

e-Journal Philosophie der Psychologie	BEWUSSTSEIN UND PERSONALITÄT BEI TIEREN VOR DEM HINTERGRUND VERHALTENSBIOLOGISCHER BEOBACHTUNGEN von Ulrich Leinhos-Heinke
--	---

1 Einleitung

Ethische Fragen im Grenzbereich von Biologie, Psychologie und Philosophie sind stark mit der Frage nach einer Definition des Personenbegriffs und nach einer möglichen Personalität bei Tieren verbunden. Für deren Klärung spielt der Begriff der Handlungsträgerschaft in Verbindung mit dem Problem des Bewusstseins eine bedeutende Rolle (Ros 2007a, Ros 2007b).

Für den philosophisch interessierten Neurobiologen ist wiederum allgemein das "Leib-Seele-" oder "Körper-Geist-", besser: das "Physis-Psyche-Problem" (das auch aus sprachökonomischen Gründen als das "Neurophilosophie-Thema" angesprochen werden kann) grundsätzlich von besonderem Interesse, und dabei stellt der Themenbereich "Bewusstsein", auch im Zusammenhang mit der Frage nach der menschlichen Willensfreiheit, eine spezielle Herausforderung dar.

Dieser Themenbereich stößt, wie man an der aktuellen Literatur nachvollziehen kann, einerseits in zentrale "weiße Flecken" der Wissenschaftslandschaft wie andererseits auch weit in Grenzfragen menschlichen Selbstverständnisses vor und ist dementsprechend schwierig systematisch anzugehen.

2 Zur methodologischen Bedeutung des Themas

2.1 Einige Vorbemerkungen zur Stellung des Themas im Zusammenhang der Life Sciences

Das menschliche Bewusstsein als ein, ob explizit oder implizit, im menschlichen Alltagsleben omnipräsentes Phänomen, das aber einerseits auch in engem Zusammenhang mit der philosophischen Qualia-Debatte steht und andererseits durch neuere verhaltensbiologische Untersuchungen zur Selbsterkennung nicht nur bei Primaten, sondern auch schon bei anderen Säugern sowie Vögeln eng an naturwissenschaftliche Methodiken heranreicht, stellt sich aus meiner Sicht als die "Spitze des Eisberges" der gesamten Physis-Psyche-Diskussion dar.

Den Themenkomplex "Willensfreiheit" könnte man wiederum als den Fokus der neurophilosophischen Diskussion unter dem Aspekt der Relevanz für zahlreiche gesellschaftliche Anwendungsbezüge, von denen hier nur Ethik, klinische Psychologie, Rechtsprechung, Pädagogik genannt seien, bezeichnen. Aus meiner Sicht gibt es derzeit keinen wirklich überzeugenden Ansatz zur philosophischen Behandlung des Problems. Dies könnte daran liegen, dass die dafür grundlegenden Termini wie "Willen", "Freiheit", "Zufall", "Determiniertheit" noch immer nicht in einer metadisziplinär (!) ausreichenden Weise genügend geklärt sind. Die Schwierigkeit erwächst wohl auch daraus, dass es sich bei der Frage nach einer "Willensfreiheit" lebender Systeme zumindest aus Sicht der Neurobiologie doch um eine ontologische Frage handelt, auch wenn es wie bei Walde (2006) den Ansatz gibt, sie epistemologisch zu lösen. Ich werde aus den vorgenannten Gründen auf den Themenkomplex "Willensfreiheit" hier nicht weiter eingehen.

Natürlich ist die "Geist-Hirn-Thematik" unter vielerlei Gesichtspunkten von hoher Faszination, und es ist verständlich, dass sie die metadisziplinäre Diskussion im Umfeld von Life Sciences und Philosophie gegenwärtig beherrscht; und dennoch möchte ich behaupten, dass sie nur einen Ausschnitt aus einem grundsätzlicheren gesellschaftlichen wie wissenschaftstheoretischen Disput darstellt. Das phänomenale Bewusstsein mit seiner Besonderheit der alltäglichen Erfahrung der

Erste-Person-Perspektive ist sicherlich intuitiv etwas sehr Besonderes. Aber die "Geist-Hirn-Thematik" scheint mir bei genauerem Hinsehen doch eingebettet in eine paradigmatische Diskussion über die "Natur" lebender Systeme, oder über den Systemcharakter unserer Begriffe der wissenschaftlichen Objekte im Gegenstandsbereich der Life Sciences.

Die im vorliegenden Text angeschnittenen Fragen wären demnach nicht nur für das Wechselverhältnis zwischen verhaltensbiologischer Grundlagenforschung einerseits und ihren ethischen und sozialen Anwendungsbezügen in der "Bioethik"¹ andererseits von Bedeutung, sondern würden rückwirkend auch für die Wissenschaftstheorie und Methodologie der Biologie selbst Anregungen liefern können.

2.2 Einige Vorbemerkungen zur Rekonstruktion biologischer und psychologischer Begriffe

Wichtig scheint mir ein kritischer Blick auf die für das Thema zentralen Begriffe "Handlungsträgerschaft", "Systemebenen" und, natürlich, "Bewusstsein".

2.2.1 "Handlungsträgerschaft"

Komplexes zielgerichtetes Verhalten wird bei Tieren ebenso wie beim Menschen als "Handlung" bezeichnet, das einem "Handlungsträger" zugeordnet wird, der beim Menschen auch als Handlungs-"Subjekt" angesprochen wird. Der Begriff der "Handlungsträgerschaft" im Zusammenhang mit dem Personenbegriff ist jedoch erkenntnistheoretisch und methodologisch nicht leicht zu fassen.

Natürlich sind Verhaltensklärungen nach Reiz-Reaktions-Schemata zunächst einmal ein Spezifikum der Biologie und werden üblicherweise nicht auf niedriger-komplexe physikalische Begriffe reduziert (der Windstoß, der das Fenster zuschlägt, wird gewöhnlich nicht als "Reiz" aufgefasst, auf den das Fenster "reagiert", ein Beispiel, das wiederholt von Arno Ros verwendet wird). Umgekehrt wird menschliches personales Verhalten üblicherweise als höher-komplex gegenüber Reiz-Reaktions-Schemata verstanden.

Für die hier vorliegende Thematik bleibt die Frage, wo zwischen diesen beiden Polen komplexeres tierisches Verhalten, wie es im Folgenden an einigen ausgewählten Beobachtungsergebnissen beschrieben wird, begrifflich einzuordnen ist. Damit stellt sich aber auch die Frage, ob diese Unterscheidung für methodologische Überlegungen wirklich trennscharf genug ist oder ob es sich hier nicht nur um sprachlich-kulturell tradierte Konventionen handelt, die Alltags-Intuitionen widerspiegeln.

Bei genauerer Betrachtung scheint diese Unterscheidung schon auf der niedriger-komplexen Seite nicht eindeutig genug. Technische Systeme, besonders natürlich IT-Systeme, verarbeiten offensichtlich Signale und reagieren, und dass biologische Systeme "Signale verarbeiten und reagieren", steht nicht in Frage. Demnach bestünde kein wesentlicher Unterschied zwischen den Begriffen "Reiz" und "Signal", und es bleibt zu hinterfragen, ob dieser Unterschied tatsächlich zwischen technischen (physikalischen) und biologischen Systemen zu diskriminieren vermag (ohne den zu belegenden Unterschied selbst vorauszusetzen).

Unproblematischer erscheint die in der Biologie übliche Unterscheidung von Energie-, Substrat- und Informationsverarbeitung. Einfache physikalische Systeme sind, im Unterschied zu lebenden Systemen, offenbar nur zur Substrat- und Energieverarbeitung in der Lage; aber die

¹ Ich begegne dem Ausdruck "Bioethik" als Biologe mit erheblicher Skepsis. Dies soll hier jedoch nicht vertieft werden.

Informationsverarbeitung scheint nach der "informativen Revolution" (und damit prinzipiell) doch kein Privileg biologischer Systeme (mehr) zu sein. Die Analyse der Verarbeitung energetischer oder physikalisch-chemischer "Inputs" (um die Wörter "Reiz" oder "Signal" zu vermeiden) oder "Umweltparameter" muss bei biologischen wie bei technischen Systemen wohl methodisch auf einer anderen Systemebene erfolgen, aber eine ontologische Unterscheidung lebender und nicht lebender oder handelnder und nicht handelnder Systeme scheint mir auf diese Weise nicht dauerhaft möglich.

Interessanterweise scheinen sich, wenn ich das korrekt verfolge, auch bei der Beschreibung komplexerer IT-Systeme, die sich ja ihrerseits, obwohl anthropogen, der Analyse immer mehr entziehen, zunehmend teleonomische Darstellungen einzubürgern der Art "Der Computer bzw. die Software machen wahrscheinlich dies und das, um diesen Fehler zu vermeiden, jenes Ergebnis zu erreichen ...", ähnlich wie das bekanntlich Dennett schon 1971 am Beispiel des Schachcomputers als "intentionale Beschreibungsebene" angedeutet hat.

2.2.2 "Systemebenen" lebender Systeme

Für die Methodologie der Biologie von grundsätzlicher Bedeutung bleibt die Frage des Systemcharakters unserer Begriffe der wissenschaftlichen Objekte im Gegenstandsbereich der Life Sciences, ausgehend vom Physis-Psyche-Problem. Ich sehe hier ein gemeinsames Feld mit der beispielsweise durch die moderne theoretische und angewandte Molekulargenetik aufgeworfenen Problematik, inwieweit biologische Organismen einschließlich des Menschen angemessen biophysikalisch und biochemisch beschrieben werden können. Der Kategorienwechsel zwischen neurophysiologischer und empirisch-psychologischer Beschreibung des Menschen (wenn es denn ein solcher ist) scheint mir in Wirklichkeit derselbe zu sein wie der beim methodologischen und epistemologischen Wechsel der Systemebene von Untersuchung und Beschreibung des Menschen als genetisch (letztlich biochemisch) determiniertem Organismus einerseits bzw. hoch komplexem System mit vielfachen Interdependenzen und Interferenzen andererseits, wie sich die aktuelle Diskussion in der Medizin und Pharmakologie auch unter dem Einfluss eines neuen "epigenetischen" Paradigmenwandels darstellt.

