteiligt sind. Es tritt an verschiedenen Stellen im Tierreich auf, nicht nur bei den Menschen.<sup>24</sup> Bei Primaten und anderen Säugetieren ist dieses Sozialsystem systematisch assoziiert mit kurzen Geburtsintervallen, früher Entwöhnung und hohen Reproduktionsraten, obwohl die Jungtiere nicht früher selbstständig sind als bei vergleichbaren Arten, bei denen die Mutter allein für die Aufzucht der Jungen verantwortlich ist (unabhängige Jungenaufzucht, das Standardmodell für Säugetiere). Wie bei den Menschen findet man bei diesen Tierarten die für Säuger ungewöhnliche Konstellation, dass ein Weibchen bereits wieder Jungtiere hat, obwohl die älteren Geschwister noch weit davon entfernt sind, unabhängig und ausgewachsen zu sein (vgl. Abbildung 1, unten rechts).

Die frühe Menopause wird sinnvoll, wenn man in Betracht zieht, dass die Frauen im darauf folgenden Lebensabschnitt nach wie vor für sie selber fitnessrelevanten Tätigkeiten nachgehen, indem sie sich zwar nicht mehr um ihre eigenen Kinder kümmern, wohl aber um ihre Enkelkinder. Schließlich

<sup>23</sup> Rebecca Sear, Ruth Mace: *Who keeps children alive? A review of the effects of kin on child survival*, in *Evolution and Human Behavior* 29 (2008) S. 1–18.

<sup>24</sup> Sarah B. Hrdy: *Mother Nature. A History of Mothers, Infants, and Natural Selection* (New York: Pantheon Books, 1999).



**Abbildung 1:** Sequenz eines Transfers eines Jungtieres bei Weißbüschelaffen. Oben: Der Helfer mit dem Jungtier am Bauch zeigt durch seine Körperposition an, dass er das Jungtier nicht mehr tragen mag. Ein zweiter Helfer nähert sich von oben und initiiert den Transfer. Unten, von links nach rechts: nach erfolgtem Transfer (der zweite Helfer hat das Jungtier auf dem Rücken) hat sich ein älteres Geschwister aus dem vorhergehenden Wurf zur Gruppe gesellt. Dieses ist seinerseits noch von der Hilfe adulter Tiere abhängig, die ihm proaktiv Futter anbieten.

ist bei Arten mit gemeinschaftlicher Jungenaufzucht ein besonders hohes Maß an Kooperationsbereitschaft und sozialer Toleranz weit verbreitet.

Das Modell der gemeinschaftlichen Jungenaufzucht hat sich beim Menschen aus einer biologischen Perspektive heraus evolutionär bewährt.<sup>25</sup> Eine große Frage ist, ob dieses Modell auch hilft, den Ursprung unserer einzigartigen menschlichen *kognitiven* Fähigkeiten zu verstehen. Im Folgenden werden wir uns dieser Frage zuwenden. Dazu werden wir zunächst darstellen, welche psychologischen und kognitiven Korrelate der gemeinschaftlichen Jungenaufzucht bei anderen Primaten und Säugetieren auszumachen sind. Gibt es, vergleichbar den *life-history*-Merkmale, ein allgemeines Muster,

<sup>25</sup> Sarah Hrdy: *Mothers & Others: The Evolutionary Origins of Mutual Understanding* (Cambridge: Harvard University Press, 2009); S. Hrdy: *Evolutionary context of human development – the cooperative breeding model*, *op. cit.*

und wie sieht dieses aus? In einem zweiten Schritt werden wir dieses allgemeine Muster auf den Spezialfall des Menschen anwenden.

#### 4. Die kognitive Dimension der gemeinschaftlichen Jungenaufzucht

Um es gleich vorweg zu nehmen: man muss nicht besonders schlau sein, um gemeinschaftliche Jungenaufzucht zu betreiben. Andernfalls wäre es schwierig zu erklären, weshalb wir diese Gesellschaftsform in den verschiedensten Linien finden, angefangen bei Primaten und anderen Säugetieren, Vögeln, und sogar bei Invertebraten in Form der Eusozialität, wie wir sie bei Bienen und Ameisen beobachten können.

Allerdings erfordert die gemeinschaftliche Jungenaufzucht (zumindest bei Primaten und Säugetieren, und vermutlich auch bei Vögeln) Anpassungen auf der motivationalen oder psychologischen Ebene, welche dann *indirekt* die kognitive Leistung beeinflussen können. In diesem Kapitel werden wir zunächst beschreiben, welche motivationalen und psychologischen Anpassungen bei Primaten und anderen Säugetieren mit der gemeinschaftlichen Jungenaufzucht einhergehen, und wie diese die sozio-kognitiven Leistungen dieser Arten begünstigen können. Wir werden somit in einem ersten Schritt zeigen, wie auf der evolutionären Ebene ein allgemeines Muster in Form der Kovariation von gemeinschaftlicher Jungenaufzucht und verbesserten sozio-kognitiven Leistungen entstanden ist. In einem zweiten Schritt werden wir prüfen, welcher Erklärungsgewinn sich daraus ergibt, wenn wir dieses allgemeine Muster auf den spezifischen Fall des Menschen anwenden.

##### 4.1 Motivationale und psychologische Anpassungen an die gemeinschaftliche Jungenaufzucht

Um zu verstehen, welche motivationalen und psychologischen Anforderungen in einem System mit gemeinschaftlicher Jungenaufzucht notwendig sind, müssen wir zunächst untersuchen, welche Aufgaben von Individuen in einem solchen System gemeistert werden müssen.