(Dabei bin ich mir darüber im Klaren, dass ich mit dieser Behauptung bereits vorab eine gewisse Positionierung auch im "Physis-Psyche-Feld" vollzogen habe; die Begründung dafür muss ich an dieser Stelle schuldig bleiben, um den Rahmen nicht zu sprengen.)

Natürlich ist die Diskussion über die Übergänge zwischen den Beschreibungs- und/oder Systemebenen "Handlungssubjekt" und "Person" auf die Neurophilosophie bezogen, weil es ja dabei um den Übergang zu psychischen und weiter mentalen Phänomenen geht, aber für die Übergänge zwischen "materiellen Phänomenen" und "Lebewesen" gilt dies nicht. Ich würde gerne zur Diskussion stellen, dass auch die Übergänge zwischen den Ebenen "Handlungssubjekt" und "Person" nur Sonderfälle allgemeinerer begrifflicher Übergänge zwischen den verschiedenen Systemebenen darstellen, auf denen der Gegenstandsbereich der Life Sciences insgesamt bearbeitet wird.

Das Plädoyer dafür, die Begriffe "Lebewesen" und "Handlungssubjekt" jeweils als einen "Kunstabstrich" zu verstehen, "der ein Resultat des Versuchs ist, für unseren Zugang zur Welt wichtige zeitliche und funktionale Zusammenhänge zwischen bestimmten Aktivitäten durch die Einführung geeigneter Begriffe als solche kenntlich zu machen" (Ros 2007b: 329), scheint mir einerseits völlig korrekt, aber andererseits keine Besonderheit darzustellen, die sich nur aus den Problemen bei der Beschreibung "handelnder Systeme" ergäbe. Vielmehr denke ich, dass solche

"Kunstbegriffe" konstituierender Bestandteil in der Methodologie der Life Sciences überhaupt sind und dies ebenso für biologische bzw. psychologische Begriffe wie "Person" und "Bewusstsein" gilt. Dies soll im Detail jedoch nicht in diesem Text, sondern an anderer Stelle genauer begründet werden.

Dennoch sollen, um auch gegenüber dem interdisziplinären wissenschaftlichem Sprachgebrauch einerseits und dem gesellschaftlichen Alltagsprachgebrauch andererseits anschlussfähig zu bleiben, die Begriffe "Bewusstsein" und "Person" bzw. "Personalität" im Folgenden als mögliche begriffliche Schnittmengen zur Beschreibung wissenschaftlicher Gegenstände, von denen noch nicht genügend klar ist, was eigentlich beschrieben werden soll, weiter verwendet werden.

2.2.3 "Bewusstsein"

Der Bewusstseinsbegriff selbst ist im Deutschen, ähnlich wie *consciousness* im Englischen, auch in der wissenschaftlichen Sprache nicht terminologisch eindeutig, vom Alltagsgebrauch des Wortes ganz abgesehen.

Es erscheint im Anschluss an die aktuellere philosophische Bewusstseinsdiskussion sinnvoll, den Bewusstseinsbegriff zu präzisieren. Nach Antti Revonsuo (2006) muss das phänomenale (oder auch "primäre") Bewusstseinsbegriff unterschieden werden einerseits von dem physiologischen Bewusstseinsbegriff im Sinne von Aufmerksamkeit, andererseits von den "höherstufigen" Bewusstseinsbegriffen² des reflexiven Bewusstseins und des Selbst-Bewusstseins: Mit "reflexivem Bewusstseinsbegriff" soll die "Fähigkeit eines bewussten Lebewesens gemeint [sein], Erfahrungen zu machen und Gedanken zu haben, die sich auf andere mentale Zustände erster Stufe als ihre Objekte beziehen [...], also die Fähigkeit, auf die eigenen mentalen Erfahrungen und Inhalte reflektieren zu können [...]" (Revonsuo 2006: 507). Und unter "Selbst-Bewusstseinsbegriff" wird verstanden: "Wenn ein Lebewesen ein Selbst-Konzept besitzt und in der Lage ist, sich selbst als 'Ich' für sich selbst darzustellen, indem es sich seiner selbst mittels dieses Selbst-Konzepts bewusst wird, dann hat dieses Lebewesen Selbst-Bewusstseinsbegriff." "Selbst-Bewusstseinsbegriff erfordert reflexives Bewusstseinsbegriff [...]" (Revonsuo 2006: 507).

Auch in der physiologischen Psychologie des Menschen gilt der Bewusstseinsbegriff als unscharf, wird aber immer mit dem Wachheits- bzw. Vigilanzbegriff (als tonischer zentralnervöser Aktivierung) und dem Aufmerksamkeitsbegriff (als phasischer und gerichteter Aktivierung) in Zusammenhang gebracht (Birbaumer, Schmidt 2006). Aus biologischer Sicht stellen Vigilanz und Aufmerksamkeit aber physiologisch gut untersuchbare Sachverhalte dar, für die deswegen der Bewusstseinsbegriff gerade wegen seiner terminologischen Unschärfe besser nicht verwendet werden sollte.

Auf der anderen Seite beziehen sich die "höherstufigen" Bewusstseinsbegriffe im Sinne Revonsuos, also reflexives Bewusstseinsbegriff und Selbst-Bewusstseinsbegriff, auf Bewusstseinsinhalte und bleiben aus meiner Sicht daher beim gegenwärtigen Forschungsstand, vielleicht aber auch grundsätzlich, einer Human-Psychologie vorbehalten, für die die Erste-Person-Perspektive prinzipiell unverzichtbar erscheint. Diese Verwendungen des Ausdrucks *Bewusstseinsbegriff*, einschließlich des Ausdrucks *Selbst-Bewusstseinsbegriff*, könnten auch zur Förderung terminologischer Klarheit aus meiner Sicht beide, abweichend von Revonsuo, bevorzugt direkt durch den in der Psychologie etablierten Terminus des Selbstkonzeptes ersetzt werden (zumal die oben zitierten Begriffserklärungen Revonsuos mir zirkulär erscheinen), ohne dass ich dies hier genauer begründen möchte.

² Revonsuo spricht allerdings von höherstufigen "Bewusstseinsformen"; dies impliziert aber bereits eine Deutung, die ich nicht unhinterfragt übernehmen möchte.

Interessanterweise schließt sich Revonsuo jedoch denjenigen an, die die unten beschriebenen Beobachtungen, dass Tiere sich im Spiegel selbst erkennen (Kap. 5.5), als einen Beleg für das Vorhandensein von Selbst-Bewusstsein bei Tieren deuten. Ich möchte dagegen, etwas vorsichtiger, aus den oben genannten Gründen für die hier interessierenden Überlegungen den Bewusstseinsbegriff nur in der begrifflichen Einschränkung auf "primäres Bewusstsein" verwenden (eine Formulierung, die mir wiederum weniger Implikationen zu enthalten scheint als "phänomenales Bewusstsein"), weil, aus meiner Sicht, wenn überhaupt, nur hierbei ein Brückenschlag zwischen Erster-Person- und Dritter-Person-Perspektive, zwischen subjektiver und objektiver Perspektive möglich sein könnte, wie er für eine Einbeziehung ethologischer Befunde in die neurophilosophische Diskussion mangels Äußerungen von Tieren über ihre subjektive Perspektive und ihr "Selbst-Bewusstsein" notwendig erscheint.

Zusätzlich sollte selbst im Falle einer wie auch immer gearteten Präzisierung des Begriffes gefragt werden, ob unter *Bewusstsein* auch in diesem Sinne wirklich ein scharf abgrenzbarer wissenschaftlicher Gegenstand verstanden werden kann oder ob es nicht wenigstens behelfsweise sinnvoller wäre (wenn man schon nicht einem eliminativen Reduktionismus im Sinne P&P Churchlands folgen und auf den Ausdruck ganz verzichten will), den Ausdruck nur attributiv und graduiert zu verwenden und eben bestimmte mentale Phänomene oder Prozesse als "mehr bewusst" oder als "weniger bewusst" auf einer begrifflich offenen und stetigen Skala zu bezeichnen.

3 Zur Bedeutung ethologischer Befunde für die Frage nach einem Bewusstsein bei Tieren

Im Folgenden sollen einige aktuellere empirische Befunde aus der biologischen Verhaltensforschung (Ethologie³) referiert und daraufhin betrachtet werden, inwieweit sie Hinweise auf Arten zielgerichteten Verhaltens bei Vögeln und Säugetieren, insbesondere Primaten, geben, die für die Bewusstseinsthematik von Interesse sein könnten.

Dabei wird auf die erhebliche erkenntnistheoretische Problematik, die sich in dem Ausdruck "Zielgerichtetheit" bei genauerer Betrachtung findet, an dieser Stelle ebenfalls nicht genauer eingegangen; vielmehr wird durchgängig ein teleonomischer Betrachtungsstandpunkt eingenommen, der nicht mit einem teleologischen Erklärungsanspruch verwechselt werden darf, sondern einen streng physikalistisch-reduktiven Ansatz verfolgt, demzufolge sich *alle* Phänomene der "belebten Natur", also auch "zielgerichtetes Verhalten" tierischer Individuen, ebenso wie "zweckdienliche Eigenschaften" lebender Systeme allgemein ausschließlich *kausal* erklären lassen, wenn die phylogenetische Systemebene einbezogen wird (Ros 1982, Vollmer 2002).

Dabei erscheinen mir empirische Befunde zu den folgenden Verhaltensaspekten von Tieren für besonders lohnenswert:

- Semantisch flexible Kommunikation zwischen Tieren könnte ein Anzeichen für eine schärfere Abgrenzung zwischen einem "Selbst" und einem "Anderen" sein (Kap. 5.1).
- Der komplexe und flexible Einsatz von Werkzeugen bei Tieren könnte ein Anzeichen für eine schärfere Abgrenzung zwischen einem "Selbst" und einer "Außenwelt" sein (Kap. 5.2).
- Die Kombination von Kommunikation und Werkzeuggebrauch könnte die Abgrenzung eines "Selbst" zusätzlich fördern (Kap. 5.3).

³ Die Termini *Ethologie*, *Verhaltensforschung* und *Tierpsychologie* verwende ich synonym, ungeachtet möglicher unterschiedlicher wissenschaftsgeschichtlicher Konnotationen, die mir wissenschaftstheoretisch nicht wirklich wichtig erscheinen.

- Eine explizite Zukunftsplanung könnte ein Beleg für eine schärfere Abgrenzung zwischen einem "Gegenwarts-Selbst" und einer "Außenwelt mit Zeit-Dimension" sein (Kap. 5.4).
- Eine eindeutige Selbsterkennung von Tieren im Spiegel könnte ein Beleg für eine weitreichend vollzogene Abgrenzung zwischen einem "Selbst" und einer "Außenwelt" sein (Kap. 5.5).

4 Ein Exkurs: Untersuchungen zum "Arbeitsgedächtnis" bei Schimpansen als ein Beispiel für spektakuläre, aber für das Thema nicht wirklich weiterführende Erkenntnisse

Sorgfältig ist zu unterscheiden zwischen scheinbar spektakulären Beobachtungen an tierischem Verhalten wie durch Inoue, Matsuzawa 2007 (Working memory of numerals in chimpanzees), die es gegen Ende 2007 sogar bis in die Nachrichtensendungen und populärwissenschaftlichen Zeitungsseiten mit Bewertungen wie "Affe schlägt Mensch", "Die Ergebnisse zeigten, dass Menschen mit ihren kognitiven Fähigkeiten den Tieren nicht generell überlegen seien" brachten, und solchen Untersuchungen, die tatsächlich für die Einschätzung von Bewusstsein und Personalität bei Tieren von Bedeutung sind.

In den Untersuchungen von Inoue, Matsuzawa wurden Schimpansen darauf dressiert, auf einem Touchscreen die arabischen Ziffern von 1 bis 9 in einer wechselnden geometrischen Anordnung zu erkennen und gegen Belohnung in zahlenmäßig korrekter aufsteigender Reihenfolge zu berühren. Wenn die Tiere die erste Ziffer berührt hatten, wurden die Ziffern durch kleine weiße Vierecke verdeckt ("maskiert"), die Tiere mussten die Aufgabe jedoch fortsetzen, was ihnen in der Regel besser und schneller gelang als Menschen.

In einer zweiten Versuchsreihe wurde die Darbietungszeit bis zur Maskierung auf 650, 430 oder 210 ms gesenkt. Während bei Menschen die Zahl der richtig getippten maskierten Vierecke dabei stark abnahm, blieben die Ergebnisse bei den Schimpansen nahezu konstant.

Umgekehrt gelang einem Versuchstier nach einer 10 Sekunden währenden Unterbrechung zwischen Maskierung und Antippen der maskierten Ziffern mit Aufmerksamkeitsablenkung immer noch die korrekte Erfüllung der Aufgabe.

Diese Beobachtungen lassen tatsächlich auf eine gegenüber dem Menschen längere Haltezeit einer Kurzzeitgedächtnis-Instanz nach Art eines "fotografischen Gedächtnisses" schließen; es könnte sich allerdings auch um besonders lange "Nachbilder" auf der retinalen oder einer der retina-nahen Verarbeitungsstufen handeln.

Dass gerade bezüglich der sensorischen Afferenzen Tiere im Detail "höhere Leistungsfähigkeiten" als der Mensch aufweisen, ist jedoch eher die Regel als die Ausnahme und dem Neurobiologen völlig geläufig. Ein Hinweis auf besondere personale Eigenschaften von Schimpansen oder gar Bewusstsein sind diese Beobachtungen trotz ihrer spektakulären Darstellung in den Medien jedoch sicher nicht.

5 Einige neuere empirische Befunde aus der Ethologie

5.1 Beobachtungen zu kommunikativen Leistungen bei Tieren

Non-verbale und insbesondere verbale Kommunikation spielen nach unserem intuitiven Verständnis eine bedeutende Rolle für den Personenbegriff.

5.1.1 Papageien können Laute semantisch sinnvoll neu kombinieren

Dass Papageien-Vögel verblüffend sprachähnliche Laute artikulieren können, ist allgemein bekannt. Wirklich interessant im vorliegenden Zusammenhang ist aber die Frage nach einem abstrakten

semantischen Charakter dieser Laute. Offensichtlich scheint dies möglich zu sein. Demnach können einzelne Graupapageien Laute semantisch sinnvoll neu kombinieren.

Im beobachteten Fall (Pepperberg 2007) artikulierte der Vogel anstelle des für ihn neuen Wortes "Spool" (Garnrolle) eine semantisch sinnvolle Kombination aus bereits gelernten Lauten, indem er einen "S"-Laut mit der Lautfolge "Wool" zu "S-[Pause]-Wool" kombinierte. Weiterhin verwendete er die Lautfolge "Banerry" für einen roten Apfel, was als Kombination der ihm bekannten Lautfolgen "Banane" und "Cherry" gedeutet wurde.

Es handelt sich dabei um den aus der wissenschaftlichen Literatur bekannten Graupapagei "Alex", der seit über 25 Jahren regelmäßig "Sprachunterricht" erhält und über ein Repertoire von mehr als 100 semantisch sinnvollen Lautfolgen verfügt. Bekannt ist er unter anderem, weil sich bereits früher gezeigt hatte, dass er die Lautfolge "Zero" semantisch sinnvoll einzusetzen vermag (Pepperberg et al. 2005).

5.1.2 Schimpansen und Bonobos können flexibel gestisch kommunizieren

Während es sich im vorigen Beispiel um eine artifizielle "verbale" Kommunikationsleistung handelt, die wohl in der natürlichen Umwelt keine Rolle spielt, gelang parallel die Beobachtung einer natürlichen non-verbal-abstrakten gestischen Kommunikation bei Schimpansen und Zwergschimpansen (Bonobos).

Demnach kommunizieren diese Primaten recht flexibel mit Gesten, deren Bedeutung sich sowohl in verschiedenen Situationen als auch zwischen verschiedenen Gruppen unterscheidet, also nicht genetisch determiniert ist (Pollick, de Waal 2007), während Mimik und Lautäußerungen eher stereotyp kontextabhängig sind, sich bei diesen beiden Arten nicht unterscheiden und deswegen als genetisch vorgegeben gelten. Umgekehrt ist die lautliche und mimische Kommunikation bei allen Primaten vorhanden, während sich die gestische Kommunikation auf Menschenaffen und den Menschen beschränken.

Als Beispiel wird berichtet, dass dasselbe Handzeichen in verschiedenen Situationen oder in verschiedenen Gruppen eine völlig andere Bedeutung haben könne, während etwa ein Schrei stereotyp eine Reaktion auf eine Bedrohung sei.

Die Untersuchungsergebnisse werden insgesamt so gedeutet, dass sie die Theorie stützten, Gesten seien die ursprünglichste Form der Kommunikation bei den Primaten und damit Ausgangspunkt der menschlichen Sprachfähigkeit.

Weiter wird berichtet, dass bei Bonobos eine Kombination von Mimik, Gestik und Lautäußerungen die Reaktion anderer Tiere der Gruppe verstärkte, diese kombinierten Signale jedoch nur selten eingesetzt würden. Letzteres weist darauf hin, dass die Tiere die jeweiligen Kommunikationsmittel nicht zufällig, sondern gezielt kombinierten, was als eine evolutionär frühe Form des gezielten Einsatzes abstrakter Kommunikation gedeutet werden könne.

5.1.3 Orang-Utans können flexibel gestisch kommunizieren

Ergänzend dazu zeigte sich bei Beobachtungen an Orang-Utans, dass auch diese abstrakt semantisch sinnvoll gestisch kommunizieren können.

In den Untersuchungen von Cartmill, Byrne (2007) wurden Orang-Utans Bananen und Sellerie zur Auswahl angeboten, wobei Orang-Utans Bananen grundsätzlich vorziehen. Entscheidend war, dass die Tiere an beide Angebote nur mit Hilfe eines Menschen gelangen konnten und dafür gestisch kommunizieren mussten. Die Reaktion des Menschen wurde auf drei Standards festgelegt: ganze Banane, Teil einer Banane, Sellerie. Es zeigte sich, dass bei einem Sellerieangebot (also einem vom Menschen vorgetäuschten Missverständnis) die Tiere ihre Gestik veränderten, während nach einem

Bananen-Teil-Angebot die erste Gestik wiederholt, aber verstärkt wurde, bis ihnen die ganze Banane gegeben wurde.

Dieses Verhalten wird dahingehend gedeutet, dass die Tiere zumindest im Ansatz die Auswahl ihrer Kommunikationszeichen von einer eigenen Interpretation des "Wissens" ihres sozialen Gegenübers abhängig machen, von diesem also eine Vorstellung haben müssen.