Unter den nichtmenschlichen Primaten zeigen die Krallenaffen (*Callitrichidae*) die ausgeprägteste Form der gemeinschaftlichen Jungenaufzucht.<sup>26</sup>

<sup>26</sup> Leslie J. Digby, Stephen F. Ferrari, Wendy Saltzman: *Callitrichines: The role of competition in cooperatively breeding species*, in *Primates in Perspective*, ed. by Christina J. Campbell et al. (New York: Oxford University Press, 2007) p. 85–105.

Zur Gruppe der Krallenaffen gehören ungefähr 20–30 Arten. Krallenaffen stammen aus Südamerika und gehören mit durchschnittlich einem halben Kilogramm Körpergewicht zu den kleinsten Primaten. Auffallend sind ihre Ornamente: die einen haben farbige Büschel über den Ohren, andere einen Irokesenschnitt, und wieder andere ein leuchtend oranges Haarkleid. Allen gemeinsam aber ist die Art und Weise, wie sie ihre Jungen aufziehen.

Die Gruppen setzen sich in der Regel aus einem reproduktiv aktiven Paar und seinen erwachsenen und abhängigen Nachkommen zusammen. Anstatt die Gruppe zu verlassen und selber reproduktiv aktiv zu werden, bleiben die erwachsenen Kinder bei den Eltern und helfen mit, ihre jüngeren Geschwister groß zu ziehen. Nicht selten kommt es auch vor, dass erwachsene Tiere zuwandern, die nicht aus der Gruppe stammen. Diese helfen ebenfalls mit, die Jungtiere der Gruppe groß zu ziehen. Wie bei Menschen findet man bei Krallenaffen die Konstellation vor, dass nachfolgende Junge (meist sind das sogar Zwillinge) geboren werden, wenn die Jungtiere aus dem vorhergehenden Wurf noch sehr unselbstständig sind, was für eine Menschenaffenmutter energetisch unmöglich wäre und auch nicht vorkommt.

Die Hilfe besteht darin, dass die Jungtiere herumgetragen werden (in ihren ersten 5–6 Lebenswochen verbringen sie 100% ihrer Zeit auf dem Rücken von erwachsenen Tieren), und sobald sie erste feste Nahrung zu sich nehmen können, wird Futter mit ihnen geteilt. In größeren Gruppen kommt es vor, dass die Jungen nur noch zum Milch trinken bei der Mutter sind und den größten Teil der Zeit von anderen Individuen herumgetragen werden, insbesondere von Vätern und älteren Brüdern.

Das Futterteilen tritt bei den Krallenaffen zusätzlich zum bloß passiven Erlauben, etwas stibitzen zu dürfen, auch in einer qualitativ anderen Form auf:<sup>27</sup> Findet ein erwachsenes Tier in Abwesenheit der Jungtiere Futter, nimmt es das Futter in die Hand, stößt einen spezifischen Futterlockruf aus und wartet mit ausgestrecktem Arm, bis ein Jungtier herbei gerannt kommt und das Futter nimmt. Die Initiative zum Futterteilen geht hier also vom erwachsenen Tier aus und nicht vom jungen. Wenn die Jungtiere am bedürftigsten sind, kann es vorkommen, dass erwachsene Tiere bis zu 80% von ihrem Futter an die Jungen weiter geben. Aus Freiland-Beobachtungen wird berichtet, dass Futterteilen in Zeiten der Futterknappheit häufiger festzustellen war.

<sup>27</sup> Gillian R. Brown, Rosamunde E. A. Almond, Yfke van Bergen: *Begging, stealing and offering: food transfer in non-human primates*, in *Advances in the Study of Behavior* 34 (2004) p. 265–295.



Die ganze Gruppe teilt sich also die Aufgaben der Jungenaufzucht inklusive Herumtragen und Futterteilen, aber auch die Aufgabe, Ausschau zu halten nach Raubfeinden sowie die Gruppe gegen außen zu verteidigen. Kennzeichnend für Arten mit gemeinschaftlicher Jungenaufzucht ist schließlich auch ein statistischer Zusammenhang zwischen der Anzahl von Helfern, die pro Jungtier zur Verfügung stehen, und dem Gedeihen und Überleben der Jungtiere.<sup>28</sup>

Aus der Perspektive eines Helfers sind demnach verschiedene Aufgaben zu bewältigen,<sup>29</sup> die Koordination mit den anderen Gruppenmitgliedern erfordern, um sich beim Verteidigen des Territoriums gegen außen, dem Ausschau halten nach Raubfeinden und dem Kindertragen abzuwechseln. Jungtiere müssen mit Futter versorgt und von einem Trägertier auf das nächste übergeben werden (vgl. Abbildung 1). Diese Transfers finden hoch oben im Blätterdach des Urwaldes statt und müssen perfekt koordiniert sein, da die Jungen sonst runter fallen und riskieren, sich beim Sturz schwer zu verletzen oder aufgrund ihrer winzigen Körpergröße von lauernenden Raubfeinden gefressen zu werden.

Um die verschiedenen Aufgaben innerhalb der Gruppe zu koordinieren, ist es nötig, die *Aufmerksamkeit* regelmäßig auf die Gruppenmitglieder zu richten und darauf zu achten, womit diese gerade beschäftigt sind. Zwar ist es auch für Individuen von Affenarten, die in despotischen Gesellschaften leben (im Gegensatz zu den egalitären Gruppen der Arten mit gemeinschaftlicher Jungenaufzucht) wichtig, ihre Gruppenmitglieder stets im Auge zu behalten. Allerdings geht es dabei darum, dass subordinierte Tiere immer auf der Hut sein müssen, um Konflikte zu vermeiden. Das Spezielle der gemeinschaftlichen Jungenaufzucht hingegen ist, dass diese systematische Kenntnisnahme von Aufenthalt und Aktivitäten der Gruppenmitglieder in entspanntem Kontext stattfindet. Die *Koordination* von Aktivitäten mit Gruppenmitgliedern erfordert des Weiteren eine hohe *Responsivität gegenüber den Zeichen und Signalen* von anderen.