5.2 Beobachtungen zum Werkzeuggebrauch bei Tieren

Ein weiterer Bereich, der ein Kriterium für Personalität oder Vorstufen dazu sein könnte, ist komplexerer Werkzeuggebrauch, weil er ein gewisses mentales Modell der Welt beim Handlungsträger voraussetzt.

5.2.1 Rhesusaffen und Delfine können eine Handlungs-Ergebnis-Erwartung zeigen

In diesem Zusammenhang sei noch einmal an eine interessante Arbeit aus dem Jahre 2003 erinnert (Smith, Shields, Washburn 2003), nach der sowohl Rhesusaffen als auch Delfine in ihre Verhaltensentscheidungen Erfolgserwartungen (in der Human-Psychologie wird dies nach dem Erwartungs-Wert-Modell von Heinz Heckhausen mit dem Terminus "Handlungs-Ergebnis-Erwartung" bezeichnet) einfließen lassen können, was zuvor als dem Menschen vorbehalten galt.

Dazu wurden den Tieren Gedächtnis- und Wahrnehmungsaufgaben mit entweder deutlich hohem oder deutlich niedrigem Schwierigkeitsgrad gestellt. Auf Erfolg wurde mit Belohnung (positive Verstärkung), auf Misserfolg mit Bestrafung (Futterentzug) reagiert. Es zeigte sich, dass die Tiere bereits nach einer kurzen Lernphase zögerten, schwierige Aufgaben zu beginnen oder zu Ende zu führen.

Dieses Verhalten wurde dahingehend interpretiert, dass die Tiere in der Lage waren, ein Modell ihrer eigenen Fähigkeiten in ihr Weltmodell zu integrieren, was als eine Form von kognitiver Selbsterkennung, also einer Art Metakognition, gewertet werden könnte.

5.2.2 Stare können eine globale Bewertung ihrer Umweltsituation zeigen

Ebenfalls im Zusammenhang mit der Integration eines Selbstmodells in ein Weltmodell im weiteren Sinne könnten die Experimente von Mathesona, Ashera, Bateson (2007) gedeutet werden. Sie ließen Stare zunächst lernen, dass sich unter einem weißen Deckel immer eine positive Futter-Verstärkung, unter einem schwarzen Deckel eine negative Futter-Verstärkung (bitterer Geschmack) befand. Anschließend wurden zwei Versuchstier-Gruppen gebildet, von denen die eine in geräumigeren Käfigen mit Ruheästen und Wasserbädern, die andere in kleineren Standardkäfigen ohne diese Ausstattung gesetzt wurde. Im anschließenden Versuch bekamen alle Tiere Behälter mit grauen Deckeln.

Die Auswertung zeigte, dass sich die Reaktion auf die Deckelfarbe, also ihre "Bewertung" als hell oder dunkel, in Abhängigkeit von der Käfigzuteilung unterschied, d.h. die Tiere aus den geräumigeren besser ausgestatteten Käfigen öffneten die Deckel, die Tiere aus den Standardkäfigen öffneten die Deckel nicht.

Ein etwas variiertes Versuchsparadigma, bei dem unterschiedlich lange Lichtsignale mit einer sofortigen oder einer verzögerten Belohnung verknüpft wurden, führte zu vergleichbaren Ergebnissen.

Demnach scheinen die Tiere die unterschiedliche Verwertung einer Information u.a. von einer recht globalen Bewertung ihrer Umweltsituation abhängig zu machen, was als "emotionale Verfassung" gedeutet wird.

5.2.3 Schimpansen können flexibel Werkzeuge einsetzen

Dass der Einsatz von Werkzeugen bei Schimpansen eine hohe zielgerichtete Variabilität einnehmen kann, konnte bereits 2004 bei freilebenden Tieren ohne vorausgegangenen Menschenkontakt beobachtet werden (Sanz, Morgan, Gulick 2004). Demnach werden bei der Jagd auf Termiten verschiedene Werkzeugkombinationen und -techniken in Abhängigkeit davon eingesetzt, um welche Art von Termitenbau es sich handelt. So setzen die Tiere bei überirdischen Termitenhügeln zunächst einen dünnen kurzen Ast ein, um in dem Termitenhügel zu stochern. Anschließend wechseln sie zu einem anderen Stock, mit dem sie die Termiten aufsammeln und zum Mund führen. Bei unterirdischen Termitenbauten verwenden die Schimpansen dagegen zunächst einen langen Stock zum Durchstoßen der Erde, um den Termitenbau zu erreichen, bevor sie wiederum mit einem anderen Stock die Termiten aufnehmen.

Auffällig war, dass die Schimpansen sehr rasch zwischen den jeweils zwei Werkzeugen hin- und herwechselten. Weiterhin wurde beobachtet, dass ein Tier einen Stock mit den Zähnen aufraute und die Zahl der aufgenommenen Termiten auf diese Weise steigerte.

5.2.4 Schimpansen können den Werkzeuggebrauch durch soziales und kulturelles Lernen erwerben

Bereits im 19. Jahrhundert war bekannt, dass Schimpansen Steine als Werkzeug zum Öffnen von Nuss-Schalen verwenden, indem sie zwei Steine als Hammer und Amboss einsetzen, um anschließend die Nüsse mit einem Ästchen aus der Schale zu lösen. Dabei erlernen die Jungtiere das Nussknacken von ihren Müttern und beherrschen erst nach mehreren Jahren, welche Steine sich am besten dazu eignen und wie sie verwendet werden; diese Kompetenz wird von Generation zu Generation weitergegeben. Jetzt wurden Belege dafür entdeckt, dass diese Fähigkeit bereits mindestens 4.300 Jahre alt sein muss, weil entsprechend identifizierte Steine in einer Gegend entdeckt wurden, die vom Menschen erst später besiedelt wurde (Mercader, Barton, Gillespie et al. 2007).

5.2.5 Schimpansen können Werkzeuge zur Jagd verwenden

Nach dem beschriebenen Werkzeug-Gebrauch für die Termitenjagd und dem bereits früher bekannten Öffnen von Nüssen mit Steinen wurde in einer neueren Arbeit ein weiterer komplexer Werkzeug-Einsatz bei Schimpansen beobachtet (Pruetz, Bertolani 2007).

Zu den Beutetieren von Schimpansen gehört der Galago (sog. Buschbaby, ca. 20 cm großer nachtaktiver Kleinprimat, der u.a. in Baumhöhlen schläft). Die beobachteten Tiere fertigten zur Jagd auf die Galagos für diesen Zweck zugespitzte Äste an, stießen diese in die Baumhöhlen und spießten die Galagos auf. Dann erweiterten die Schimpansen die Höhlenzugänge und griffen nach den Galagos, die ohne diese Vorbereitung wegen ihrer Schnelligkeit für die Schimpansen nicht zu greifen gewesen wären.

Von besonderer Bedeutung ist dabei die Beobachtung, dass die Herstellung der Speere immer in mehreren Schritten (in den beobachteten Fällen bis zu fünf) erfolgte: Entdeckten die Schimpansen eine Baumhöhle, brachen sie einen Zweig ab, entfernten von diesem Blätter und Äste und bissen eines oder beide Enden ab. Meistens folgte eine Anspitzung des Zweiges an einem Ende mithilfe der Schneidezähne.

Diese Beobachtungen gelten als der erstmalige Beleg für die Verwendung eines speziellen Jagd-Werkzeuges bei Tieren.

5.2.6 Krähen können Metatools verwenden

Zu komplexem Werkzeuggebrauch sind auch die Beobachtungen von Taylor et al. (2007) zu rechnen, nach denen Krähen zwei Werkzeuge funktionell logisch sukzessive einsetzen können ("Metatools").

Anspruchsvoller Werkzeuggebrauch bei Krähen, speziell der Neukaledonischen Krähe (*Corvus moneduloides*), ist seit den Beobachtungen an der berühmten Krähe Betty bekannt, die einen Draht zurechtbog, um an Futter zu kommen (Weir, Chappell, Kacelnik 2002; Weir, Kacelnik 2006; Review: Bluff et al. 2007). Die Fähigkeit, ein Werkzeug zu verwenden, um ein anderes Werkzeug zu erreichen, herzustellen oder zu optimieren, stellt jedoch eine beträchtlich höhere mentale Anforderung dar.

In dem Versuch wurde mehreren Krähen Futter in einer Glasröhre gezeigt. In der Versuchsanordnung gab es etwa zwei Meter entfernt ein erstes Stöckchen, das allerdings zu kurz war, um damit das Fleisch zu erreichen, sowie einen dafür von der Länge her hinreichenden längeren Stock hinter einem Gitter.

Sechs von sieben Tieren liefen mit dem kurzen Stöckchen direkt zu dem Gitter, hinter dem der längere Stock lag; nur ein Tier versuchte zunächst, an das Futter direkt mit dem kurzen Stöckchen zu gelangen. Vier Tieren gelang es sofort, den langen Stock mit Hilfe des kurzen Stöckchens hinter dem Gitter hervor zu angeln und anschließend mit diesem wiederum das Futter zu angeln.

Um ausschließen zu können, dass die Handlungsabfolge zufällig zustande kam, wurde in einer parallelen Versuchsanordnung der lange Stock durch einen Stein ersetzt; dieses Gitter wurde von den Tieren jedoch nicht beachtet.

Gedeutet wird dieses Verhalten dahingehend, dass die Tiere quasi einen Analogieschluss vollziehen von der bereits gemachten Erfahrung, mit einem Stock Futter zu angeln, auf die Möglichkeit, mit einem Stock ein Werkzeug zu erlangen.

Dass die kognitive Voraussicht bei den Krähen allerdings auch auf Grenzen stößt, wurde dadurch gezeigt, dass in einer weiteren Versuchsabänderung die beiden Stöcke vertauscht wurden. In diesem Fall hielten die Tiere zunächst einige Versuche lang an ihrem Verhalten fest, bevor sie dann das Fleisch sofort mit dem direkt erreichbaren Stock angelten.

Dass es sich dabei möglicherweise um eine echte Fähigkeit zu einer Art "abstrahierenden Vorwegnahme der Zukunft" beim Einsatz des Werkzeugs handelt, konnten jetzt Taylor et al. (2010) in einer Erweiterung des Versuchs demonstrieren, bei dem die Krähen das Metatool auch dann einsetzten, wenn ihnen vorher in einer etwas abgewandelten Versuchsanordnung mehrfach ein Erfolg damit verweigert worden war.

5.2.7 Orang-Utans können Probleme kreativ lösen

Auch zum Werkzeuggebrauch von Orang-Utans liegen neue Befunde vor (Mendes, Hanus, Call 2007). Dabei schwamm eine Erdnuss in einer durchsichtigen Röhre, in die die Tiere wegen ihres zu geringen Durchmessers nicht greifen konnten und die nur zu einem Viertel mit Wasser gefüllt war. Die Tiere konnten nur an das Futter gelangen, indem sie den Wasserspiegel in der Röhre erhöhten und dazu wiederholt einen Mund voll Wasser in die Röhre spuckten. Das Wasser holten die Versuchstiere aus ihrem normalen Wasserspender, der kein neuer Bestandteil ihres Käfigs war. Die Tiere hatten auch noch nie zuvor Erfahrung mit Wasser in anderen Versuchen gemacht.

Während die Tiere zunächst verschiedene Lösungsansätze ausprobierten, indem sie zum Beispiel die Röhre hochhoben oder schüttelten, setzten sie später die Wasserlösung sofort ein.

5.3 Beobachtungen zur Kombination von Kommunikation und Werkzeuggebrauch bei Tieren

Eine weiterer wichtiger Aspekt für die Untersuchung von Vorstufen für Persönlichkeit bei Tieren ist die Kombination von Werkzeuggebrauch und Kommunikation. Dabei stellt sich die Frage, inwieweit der Werkzeuggebrauch genetisch determiniert und inwieweit sozial vermittelt ist.

5.3.1 Krähen sind genetisch für den Werkzeuggebrauch disponiert

Bereits 2005 war festgestellt worden, dass Krähen der Werkzeuggebrauch offensichtlich angeboren ist (Kenward et al. 2005). Dabei wurde beobachtet, dass Jungtiere, obwohl sie vollständig isoliert von ihren Artgenossen aufgewachsen waren, Äste und Zweige, in einem Fall sogar ein zurechtgebissenes und -gezapftes Blatt einsetzten, um Futter aus engen Spalten zu angeln.

Interessant ist, dass sich das in diesem Fall erstellte Blattwerkzeug deutlich von den von freilebenden Krähen hergestellten Blattwerkzeugen unterschied, was bereits darauf schließen lässt, dass es im Normalfall zu einer Überlagerung durch erworbene Traditionen kommt.

5.3.2 Orcas können soziales und kulturelles Lernen beim Werkzeuggebrauch zeigen

Nachdem 2005 beobachtet wurde, dass Delfine eine Art Werkzeuggebrauch voneinander lernen, nämlich bei der Nahrungssuche am Meeresgrund ihre Nasen mit Schwämmen zu schützen (Krützen et al. 2005), wurde die Verbindung von Jagdtechnik und Sozialität als kulturelles Lernen ebenfalls 2005 von Orcas (Schwertwalen) berichtet (Mason 2005), die möglicherweise in der Lage sind, neue Jagdtechniken von Artgenossen zu imitieren: Nachdem ein Orca gelernt hatte, Möwen zu fangen, indem er gefressenen Fisch auf die Wasseroberfläche erbrach und, sobald eine Möwe danach schnappen wollte, diese ergriff, wurde diese Taktik nach einigen Monaten von einem weiteren Orca ausgeübt.

Da dieses Verhalten als sehr ungewöhnlich gilt, wird angenommen, dass es sich nicht zufällig zweimal entwickelte, sondern sozial imitiert wurde.

5.3.3 Hunde können selektive soziale Imitation beim Werkzeuggebrauch zeigen

2007 wurde festgestellt, dass Hunde in der Lage sind, bei ihrem sozialen Lernen zu entscheiden, ob eine beobachtete Verhaltensweise sinnvoll zu imitieren ist (selektive Imitation) (Range, Viranyi, Huber 2007).

Die Tiere bekamen im Experiment die Aufgabe, eine mit Futter gefüllte Kiste zu öffnen, indem sie an einer Eisenstange zogen. Während Hunde dazu normalerweise das Maul einsetzen, wurde hier ein Tier so trainiert, dass die Stange mit der Pfote bewegt wurde. Die anderen Versuchstiere beobachteten das erste Tier dabei und verwendeten dann nachahmend dieselbe Methode, um an das Futter zu gelangen. Hatte das erste Tier aber einen Ball im Maul, wenn es die Pfote einsetzte, benutzten die anderen Tiere nicht ihre Pfote, sondern ihr Maul.

Demnach könnten die Tiere erkannt haben, dass die neue Methode nur für eine bestimmte Situation sinnvoll war und sich deswegen das "Ausprobieren" einer Nachahmung "nicht lohnte".

Dies wird als das erste beobachtete Beispiel selektiver Imitation bei Tieren gewertet, die bisher als dem Menschen vorbehalten galt.

5.3.4 Schimpansen können Probleme sozial kooperativ lösen

Soziales Verhalten bei der Problemlösung wurde 2006 von Schimpansen berichtet (Melis, Hare, Tomasello 2006). In dem Versuch konnte jeweils ein Tier nur dann an Futter gelangen, wenn es an zwei Seilenden gleichzeitig zog. Es hatte aber auch die Möglichkeit durch Öffnen eines Zugangs

einem anderen Tier den Zutritt zu gestatten. Konnte das Versuchstier beide Seilenden gleichzeitig alleine erreichen, tat es dieses und holte sich das Futter. Hingen die Seilenden jedoch zu weit auseinander, ließ es ein anderes Tier dazukommen.

Weiterhin zeigte sich, dass die Versuchstiere in den Versuchswiederholungen gezielt diejenigen "Helfer" zu sich ließen, die sich im Unterschied zu anderen zuvor als kooperativ erwiesen hatten.

5.3.5 Schimpansen können Altruismus-ähnliches Verhalten zeigen

2007 wurden Beobachtungen an Schimpansen berichtet, die als eine Art Altruismus gewertet werden können (Warneken et al. 2007).

Untersucht wurde dabei die Bereitschaft von Schimpansen, einen Gegenstand aufzuheben und einer ihnen nicht vertrauten Person weiterzureichen. Dabei wurden die Bedingungen variiert, indem die Person erfolglos versuchte oder nicht versuchte, den Gegenstand zu erreichen, und indem die Hilfe belohnt wurde oder nicht belohnt wurde.

Es zeigte sich, dass die Schimpansen der Person halfen, wenn diese erfolglos versucht hatte, den Gegenstand zu erreichen, unabhängig davon, ob eine Belohnung zu erwarten war.

Dies änderte sich auch nicht, als der Gegenstand für die Tiere selbst nur mit größerer Anstrengung zu erreichen war.

Da dieses Verhalten ohne unmittelbaren eigenen Nutzen erfolgte, kann es als "altruistisch" bezeichnet werden, während bisher davon ausgegangen war, dass das bekannte soziale Verhalten bei höheren Primaten (Fressen teilen, Trost spenden, wechselseitige Körperpflege) mit einem direkten oder indirekten eigenen Vorteil verbunden ist und das in früheren Untersuchungen beobachtete "echt altruistische" Verhalten von Schimpansen nur bei einer sehr engen Beziehung zu der Versuchsperson und einem eher relativ geringen für das Helfen benötigten Aufwand zustande kam.

An dieser Stelle soll nicht weiter auf den überaus fragwürdigen Altruismus-Begriff eingegangen werden. Welche Probleme damit verbunden sind, insbesondere unter dem Aspekt biologischer Anthropomorphismen, habe ich an anderer Stelle ausführlicher dargestellt (Leinhos-Heinke 2010).

5.3.6 Schimpansen zeigen jedoch noch kein Verhalten im Sinne von Fairness

Andererseits wurde 2007 auch ein wichtiger Unterschied zwischen Schimpansen und Menschen bezüglich der sozialen Kooperation berichtet (Jensen, Call, Tomasello 2007). In der (als "Ultimatum-Spiel auch in der Humanpsychologie bekannten) Versuchsanordnung erhielt ein Schimpanse jeweils 10 Rosinen zur Verfügung gestellt, die er mit einem anderen Tier teilen konnte. Wenn das zweite Tier seinen Anteil annahm, durften beide Tiere ihre Rosinen essen. Lehnte das zweite Tier seinen Anteil ab, bekam keines der beiden Tiere die Belohnung.

Die Zahl an Rosinen, die das erste Versuchstier weitergeben konnte, konnte entweder 80 %, 50 %, 20 % oder 0 % betragen.

Während beim Menschen in dieser Versuchsanordnung der zweite Partner üblicherweise nur annimmt (das Angebot als "fair" bewertet), wenn ihm 40-50 % angeboten werden, nahm hier der zweite Schimpanse in jedem Fall das Angebot an. Nur bei einem leeren Angebot reagierte er mit Ablehnung. Es gab daher keine Veranlassung für das erste Tier, ein "faires" Angebot zu unterbreiten.