Dieselben Anforderungen sind nötig, damit die Transfers der Jungtiere erfolgreich sind (vgl. Abbildung 1). Da ein Jungtier von ermüdeten Trägern nicht einfach auf einem Ast parkiert werden kann, bis vielleicht ein anderes

<sup>28</sup> Hartmut Rothe, Andreas Koenig, Kurt Darms: *Infant survival and number of helpers in captive groups of common marmosets (Callithrix jacchus)*, in *American Journal of Primatology* 30 (1993) p. 131–137.

<sup>29</sup> Judith M. Burkart, Carel P. van Schaik: *Cognitive consequences of cooperative breeding in primates?*, in *Anim. Cogn.* 13 (2010) p. 1–19.

erwachsenes Tier kommt und es auf den Rücken lässt, braucht es einerseits eine spezielle Responsivität gegenüber Signalen von ermüdeten Trägertieren. Andererseits müssen die potentiellen Träger spontan zum Tragen bereit sein, da sonst eine lückenlose Betreuung nicht gewährleistet werden kann. Außerdem bedingen diese Transfers einen hohen Grad an *sozialer Toleranz* zwischen den adulten Tieren: die nötige Verhaltenskoordination in engster Distanz lässt schlicht keinen Raum für Spannungen zwischen einzelnen Tieren. Und weil schließlich jedes einzelne erwachsene Tier der Gruppe ein potenzieller Träger ist, ist diese hohe Toleranz zwischen sämtlichen Gruppenmitgliedern nötig und kann nicht auf spezifische Dyaden beschränkt bleiben, wie wir das von anderen Affenarten kennen.

Das systematische Futterteilen schließlich erfordert wiederum höhere Toleranz als jene, die für passives Teilen ausreichend ist. Die proaktiven Formen des Teilens, welche nur bei den Callitrichiden anzutreffen sind und bei denen das erwachsene Tier die Initiative ergreift, indem es die Jungen zum Futter herbei ruft und ihnen das Futter hinstreckt, erfordern zusätzlich eine *hohe Motivation zu helfen*, d.h. eine *intrinsische, proaktive Prosozialität*.

In der Tat weiß man seit langem, dass Callitrichiden-Gruppen durch hohe soziale Toleranz geprägt sind,<sup>30</sup> und neuere Daten bestätigen auch, dass sie im Vergleich zu den anderen nichtmenschlichen Primaten ein besonders großes Ausmaß an proaktiver Prosozialität zeigen. Dyadische Versuche beispielsweise, die von den zur Untersuchung proaktiven prosozialen Verhaltens bei Menschen eingesetzten so genannten *dictator games* inspiriert waren, haben als Resultat ergeben, dass man zwar bei Schimpansen keine prosozialen Tendenzen findet, bei den Callitrichiden allerdings schon.<sup>31</sup>

Da solche Versuche aber von vielen verschiedenen Forschergruppen durchgeführt wurden und die methodischen Details häufig mehr oder weni-

<sup>30</sup> Colleen M. Schaffner, Nancy G. Caine: *The peacefulness of cooperatively breeding primates*, in *Natural Conflict Resolution*, ed. by Filippo Aureli, Frans. B. M. de Waal (Berkeley: University of California Press, 2000) p. 155–169.

<sup>31</sup> Judith M. Burkart, Carel P. van Schaik: *Group service in macaques (Macaca fasciata), capuchins (Cebus apella) and marmosets (Callithrix jacchus): A comparative approach to identifying proactive prosocial motivations*, in *Journal of Comparative Psychology* 127 (2012) p. 212–226; Judith M. Burkart, Ernst Fehr, Charles Efferson, Carel P. van Schaik: *Other-regarding preferences in a non-human primate: Common marmosets provision food altruistically*, in *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104 (2007) p. 19762–19766; A. Jaeggi, J. M. Burkart, C. P. van Schaik: *On the psychology of cooperation in humans and other primates*, op. cit.



**Abbildung 2:** Das Lisztäffchen auf der rechten Seite zieht das Brett mit dem Futter in der durchsichtigen Futterschale in die Reichweite seiner Gruppenmitglieder.

ger stark variieren, ist es oft schwierig, Unterschiede eindeutig auf Speziesunterschiede zurück zu führen und nicht auf methodische Unterschiede.<sup>32</sup>

In einem neuen Ansatz zur Herausarbeitung dieser Artunterschiede, den so genannten *group-service*-Versuchen (vgl. Abbildung 2), haben wir deshalb eine ganze Reihe von Primatenarten mit exakt identischem Versuchsaufbau und einer identischen Prozedur getestet.<sup>33</sup> In diesen Versuchen wird die ganze Gruppe gemeinsam getestet. Außen am Käfig gibt es einen Versuchsaппarat in Form eines Brettes, das an einem Griff auf der einen Seite in Reichweite gezogen werden kann. Auf dem Brett hat es Futter, aber dieses ist so weit vom Griff entfernt, dass ein Tier, das den Griff bedient, nie selber zum Futter gelangen kann. Außerdem rollt das Brett zurück in die Ausgangsposition, sobald man es loslässt, wodurch es dem Tier verunmöglicht wird, für sich allein sowohl zu ziehen als auch zu fressen. Um ans Futter zu gelangen, muss sich also ein Gruppenmitglied prosozial verhalten und das

<sup>32</sup> Joan B. Silk, Bailey R. House: *The Phylogeny and Ontogeny of Prosocial Behavior*, in *The Oxford Handbook of Comparative Evolutionary Psychology*, ed. by Jennifer Vonk, Todd K. Shackelford (Oxford: University Press, 2012) p. 381.

<sup>33</sup> C. M. Schaffner, N. G. Caine, *The peacefulness of cooperatively breeding primates*, op. cit.

Brett in Reichweite ziehen, so dass die anderen davon fressen können. Ein vorläufiger Vergleich von 19 Gruppen 11 verschiedener Primatenarten stützt die Hypothese, dass gemeinschaftliche Jungenaufzucht mit erhöhter proaktiver Prosozialität einhergeht.

#### 4.2 Kognitive Konsequenzen der gemeinschaftlichen Jungenaufzucht

Die gemeinschaftliche Jungenaufzucht führt also zu höherer sozialer Toleranz und proaktiver Prosozialität und erfordert, dass die Individuen kontinuierlich in entspannter Stimmung überblicken, was in ihrer sozialen Umgebung geschieht, sowie in der Lage sind, ihr Verhalten in Raum und Zeit zu koordinieren. Diese Anpassungen auf der psychologischen und motivationalen Ebene machen die Tiere zwar per se noch nicht schlauer, können aber dennoch indirekt einen großen Einfluss darauf haben, wie sie in verschiedenen kognitiven Aufgaben abschliessen.<sup>34</sup>

Individuen, die systematisch auf eine entspannte Art und Weise daran interessiert sind, was ihre Artgenossen tun, werden eher in der Lage sein, den Blick von anderen zu verstehen, z.B. dass er ein Hinweisreiz sein kann und es sich lohnt, ihm zu folgen, oder dass er solide Gegenstände nicht durchdringen kann (einfaches Perspektivenverständnis). Von sozialer Toleranz weiß man seit langem, dass sie soziales Lernen ermöglicht und fördert, und soziales Lernen kann weiter verstärkt werden in Individuen, deren Aufmerksamkeit systematisch immer wieder auf Artgenossen gelenkt wird. Kooperatives Problemlösen, wie zum Beispiel gemeinsam ein Futterbrett in Reichweite ziehen, das für ein einzelnes Individuum zu schwer ist, kann sich aus der Fähigkeit ergeben, eigene Aktionen in Raum und Zeit im Kontext der gemeinschaftlichen Jungenaufzucht mit anderen zu koordinieren. Es wird zusätzlich erleichtert durch soziale Toleranz, und proaktive Prosozialität kann Individuen zum Kooperieren auch dann motivieren, wenn vorübergehend nur einer der Interaktionspartner eine Belohnung erhält.

Wenn sich schließlich die proaktive Prosozialität nicht nur auf Futter, sondern auch auf Information ausweitet, gibt es plötzlich mehr Inhalte, die kommuniziert werden, und weitere relevante Kontexte, was zu einem Ausbau

<sup>34</sup> J. M. Burkart, C. P. van Schaik, *Cognitive consequences of cooperative breeding in primates?*, op. cit.

von kommunikativen Fähigkeiten führen kann, z.B. in der Form von komplexeren kommunikativen Systemen und aktivem Lehren.<sup>35</sup>

Wenn diese Analyse stimmt, ist also zu erwarten, dass Arten mit gemeinschaftlicher Jungenaufzucht besonders gut abschneiden in Aufgaben wie Blickverständnis, sozialem Lernen, kooperativem Problemlösen, Kommunikation und Lehren. Die große Frage ist: besonders gut relativ zu wem? Es wäre kaum gerechtfertigt, Krallenaffen mit Menschenaffen zu vergleichen, denn immerhin passt ein ganzes Krallenäffchen in das Gehirn eines Schimpansen, und es ist gut nachgewiesen, dass es bei Primaten einen Zusammenhang zwischen Gehirngröße und allgemeiner kognitiver Leistungsfähigkeit gibt.<sup>36</sup> Ein fairer Vergleich hingegen ist der zwischen den Krallenaffen und einer ihnen nahe verwandten Geschwisterart, die ihnen in möglichst vielen Punkten so ähnlich wie möglich ist, mit der Ausnahme, dass diese ihre Jungen unabhängig aufzieht. Für die Krallenaffen sind dies die Kapuzineraffen und die Totenkopffaffen (vgl. Abbildung 3).

In einer großen Übersicht über Studien aus diesen Bereichen, für die ausreichend vergleichbare Daten für Krallenaffen und ihre Geschwisterarten zur Verfügung stehen, findet man die vorhergesagten Unterschiede:<sup>37</sup>

Krallenaffen sind besser in so genannten *object choice tasks*, in denen ein Versuchsleiter dem Tier mit dem Blick anzeigt, in welchem von verschiedenen Behältern Futter versteckt ist. Sie sind ebenfalls besser darin, den prädiktiven Wert des Blickes auf zukünftiges Verhalten einzuschätzen, und bestehen – im Unterschied zu den Kapuzineraffen – die gleichen Aufgaben zum einfachen Perspektivenverständnis wie Schimpansen.

Für die Krallenaffen fand man in 100% der Studien zu sozialem Lernen einen positiven Effekt, bei den Geschwisterarten nur in 43%. Die Akzeptanz von neuem Futter geschieht nur bei Krallenaffen über soziales Lernen, und nur ihre Jungen haben eine Präferenz, unbekanntes Futter indirekt über adulte Individuen der Gruppe zu erhalten als dieses von sich aus anzufassen.

<sup>35</sup> Die Beeinflussung der kognitiven Leistungen durch situationale, motivational & psychologische Faktoren kann auch aus der Perspektive der *embodied* und *situated cognition* verstanden werden.