Dies wird in dem Sinne interpretiert, dass es weder zur sozialen Kompetenz von Schimpansen gehört, im jeweils eigenen Interesse "faire" Angebote zu unterbreiten, noch "unfaire" abzulehnen, also den Nutzen für ein anderes Tier in die eigene Verhaltensplanung mit einzubeziehen.

5.4 Beobachtungen zur Zukunftsplanung bei Tieren

Flexible, also nicht instinktive stereotype Zukunftsplanung galt bisher eher als eine dem Menschen vorbehaltene kognitive Leistung. Um für eine erst in der Zukunft auftretende Situation vorzuplanen, müssen auch Tiere schon Ansätze eines Zeitmodells entwickeln. (Beim Menschen entwickelt sich ein Zeitkonzept etwa im Alter von zwei Jahren, die Kompetenz zur Vorausplanung im Alter von vier bis fünf Jahren.)

5.4.1 Orang-Utans und Bonobos können Zukunftsplanung zeigen

Die Fähigkeit von Orang-Utans und Bonobos (Zwergschimpansen) zur Zukunftsplanung konnte 2006 gezeigt werden (Mulcahy, Call 2006). Dazu wurden die Tiere trainiert, mit einem Werkzeug Trauben aus einem Behälter zu angeln. Anschließend konnten die Tiere von verschiedenen angebotenen geeigneten oder ungeeigneten Werkzeugen eines auswählen und mit in einen Warteraum nehmen. Nach einer Stunde wurden sie wieder zu dem Behälter gelassen; hatten sie das geeignete Werkzeug dabei mitgebracht, gelang es ihnen nun, an eine Belohnung in dem Behälter zu gelangen.

Es zeigte sich, dass in der Mehrzahl der Fälle die Tiere in der Lage waren, ein Werkzeug auszuwählen und aufzubewahren, das sie erst zu einem späteren Zeitpunkt benötigten.

5.4.2 Buschhäher können Zukunftsplanung zeigen

2007 wurde nun ein ähnliches Ergebnis bezüglich Zukunftsplanung für Vögel gezeigt (Raby et al. 2007).

Buschhäher (*Aphelocoma californica*, Gruppe der Rabenvögel) wurden vor ihrer morgendlichen Futtergabe mehrere Tage lang immer abwechselnd in zwei verschiedene Kompartimente ihres Käfigs gesetzt und nur in dem einen davon wurde ihnen Fressen angeboten. Am siebten Tag des Testlaufs wurden den Tieren erstmalig bereits abends einige ganze Pinienkerne angeboten und gleichzeitig Zugang zu beiden Kompartimenten gewährt. Die Tiere versteckten daraufhin in dem Kompartiment ohne morgendliches Fressen mehr als dreimal so viele Kerne wie in dem anderen Kompartiment.

In einem weiteren Versuchslauf bekamen die Tiere immer abwechselnd in dem einen Kompartiment Pinienkerne, in dem anderen weniger attraktives Trockenfutter. Wurden den Tieren dann an einem Abend beide Futtersorten angeboten, versteckten sie im Trockenfutter-Käfig hauptsächlich Pinienkerne und im Pinienkern-Käfig überwiegend Trockenfutter.

Während andere Tiere, die scheinbar ebenfalls für die Zukunft vorsorgen (z.B. Hamster, Eichhörnchen), dies stereotyp und instinktiv tun, scheinen die Buschhäher eine flexible Fähigkeit zur Vorsorge zu zeigen, was auf eine Art von Zeitkonzept hinweist.

5.5 Beobachtungen zur Selbsterkennung von Tieren im Spiegel

5.5.1 Delfine können sich selbst im Spiegel erkennen

Für die Untersuchung eines Selbstkonzepts von Tieren wird häufig die Fähigkeit, sich selbst im Spiegel zu erkennen, als ein wichtiger Hinweis verstanden.

Von Schimpansen sind Reaktionen auf Körperbemalungen schon seit den 70-er Jahren bekannt (Gallup 1977). (Beim Menschen beginnt die Selbsterkennung im Spiegel im Alter zwischen 18 und 24 Monaten.)

Dass zum Beispiel auch Delfine dazu in der Lage sind, wurde bereits 2001 gezeigt (Reiss, Marino 2001); damit galten Delfine bis dahin als einzige Nicht-Primaten mit dieser Fähigkeit. Die Tiere

reagierten auf für sie nur im Spiegel wahrnehmbare Farbmarkierungen, indem sie im Spiegel auffällig lange die Markierungen fixierten und ihre Körper entsprechend ausrichteten; außerdem betrachteten sie sich im Spiegel länger, als wenn sie nicht markiert waren.

Wenn den Tieren die Markierung durch analoge Berührungen nur vorgetäuscht wurde, richteten sie ihre Körper vor dem Spiegel wiederum so aus, dass sie die Stellen der vorgetäuschten Markierung im Spiegel sehen konnten.

5.5.2 Elefanten können sich selbst im Spiegel erkennen

Selbsterkennung im Spiegel wurde beim Elefanten zumindest in einem Fall berichtet (Plotnik, de Waal, Reiss 2006).

5.5.3 Kapuzineraffen können sich jedoch selbst nicht vollständig im Spiegel erkennen

Dass dies eine anspruchsvolle kognitive Leistung ist, wird daraus ersichtlich, dass zum Beispiel Primaten wie der Kapuzineraffe (*Cebus apella*) im Unterschied zu den Menschenaffen dazu nicht vollständig in der Lage sind. 2005 wurde gezeigt, dass sich diese Tiere nicht wirklich in einem Spiegel selbst erkennen (de Waal et al. 2005). Den Versuchstieren wurden hinter einer Scheibe (zur Vermeidung von anderen sensorischen Informationen) bekannte oder unbekannte Individuen oder ihr Spiegelbild präsentiert. Aus der Reaktion (Blickkontakt, Fixationsdauer, Mimik und Gestik) war zu entnehmen, dass die Tiere zwar intensiver auf ihr Spiegelbild reagierten als auf die realen Tiere, dieses aber nicht als Spiegelbild ihrer selbst erkannten.

5.5.4 Elstern können sich im Spiegel selbst erkennen

Dass dagegen Vögel zumindest in Einzelfällen ebenso wie Schimpansen und Delfine genau dazu in der Lage sind, wurde bereits 2000 mit einer analogen Versuchsanordnung für eine Elster nachgewiesen, die hartnäckig einen für sie nur in einem Spiegel erkennbaren aufgeklebten aber nicht fühlbaren Farbfleck nicht im Spiegelbild, sondern korrekt an sich selbst zu entfernen versuchte (Pollok, Prior, Güntürkün 2000; Prior, Pollok, Güntürkün 2000).

Wichtig sind diese Ergebnisse zur Selbsterkennung bei Vögeln neben ihren philosophischen Implikationen für den Personalitätsbegriff bei Tieren aber auch unter dem Aspekt, dass hier identische hochkomplexe Leistungen offensichtlich unabhängig von einer spezifischen anatomischen Organisation des Gehirns sind, da sich dieses bei Säugetieren und Vögeln makroanatomisch wesentlich unterscheidet, in beiden Tierstämmen aber umgekehrt nur jeweils eine Minderheit der Entwicklungslinien die Fähigkeit zur Spiegelerkennung entwickelt hat (Sittichliebhabern ist bekannt, dass Wellensittiche auf ihr Spiegelbild im Käfig dauerhaft wie auf einen anderen Wellensittich reagieren). Es handelt sich also ganz offensichtlich um eine parallele funktionelle Entwicklung (also *funktionelle* Analogie, keine Homologie).

5.5.5 Schweine können sich im Spiegel möglicherweise selbst erkennen

Auch für das Hausschwein liegen aus jüngster Zeit Beobachtungen vor, die nahelegen, dass die Tiere zumindest das Bild im Spiegel nicht mit der Realität verwechseln, möglicherweise aber auch sich selbst wiedererkennen (Broom, Sena, Moynihan 2009).

6 Überlegungen zur biologischen Funktion eines phänomenalen Bewusstseins

Vor der Kulisse dieser kleinen Auswahl aktuellerer ethologischer Befunde soll nun der Frage nachgegangen werden, wie sich von diesen Befunden die Brücke zum Personenbegriff, hier

kondensiert im Begriff des phänomenalen Bewusstseins als Schritt auf dem Weg zum reflexiven Bewusstsein und zum Selbstbewusstsein, schlagen lässt.

In der Terminologie der Human-Psychologie wird üblicherweise unter dem "Selbst" das Selbstkonzept verstanden, das als "interne Repräsentation von Gedanken, Gefühlen und Handlungen" eine "Regulationsinstanz kognitiver Prozesse" darstellt; es "stimmt Verhaltensabläufe aufeinander ab, interpretiert und organisiert Handlungen und Erfahrungen von persönlicher Bedeutung und motiviert das Verhalten". Das Selbst (-konzept) unterliegt seinerseits beim Menschen einer langwierigen und komplizierten Ontogenese, dabei spielen Sozialität und die Auswertung von gemachten Erfahrungen eine wesentliche Rolle (Petermann, Niebank, Scheithauer 2004).