<sup>36</sup> R. O. Deaner, K. Isler, J. M. Burkart, C. P. van Schaik: *Overall brain size, and not encephalization quotient, best predicts cognitive ability across non-human primates*, op. cit.










<sup>37</sup> Sämtliche Referenzen für die nachfolgenden Vergleiche in den verschiedenen kognitiven Domänen finden sich in: Judith M. Burkart, Carel P. van Schaik: *Cognitive consequences of cooperative breeding in primates?*, in *Animal Cognition* 13 (2010) p. 1–19.

Soziales Lernen von Futteraversionen – welches Futter besonders schlecht schmeckt – wurde sogar ausschließlich bei Krallenaffen und bei keiner anderen Affenart beobachtet. In der Tat findet man nur bei Krallenaffen ein sogenanntes ‘Ekel-Gesicht’, also einen Gesichtsausdruck, den sie als Reaktion auf schlecht schmeckende Nahrung zeigen und der auch von ungeübten menschlichen Beobachtern spontan korrekt interpretiert wird. Die Funktion dieser spontanen, vermutlich unbewussten Reaktion besteht darin, dass Artgenossen über die Un genießbarkeit gewisser Nahrungsmittel informiert werden.

Kooperation ist ebenfalls häufiger bei Krallenaffen und tritt in der Wildnis in allen Alters- und Geschlechtsklassen auf. Sie ist auch in kooperativen Problemlöseaufgaben im Labor einfach hervorzurufen, solange die Apparate nicht zu kompliziert sind. Nur bei Krallenaffen, nicht aber bei ihren Geschwisterarten und auch nicht bei Schimpansen, kann man zudem beobachten, dass sie auch dann über längere Zeit bei kooperativen Aufgaben mithelfen, wenn sie keine Belohnung für sich selber erhalten können.

Krallenaffen verfügen über ein großes vokales Repertoire, allerdings ist unklar, ob dieses wirklich grösser ist als bei ihren Geschwisterarten. Hingegen sind sie außergewöhnlich, wenn es zum so genannten vokalen Produktionslernen kommt. Normalerweise kommen Primatenkinder mit einem mehr oder weniger vollständigen Lautrepertoire zur Welt, wohingegen bei Krallenaffen vokales Lernen stattfindet. Junge Krallenaffen gehen durch eine einzigartige Plapper-Phase, vergleichbar mit menschlichen Kleinkindern, in der sie Elemente von adulten Rufen wild durcheinander und repetitiv verwenden, und man kann zeigen, dass das Ausmaß des ‘Plapperns’ während der Ontogenese korreliert mit der Qualität der adult-ähnlichen Vokalisationen am Ende der Kindheit. Diese vokalisatorische Plastizität persistiert bis ins Erwachsenenalter. Beispielsweise kann man zeigen, dass sich im Laufe der Zeit die Struktur der Vokalisationen von neu verpaarten Tieren einander annähert, und dass es in der Wildnis vokalisatorische Populationsunterschiede gibt.

Lehren, d.h. die aktive Rolle eines Individuums, dass über eine Fähigkeit bereits verfügt («Lehrer»), ist in Situationen des sozialen Lernens mit einem naiven Individuum («Schüler», in der Regel Jungtiere) erstaunlich selten bei nichtmenschlichen Primaten, inklusive Menschenaffen. Die am besten dokumentierten Berichte über das ganze Affenreich hinweg gelten wiederum den Krallenaffen, sowohl in der freien Wildbahn als auch in Experimenten. Beispielsweise lockten Goldkopflöwenäffchen ältere Jungtiere mit dem Futterlockruf nicht mehr direkt zum Futter, sondern nur zu einem hohlen Baumstamm, in dem sich ein Insekt versteckte, das dann vom Jungtier selber gefangen werden musste.

<b>Krallaffen</b> (Marmosetten & Tamarine)	<b>Schwester-Taxa</b> (Kapuziner- & Totenkopffaffen)
	
Gemeinschaftliche Jungenaufzucht	Keine gemeinschaftliche Jungenaufzucht
<b>Leistung in soziokognitiven Aufgaben</b>	
Soziales Lernen  Vokalisatorische Kommunikation  Lehren Blickfolgen Perspektivenverständnis Kooperatives Problemlösen	Soziales Lernen Vokalisatorische Kommunikation  Lehren Blickfolgen Perspektivenverständnis Kooperatives Problemlösen
<b>Leistung in nicht-sozialen, physikalischen Aufgaben</b>	
Allgemeine kognitive Leistungsfähigkeit <b>Objektpermanenz</b> Arbeitsgedächtnis  Innovationsraten Raten von Werkzeuggebrauch Geduld Inhibitorische Verhaltenskontrolle Diskrimination von Quantitäten	<b>Allgemeine kognitive Leistungsfähigkeit</b> Objektpermanenz  Arbeitsgedächtnis  Innovationsraten  <b>Werkzeuggebrauch</b> <b>Geduld</b> Inhibitorische Verhaltenskontrolle <b>Diskrimination von Quantitäten</b>

**Abbildung 3:** Kognitive Leistung von Krallaffen mit gemeinschaftlicher Jungenaufzucht im Vergleich zu ihren Schwesterarten, bei denen die Jungen hauptsächlich von der Mutter alleine groß gezogen werden. Druckgröße und -schwärze repräsentieren den Ausprägungsgrad der jeweiligen kognitiven Leistung relativ zur anderen Art.

Krallaffen schneiden in Bezug auf Blickverständnis, soziales Lernen, Kooperation, vokale Kommunikation und Informationsvermittlung/Lehren also tatsächlich besser ab als ihre Schwesterarten. Daraus aber zu schließen, dass sie auch in anderen Bereichen intelligenteres Verhalten zeigen, wäre falsch. Wenn man sich nämlich die Art und Weise anschaut, wie sie in nicht-sozialen und physikalischen Aufgaben abschließen, sieht man, dass sie lediglich so gut sind, wie man es für einen Affen ihrer Hirngröße erwarten würde, nämlich

gleichgut, oder etwas schlechter als ihre Schwesterarten, korrespondierend mit der Tatsache, dass Krallenaffen auch etwas kleinere Hirne haben.<sup>38</sup>

### 5. Implikationen für die menschliche kognitive Evolution

Als erstes gilt es der Frage nachzugehen, ob wir dasselbe Muster, das bei anderen Primatenarten mit der gemeinschaftlichen Jungenaufzucht einhergeht, auch beim Menschen finden. Der faire Vergleich hier ist natürlich der zwischen unserer eigenen Art und unseren nächsten Verwandten, die ihre Kinder unabhängig aufziehen, also den anderen Menschenaffen. Die Antwort ist ganz klar: Das Muster passt.

Auf der motivationalen, psychologischen Ebene finden wir bei Menschen höhere soziale Toleranz und Aufmerksamkeit,<sup>39</sup> und auch unsere proaktiv prosozialen Neigungen sind um ein Vielfaches stärker ausgeprägt als jene anderer Menschenaffen.<sup>40</sup> Auf der kognitiven Ebene findet man bereits bei zweieinhalbjährigen Kleinkindern sozio-kognitive Fähigkeiten, die denen von Menschenaffen haushoch überlegen sind, während ihre Leistungen in nicht-sozialen, physikalischen kognitiven Aufgaben mit denen von Menschenaffen durchaus vergleichbar sind.<sup>41</sup>

Gleichzeitig aber sehen wir auch, dass die Unterschiede weitreichender sind. Unsere technischen Fähigkeiten bleiben mitnichten auf dem Niveau von zweieinhalbjährigen Kindern stehen und auch im sozialen Bereich sind wir

<sup>38</sup> Man kann argumentieren, dass aufgrund des gut belegten Zusammenhangs zwischen Hirngrösse und nicht-sozialen Aufgaben wie *reversal learning* ein direkter Vergleich unfair ist und man sich vielmehr anschauen müsste, ob Krallenaffen relativ zu ihrer Hirngrösse in solchen Aufgaben besonders gut abschneiden. Dies scheint für den Fall von *reversal learning* tatsächlich der Fall zu sein. Andrea Strasser, Judith M. Burkart: *Can we measure brain-efficiency? An empirical test with common marmosets (Callithrix jacchus)*, in *Brain, Behavior and Evolution* 80 (2012) p. 26–40. Subtile Effekte von gemeinschaftlicher Jungenaufzucht auch auf nicht-soziale Aufgaben sind also möglich, wenn auch gegenwärtig die Datenlage für eine schlüssige Aussage noch nicht ausreichend ist.

<sup>39</sup> Christopher Boehm: *Hierarchy in the Forest: The Evolution of Egalitarian Behavior* (Harvard University Press, Cambridge, MA, 1999).

<sup>40</sup> Ernst Fehr, Urs Fischbacher: *The nature of human altruism*, in *Nature* 423 (2003) p. 785–791.

<sup>41</sup> Esther Herrmann, Josep Call, Maria V. Hernandez-Lloreda, Brian Hare, Michael Tomasello: *Humans have evolved specialized skills of social cognition: The Cultural Intelligence Hypothesis*, in *Science* 317 (2007) p. 1360–1366.



mehr als lediglich ein kleines bisschen besser in einfachen sozio-kognitiven Aufgaben wie sozialem Lernen oder dem Verständnis der visuellen Perspektive.

Die weitreichenderen kognitiven Konsequenzen der gemeinschaftlichen Jungenaufzucht im Fall des Menschen lassen sich daraus erklären, dass die motivationalen und psychologischen Anpassungen der gemeinschaftlichen Jungenaufzucht auf ein kognitives System getroffen sind, das bereits menschenaffenähnlich war. Es ist diese Koinzidenz, nämlich das Aufeinandertreffen von einem bereits sehr leistungsfähigen kognitiven System mit erhöhter Toleranz und vor allem proaktiver Prosozialität, die einzigartig ist im ganzen Tierreich.

Viele der eingangs beschriebenen Diskontinuitäten zwischen Menschen und Menschenaffen lassen sich nun besser verstehen (vgl. Tabelle 1, 3. Spalte). In einem sozial toleranteren und von Prosozialität geprägten System können bereits vorhandene ToM-Fähigkeiten nicht nur in kompetitiven Kontexten eingesetzt werden, sondern auch in kooperativen. Es besteht außerdem eine Bereitschaft, nicht nur Futter proaktiv zu teilen sondern auch Information. Es wird Lehren ermöglicht, im Fall des Menschen sogar absichtsvolles Lehren, weil der Lehrer basierend auf seinen ToM-Fähigkeiten abschätzen kann, welche Fähigkeiten und welches Wissen beim Schüler vorhandenen bzw. noch nicht vorhandenen sind, und seine Unterstützung auf diese Einschätzung abzustimmen vermag. Ebenso werden deklarative Formen der Kommunikation möglich, in denen Information um des Teilens willen mit anderen geteilt wird. Deklarative Formen der Kommunikation spielen eine Schlüsselrolle für den Spracherwerb bei Kindern und es ist plausibel anzunehmen, dass ein ähnlicher Mechanismus auch für die Evolution der Sprache ein Schlüsselfaktor gewesen ist.<sup>42</sup>

Besteht eine Disposition nicht nur Futter oder Information von sich aus mit anderen zu teilen, sondern auch mentale Zustände, ermöglicht diese die Entwicklung der so genannten *shared intentionality*. *Shared intentionality* bezieht sich auf die Fähigkeit, gemeinsam mit anderen kollaborative Aktivitäten zu verfolgen, wobei die Ziele und Absichten miteinander geteilt werden, einhergehend mit einem intrinsischen Bedürfnis, diese Ziele und Absichten miteinander zu teilen.<sup>43</sup> Sie wird oft als entscheidendes Element für

<sup>42</sup> Klaus Zuberbühler: *Cooperative breeding and the evolution of vocal flexibility*, in *The Oxford Handbook of Language Evolution*, ed. by Maggie Tallerman, Kathleen Gibson (Oxford University Press, 2011) p. 71–87.