Wenn die Entwicklung eines Bewusstseins in der Evolution nicht als Artefakt gedeutet wird, und dagegen spricht unsere massive Intuition, dann stellt sich aus *biologischer* Sicht vorrangig die Frage, welchen evolutionären Vorteil in der Phylogenese von Zentralnervensystemen eine solche computationale Funktion wie "Bewusstsein" gehabt haben kann, bzw., um der in Kap. 2.2.3 angesprochenen terminologischen Vorsicht Rechnung zu tragen, warum einige zentralnervöse Informationsverarbeitungsprozesse in der Evolution komplexerer Gehirne zunehmend mit einer Eigenschaft "bewusst" ausgestattet worden sein könnten. Dem liegt selbstverständlich die Annahme zugrunde, dass das Bewusstsein prinzipiell ein Gegenstand auch naturwissenschaftlicher Analyse ist. "Das Bewusstsein hat jedoch Merkmale – wie etwa seine Subjektivität –, die eine Annäherung an eine Problemlösung mittels der traditionellen Methodologie und mittels des traditionellen Vokabulars der Kognitions- und Neurowissenschaften schwierig erscheinen lassen." (Revonsuo 2006: 509) Hier sollten ethologische Befunde zusätzliche Aspekte liefern können.

6.1 Antti Revonsuos Bewusstseins-Metapher der "virtuellen Realität"

Revonsuo weist auf klinische Befunde beim Menschen hin, nach denen sich menschliches Verhalten, dem ein bewusstes Weltmodell zugrunde liegt, grundsätzlich von jeder anderen Art von Verhalten unterscheidet, das sich, zumindest bei genügend genauer Betrachtung, aus repetitiven, stereotypen und habituellen Verhaltensmustern zusammensetzt und deswegen keine genügend flexible Reaktion des Organismus auf neue oder außergewöhnliche Umweltparameter erlaube. Bewusste Informationsverarbeitung gestatte demgegenüber globale, flexible und integrierte (nicht miteinander in Konflikt stehende) Verhaltensweisen.

Graduell und attributiv interpretiert heißt das, global betrachtet, dass die zentralnervöse Informationsverarbeitung und damit das Verhalten von Organismen desto flexibler, also umweltadäquater ist, je bewusster diese Verarbeitung ist. Dies schließt nicht aus, dass in bestimmten Situationen der computationale Zeitaufwand, der durch höhere Bewusstheit entsteht, sich nachteilig auswirkt, weswegen der evolutionäre Vorteil nur unter der Bedingung entstehen konnte, dass dieser Verarbeitungsmodus selbst wiederum situationsabhängig (und auch selbst wiederum graduell) hinzu- oder hinweggeschaltet werden konnte, was sich in der Human-Psychologie bestätigt findet (etwa beim radikalen "unbewussten" Abreißen von Gedankengängen in unerwarteten Gefahrensituationen).

Revonsuo erinnert weiter an Befunde der Traumforschung, nach denen Träume ein organisiertes Weltmodell als Analogon der Welt aufweisen, weswegen sich der träumende Mensch als im Zentrum einer sensorisch, also auch räumlich authentischen Welt befindlich wähnt. Der Traum ist deswegen so faszinierend, weil er die Illusion der Realität so unmittelbar, also die informationsverarbeitenden Prozesse selbst völlig transparenz, darstellt, wie dies für die

Wahrnehmung der Realität für den nicht träumenden Menschen gilt. Da es aus der Sicht Revonsuos bisher keine systematische Beschreibung des phänomenalen Charakters des Bewusstseins gibt, bietet er daher auf der Suche nach einer "passenden Metapher für das Bewusstsein als subjektive Erfahrung [...], für die phänomenologische Organisationsebene" in Abgrenzung von der häufiger in der Philosophie verwendeten "Bühnenmetapher" die Metapher der "virtuellen Realität" bzw. der "Weltsimulation" an, deren Vorteil gegenüber anderen Bewusstseinsmetaphern oder -theorien darin bestehe, dass sie die Erste-Person-Perspektive nicht ignoriere oder gar eliminiere.

Im vorliegenden Zusammenhang ließe sich die Leitfrage nach der biologischen Funktion von Bewusstsein also auch als Frage nach dem evolutionären Vorteil einer "virtuellen Realität" als zusätzlicher Funktion des ZNS fassen.

6.2 Thomas Metzingers "Selbstmodell-Theorie der Subjektivität"

In seiner "Selbstmodell-Theorie der Subjektivität" (Metzinger 2004, 2006a, 2009) liefert Metzinger, der ebenfalls die Metapher der "virtuellen Realität" bevorzugt (Metzinger 2006: 457), u.a. eine genaue Analyse einiger einschränkender Bedingungen, Constraints, die ein Modell des phänomenalen Bewusstseins aus seiner Sicht erfüllen müsse. Zu diesen Constraints gehören Globalität (phänomenale Bewusstseinsereignisse sind immer in einen globalen situativen Kontext eingebunden), Gegenwärtigkeit (das phänomenale Weltmodell erscheint notwendig gegenwärtig, dafür spielen die kurzzeitigen Gedächtniskomponenten eine wesentliche Rolle) und Transparenz (Maß für den graduierten Sachverhalt, dass vorgeschaltete Verarbeitungsstufen der Aufmerksamkeit nicht zugänglich sind).

Diese Constraints gelten Metzinger zufolge auch für das phänomenale Selbstmodell des Menschen. Objektiv repräsentiere oder modelliere das Selbstmodell zu keinem Zeitpunkt den tatsächlichen aktuellen biologischen Systemzustand, vielmehr verrechne das System Gedächtnisinhalte und integriere diese in ein phänomenales als gegenwärtig erscheinendes Selbstmodell, welches wiederum als zeitlicher Ausgangspunkt für Verhaltensplanung diene.

Das phänomenale *Selbst* hat sich nach Metzinger zum phänomenalen Subjekt weiterentwickelt, indem die Intentionalität, die Gerichtetheit mentaler Prozesse, selbst noch einmal in das phänomenale Selbstmodell integriert wird. Der Besitz einer Erste-Person-Perspektive stelle beim Menschen global verfügbare Informationen innerhalb eines Gegenwartsfensters für die Verarbeitung bereit und ermögliche auf diese Weise ein besonders flexibles Verhalten. Bei einer weiteren Iteration der Modellintegration entstünden einerseits, unter der Voraussetzung begrifflichen Denkens, die Fähigkeit, sich Subjektivität sprachlich selbst zuzuschreiben und damit der "typisch menschliche Übergang von phänomenaler zu kognitiver Subjektivität" (Metzinger 2006: 469), andererseits, durch die Integration auch äußerer Handlungssubjekte in das eigene Weltmodell, Intersubjektivität und Sozialität.

7 Zusammenfassung: Eine mögliche biologische Funktion von Bewusstsein ist die individuelle Zukunftsmodellierung (Antizipation)

Zum Abschluss sollen die beschriebenen philosophischen Überlegungen mit den zuvor referierten ethologischen Befunden kombiniert werden. Nach Metzinger sind "phänomenale [Bewusstseins-] Zustände [...] in der Evolution entstandene virtuelle Organe, neurocomputationale Werkzeuge, die einen Organismus vorübergehend mit neuen funktionalen Eigenschaften ausstatten, weil sie bestimmte Arten von Tatsachen in einem Gegenwartsfenster global verfügbar machen [...]" (Metzinger 2006: 470f). Der phylogenetisch bedeutsame Schritt zum Menschen sei der Übergang

von der phänomenalen Transparenz zur "phänomenal opaken Partition" gewesen, die es den Menschen erstmals gestattet habe, sich ihrer "eigenen Existenz als *unter einer individuellen Erste-Person-Perspektive operierende Repräsentationssysteme* bewusst zu werden [kursiv im Original]. Nachdem wir die Sprachfähigkeit entwickelt hatten, konnten wir uns diese Eigenschaft auf begrifflicher Ebene selbst zuschreiben, sie sprachlich kommunizieren und dadurch die Tür öffnen, die den Aufstieg von der biologischen in die kulturelle Evolution ermöglichte." (Metzinger 2006: 471).

Damit stellt sich die Frage, ab wann im Kontinuum dieser phylogenetischen Entwicklung Verhaltensweisen wie die in Kap. 5 genannten zu verorten sein könnten.

Dass flexibles Verhalten, also die Fähigkeit, auf die Veränderung von Umweltbedingungen mit einem eher größeren Verhaltensrepertoire reagieren zu können, einen Selektionsvorteil mit sich brachte, erscheint biologisch evident. Dazu gehört dann auch, dass, je mehr und je genauere aktuelle sensorische und propriozeptive Inputinformationen das ZNS miteinander verrechnen kann, desto besser die Verhaltensantwort auf die Situation abgestimmt ist. Dies erscheint mir jedoch, für sich genommen, noch nicht hinreichend als Begründung für die Entwicklung eines Bewusstseins zu sein.

An welcher Stelle in der Evolution sollte also diesen Verarbeitungen eine graduierte Eigenschaft aufgeschaltet werden, die wir "phänomenales Bewusstsein" nennen? Welchen Vorteil könnte die neue neurocomputationale Instanz einer "virtuellen Realität" mit sich bringen?