<sup>43</sup> Michael Tomasello, Melinda Carpenter, Josep Call, Tanya Behne, Henrike Moll: *Understanding and sharing intentions: The origins of cultural cognition*, in *Behavioral and Brain Sciences* 28 (2005) p. 675–735.

die ontogenetische und kulturelle Konstruktion der menschlichen Kognition erachtet, und zwar nicht nur für Fähigkeiten wie die Sprache oder kollaboratives Problemlösen, sondern auch für kognitive Errungenschaften wie Algebra, Normativität und sogar für Religion und Institutionen.<sup>44</sup> *Shared intentionality* beruht auf einer kognitiven Komponente, dem Wissen, dass andere Ziele und Absichten haben können, und der motivationalen Komponente, solche mentalen Zustände auch miteinander teilen zu wollen. Die Herkunft der kognitiven Komponente können wir durch Homologie mit den anderen Menschenaffen erklären, diejenige der motivationalen Komponente als Konvergenz resultierend aus der gemeinschaftlichen Jungenaufzucht.

Eine detaillierte Analyse der kognitiven Konsequenzen der gemeinschaftlichen Jungenaufzucht beim Menschen ist im Fall der kumulativen Kultur besonders aufschlussreich. Wie wir eingangs gesehen haben, gibt es kulturelle Variation durchaus auch bei Menschenaffen, und vermutlich sogar bei Tieraffen, kulturelle Evolution oder kumulative Kultur hingegen nicht. Als ursächlich für diese Beschränkung identifiziert werden einerseits Mängel in der sozialen Transmission, andererseits werden Einschränkungen bei den individuellen Innovationen vermutet, und beide Faktoren können durch die motivationalen und psychologischen Konsequenzen der gemeinschaftlichen Jungenaufzucht begünstigt werden.

Auf der Seite der sozialen Transmission kommt es zunächst durch die vermehrte Verfügbarkeit von toleranten Rollenmodellen (nämlich den *allo-mothers*, was bei Callitrichiden grundsätzlich sämtliche adulte Tiere sein können) naheliegender Weise zu mehr Möglichkeiten für soziales Lernen. Dieser Punkt ist nicht trivial, denn von Daten aus dem Freiland wissen wir, dass bei Schimpansen und Orangutans das kulturelle Verhaltensrepertoire abhängig davon ist, wie viele Gelegenheiten für soziales Lernen zur Verfügung stehen, und mathematische Modellierungsansätze sind zu vergleichbaren Resultaten gekommen.<sup>45</sup> Die systematische Ausrichtung der Aufmerksamkeit auf Artgenossen in entspanntem Kontext trägt darüber hinaus dazu bei, dass Verhal-

<sup>44</sup> Ibid.; Michael Tomasello, Hannes Rakoczy: *What makes human cognition unique? From individual to shared to collective intentionality*, in *Mind & Language* 18 (2003) p. 121–147; Michael Tomasello, Malinda Carpenter: *Shared intentionality*, in *Developmental Science* 10 (2007) p. 121–125.

<sup>45</sup> Andrew Whiten, Carel P. van Schaik: *The evolution of animal «cultures» and social intelligence*, in *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences* 362 (2007) p. 603–620; R. O. Deaner, K. Isler, J. M. Burkart, C. P. van Schaik: *Overall brain size, and not encephalization quotient, best predicts cognitive ability across non-human primates*, op. cit.

tensweisen getreuer übernommen werden. Es ist gerade dieses getreue Kopieren der Verhaltensweisen anderer,<sup>46</sup> das für das Kumulieren von kulturellen Verhaltensweisen als wichtig erachtet wird, da Modifikationen einer bestehenden Technik nur dann populationsweit übernommen werden können, wenn die ganze Population über eine identische ursprüngliche Technik verfügt. Wenn sich hingegen die ursprüngliche Technik in verschiedenen Details von Tier zu Tier unterscheidet (obwohl jede Technik für das Lösen des Problems gleich effektiv ist), wird die Modifikation einer bestimmten individuellen Technik eines einzelnen Individuums oft nicht transferierbar sein auf die leicht unterschiedlichen Techniken seiner Gruppenmitglieder, wodurch eine populationsweite, uniforme Kumulation verunmöglicht wird.

Eine detailgetreue soziale Transmission von kulturellen Techniken wird weiter begünstigt, wenn nicht nur der Schüler begierig Informationen aus seiner sozialen Umwelt sammelt, sondern auch Lehrer anfangen, eine aktive Rolle zu spielen und Informationen von sich aus teilen. Dies wird ermöglicht durch absichtsvolles Lehren, das durch die Koinzidenz von ToM-Fähigkeiten und proaktiver Prosozialität ermöglicht wird, später gestützt durch sprachliche Interaktionen. Insbesondere bei komplexeren Verhaltensabfolgen, bei denen die notwendigen Zwischenschritte aus dem Endziel nicht einfach ersichtlich sind, ist getreues Kopieren, oft unterstützt von absichtsvollem Lehren, unverzichtbar.<sup>47</sup>

Eine weitere wichtige Rolle für die akkurate soziale Transmission spielt das Teilen nicht nur von Futter, sondern auch von Werkzeugen und kulturellen Artefakten: Es macht einen großen Unterschied, ob man bloß zuschauen kann, wie ein anderes Tier aus einem Stück Holz ein Bürstenwerkzeug produziert, um damit Termiten zu fischen, oder ob man diese Bürstenwerkzeug selber in die Hand nehmen und ausprobieren darf. Bezeichnenderweise ist bei Menschenaffen auch das proaktive Weitergeben von Werkzeugen äußerst selten. Allerdings kann es durchaus zu einer passiven Weitergabe kommen, indem nachfolgende Tiere auf dem Boden Überreste von ihren Vorgängern an der Futterstelle vorfinden. In der Tat konnte man zeigen, dass Affenarten,

<sup>46</sup> Mit «exaktem Kopieren» bezieht man sich auf die so genannte echte Imitation, im Vergleich zu einfacheren Formen des sozialen Lernens wie *local enhancement* oder *stimulus enhancement*, bei welchen lediglich individuelles Problemlöseverhalten durch soziale Hinweise auf bestimmte Stellen oder Objekte fokussiert wird. Für eine Übersicht siehe auch Fussnote 13.

<sup>47</sup> Siehe auch das Phänomen der *over-imitation*, welches nur bei Menschen dokumentiert ist.

die viel Zeit auf dem Boden verbringen, komplexere Werkzeuge gebrauchen als ihre arborealen Verwandten.<sup>48</sup>

Die Seite der Innovation hat insgesamt wenig Beachtung gefunden in der Diskussion darüber, was die Entwicklung kumulativer Kultur bei unseren nächsten Verwandten behindert, obwohl es offensichtlich ist, dass auch perfekte Kopiermaschinen keine kumulative Kultur entwickeln können, wenn nicht hin und wieder neue, nützliche Innovationen an bestehende Techniken angefügt werden. Ein Problem in Primatengesellschaften der despotischen Art besteht darin, dass es sich für Individuen am unteren Ende der Hierarchie oft gar nicht auszahlt, eine ertragreiche Innovation zu tätigen, da ihnen die Früchte ihrer Bemühungen gleich von dominanteren Individuen weggenommen zu werden drohen. Ein Teil des kognitiven Pools der Population wird somit oft gar nicht zum Ausdruck kommen können, was in den sozial toleranteren Systemen von Arten mit gemeinschaftlicher Jungenaufzucht ein viel geringeres oder oft gar kein Problem darstellt. Noch viel mehr aber wird sich die Inkliniation zum kooperativen Problemlösen auf das Innovationspotential einer Population auswirken, da dadurch individuelle Fähigkeiten kombiniert werden können. Eine Tendenz zu kooperativem Problemlösen findet man zwar auch bei anderen Arten mit gemeinschaftlicher Jungenaufzucht, aber nur beim Menschen werden diese Bemühungen optimiert durch *shared intentionality* und später auch durch Sprache.

### *Konklusion*

Im vorliegenden Text haben wir zu zeigen versucht, wie ein breiter vergleichender Ansatz, der nicht bloß erstaunt feststellen will, wie ähnlich oder unähnlich unsere allernächsten Verwandten uns sind, helfen kann, Schlüsselereignisse der menschlichen Evolution wissenschaftlich nach zu vollziehen. In den letzten Jahren hat sich vermehrt heraus kristallisiert, dass die gemeinschaftliche Jungenaufzucht ein solches Schlüsselereignis gewesen sein muss und wichtige Implikationen hat nicht nur für die ökologischen Merkmale und Kennwerte des menschlichen Lebensverlaufs, sondern auch für die psychologische und kognitive Einzigartigkeit des Menschen. Selbstverständlich ist der Ansatz der gemeinschaftlichen Jungenaufzucht weder der einzige

<sup>48</sup> Ellen J. M. Meulman, Crickette M. Sanz, Elisabetta Visalberghi, Carel P. van Schaik: *The role of terrestriality in promoting primate technology*, in *Evolutionary Anthropology* 21 (2012) p. 58–68.

noch der erste, der für die Evolution des Menschen vorgeschlagen wurde. Diskutiert wurde u.a. der Einfluss der gemeinschaftlichen Jagd, des aufrechten Ganges, der Großmutter-Rolle, der Kontrolle des Feuers und des Kochens, der Kriegsführung und der kulturellen Gruppenselektion. Das Modell der gemeinsamen Jungenaufzucht ist allerdings nicht als Substitut für diese anderen Faktoren zu verstehen, sondern vielmehr als Rahmenmodell, welches das Auftreten dieser durchaus plausiblen anderen Faktoren überhaupt erst ermöglicht hat.<sup>49</sup> Aufgabe der kommenden Jahre wird es sein, das Erklärungspotential unterschiedlicher Szenarien einander gegenüber zu stellen durch das Entwickeln von Vorhersagen, die durch einen breiten vergleichenden Ansatz systematisch getestet werden können.

<sup>49</sup> Für eine detaillierte Diskussion des Verhältnisses zwischen dem Modell der gemeinschaftlichen Jungenaufzucht und anderen evolutionären Szenarien der menschlichen Entwicklung, sowie der Datenlage, die zum Schluss führt, dass gemeinschaftliche Jungenaufzucht relativ früh im Verlauf der menschlichen Evolution aufgetaucht sein muss, siehe: Carel P. van Schaik, Judith M. Burkart, *Mind the Gap: Cooperative breeding and the evolution of our unique features*, in *Mind the Gap: Tracing the Origins of Human Universals*, ed. by Peter M. Kappeler, Joan Silk (Heidelberg: Springer, 2010) p. 477–298.