Schaut man sich noch einmal die oben referierten Verhaltensfähigkeiten von Tieren an, die nach unseren heutigen Erkenntnissen in Bezug auf ihre integrativen zentralnervösen Leistungen am oberen Ende der nicht-menschlichen Entwicklungsskala stehen, so scheint ein gemeinsames Leistungsmerkmal dieser Fähigkeiten vor allem die Möglichkeit zu immer weiter reichender Antizipation zu sein. Der komplexe Einsatz von Werkzeugen, insbesondere der Einsatz von Metatools (Kap. 5.2) erfordert ebenso eine der realen Welt adäquate Antizipation wie, unmittelbar einsichtig, die Zukunftsplanung als solche (Kap. 5.4). Auf der anderen Seite erfordert die komplexe soziale Kommunikation (Kap. 5.1) eine zuverlässige Antizipation des Verhaltens anderer "Handlungsträger" (vgl. auch Kap. 6.2); und die Kombination von Kommunikation und Werkzeuggebrauch (Kap. 5.3) führt auch zur Kombination beider Anforderungen an die Fähigkeit zur Antizipation. – Die Selbsterkennung im Spiegel (Kap. 5.5) ist zwar, biologisch gesehen, artifiziell, aber wiederum wohl ein nur aus der Sozialität heraus verständliches Verhalten.⁴

Während Informationen (Signale) aus der Vergangenheit, physikalisch realisiert durch das Gedächtnis, ebenso wie gegenwärtige Informationen, die unvermittelt physikalischer Natur sind, dem ZNS direkt zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung stehen, gibt es schlichtweg keine physikalischen Informationen (Signale) aus der / über die Zukunft. Für eine Antizipation ist das ZNS also darauf angewiesen, solche Informationen selbst zu erzeugen (Für Reptilien wurde erst kürzlich gezeigt, wie eine rein visuell gesteuerte exakte Antizipation eines Beuteverhaltens über ca. 200 ms zum Erfolg führt; Westhoff G et al. 2010). In *diesen* sehe ich vor allem die "bestimmten Arten von Tatsachen [, die] in einem Gegenwartsfenster global verfügbar" gemacht werden (Metzinger 2006: 471, vgl. Kap. 6.2). Da der neurocomputationale Apparat zur Verarbeitung vergangener und gegenwärtiger Signale ja zur Verfügung steht, erscheint es "neurostrategisch"

⁴ Es scheint mir aus grundsätzlichen Überlegungen heraus unwahrscheinlich, dass ein Tier, das nicht zu einer komplexen Kommunikation fähig ist, zu einer Selbsterkennung im Spiegel fähig sein sollte – ohne dass ich dies hier genauer begründen könnte.

sinnvoll, diesem Apparat zusätzlich die Aufgabe zu übertragen, mögliche zukünftige Welten auf ihre wahrscheinlichen Signale hin zu analysieren, wobei sich zwar diese "Wahrscheinlichkeit" natürlich aus der Verrechnung von vergangenen und gegenwärtigen Informationen ergibt, die möglichen Welten selbst aber konstruiert werden müssen. Je mehr Faktoren in die Konstruktion möglicher zukünftiger Welten einfließen, desto mehr werden sich diese Konstruktionen phänomenal der gegenwärtigen Realität ähneln. Dabei bleiben die Konstruktionen jedoch immer physikalisch unreal, eben virtuell, und müssen für das verarbeitende System auch grundsätzlich von der aktuellen Realität unterscheidbar bleiben, in einem "anderen Register" verarbeitet werden. Gleichzeitig sind diese Konstruktionen aber eben auch desto leistungsfähiger, je "phänomenaler" sie dem Handlungsträger, der sein weiteres Verhalten planen will, erscheinen.

Ich vermute, dass diese vom System selbst erzeugte Phänomenalität dem entspricht, was wir unter "phänomenalem Bewusstsein" verstehen. Ich plädiere also dafür, in der "virtuellen Realität" des "phänomenalen Bewusstseins" biologisch und phylogenetisch vor allem ein computationales Zukunftsmodell des ZNS zu sehen. Die Entwicklung von immer bewussteren zentralnervösen Prozessen wäre demnach funktionell eine immer mehr verfeinerte Modellierung von möglichen zukünftigen Welten, eines Zukunftsmodells gewesen, in das ab einer bestimmten weiteren Entwicklungsstufe auch das eigene Selbstmodell sukzessive integriert wurde.

Irgendwo auf dem phylogenetischen Kontinuum von der unmittelbaren Signalverarbeitung nach einfachen Reiz-Reaktions-Schemata über die Modellierung von Zukunft bis zum reflexiven Selbst-Bewusstsein des Menschen sind nach meiner Vorstellung die oben referierten tierischen Leistungen anzusiedeln. Demnach wären die höchstentwickelten kognitiven und mentalen Leistungen des Menschen einschließlich der Fähigkeit zur bewussten Selbstreflexion zwar Folgen einer wohl vielfach iterativen Reflexion und Metarepräsentation, aber letztendlich eben "auch nur" auf die biologisch sinnvolle Fähigkeit zur Zukunftsmodellierung zurückzuführen.

Damit lässt sich für die Ausgangsfrage nach der Personalität bei Tieren die folgende Schlussfolgerung festhalten: Wenn

- (a) aktuelles (oder potenzielles) Selbstbewusstsein als eine hinreichende Bedingung für Personalität angesehen wird,
- (b) es nicht nur ontogenetisch, individuell-psychisch und aktuell-psychisch, sondern auch phylogenetisch ein Kontinuum verschiedener Grade von Bewusstheit gibt,
- (c) Bewusstheit reduktionistisch als eine graduierte biologisch-computationale Funktion von zentralen Nervensystemen betrachtet werden kann,

dann muss Personalität im Tier-Mensch-Übergangsbereich sowohl diachron als auch synchron ebenfalls als graduiert verstanden werden.

Damit scheiden aber sowohl "Bewusstsein" (im hier präzisierten Sinne von Bewusstheit) als auch "Personalität" als in der bioethischen Debatte verwendbare trennscharfe Kriterien zur Abgrenzung des Personenbegriffes mit allen seinen ethischen, juristischen und politischen Implikationen aus.

Literatur

Birbaumer N, Schmidt RF (2006): Biologische Psychologie. 6., vollständig überarbeitete und ergänzte Auflage Heidelberg 2006

Blow N (2007): Following the wires. Nature Methods 4: 975-981

Bluff LA, Weir AAS, Rutz C, Wimpenny JH, Kacelnik A (2007): Tool-related Cognition in New Caledonian Crows. Comparative Cognition & Behaviour Reviews Volume 2: 1-25

- Broom DM, Sena H, Moynihan KL (2009): Pigs learn what a mirror image represents and use it to obtain information, *Animal Behaviour*, Volume 78 (5): 1037-1041
- Cartmill E A, Byrne R W (2007): Orangutans Modify Their Gestural Signaling According to Their Audience's Comprehension. *Current Biology* Volume 17 (15): 1345-1348
- Dennett D (1971): Intentional Systems. *Journal of Philosophy* 68: 87-106
- de Waal FBM, Dindo M, Freeman CA, Hall MJ (2005): The monkey in the mirror: Hardly a stranger. *PNAS* 102 (32): 11140-11147
- Dotd H-U, Leischner U, Schierloh A, Jährling N et al. (2007): Three-dimensional visualization of neuronal networks in the whole mouse brain. *Nature Methods* 4: 331-336
- Gallup GG (1977): Self-recognition in primates. *American Psychologist* 32/1977: 329-338
- Inoue S, Matsuzawa T. (2007): Working memory of numerals in chimpanzees, *Current Biology*, 17 (23): R1004-R1005
- Jensen K, Call J, Tomasello M (2007): Chimpanzees Are Rational Maximizers in an Ultimatum Game. *Science* 5 Vol. 318. no. 5847: 107-109
- Kenward B, Weir AAS, Rutz C, Kacelnik A (2005): Behavioural ecology: Tool manufacture by naive juvenile crows. *Nature* 433 (121)
- Krützen M, Mann J, Heithaus MR, Connor RC, Bejder L, Sherwin WB (2005): Cultural transmission of tool use in bottlenose dolphins. *PNAS* 102 (25): 8939-8943
- Leinhos-Heinke U (2010): "Gut und Böse" – darwinisch betrachtet? *IZPP* 1/2009 [www.IZPP.de]
- Mason B (2005): More animals join the learning circle. *NewScientist.com* 28 August 2005
- Matheson SM, Ashera L, Bateson M (2007): Larger, enriched cages are associated with 'optimistic' response biases in captive European starlings (*Sturnus vulgaris*). *Applied Animal Behaviour Science* 2007 doi:10.1016/j.applanim.2007.03.007
- Melis AP, Hare B, Tomasello M (2006): Chimpanzees Recruit the Best Collaborators. *Science* 3 Vol. 311. no. 5765: 1297-1300
- Mendes N, Hanus D, Call J (2007) Raising the level: orangutans use water as a tool. *Biology Letters* Volume 3 (5): 453-455
- Mercader J, Barton H, Gillespie J et al. (2007): 4,300-Year-old chimpanzee sites and the origins of percussive stone technology. *PNAS* 104 (9): 3043-3048
- Metzinger T (2004): *Being No One*. Cambridge London 2004
- Metzinger T (2006): *Being No One – Eine sehr kurze deutsche Zusammenfassung*. In: Metzinger T (Hg.): *Grundkurs Philosophie des Geistes*. Band 1: Phänomenales Bewusstsein. Paderborn 2006, 424-475
- Metzinger T (2009): *Der Ego-Tunnel. Eine neue Philosophie des Selbst: Von der Hirnforschung zur Bewusstseinsethik*. Aus dem Englischen von Thomas Metzinger und Thorsten Schmidt. Berlin 2009
- Mulcahy NJ, Call J (2006): Apes Save Tools for Future Use. *Science* Vol. 312. no. 5776: 1038-1040
- Pepperberg I et al. (2005): *Journal of Comparative Psychology* 119 (2): 197
- Pepperberg I M (2007): Grey parrots do not always 'parrot': the roles of imitation and phonological awareness in the creation of new labels from existing vocalizations. *Language Sciences* 29 (1): 1-13
- Petermann F, Niebank K, Scheithauer H (2004): *Entwicklungswissenschaft. Entwicklungspsychologie – Genetik – Neuropsychologie*. Berlin Heidelberg 2004
- Plotnik JM, de Waal FBM, Reiss D (2006): Self-recognition in an Asian elephant. *PNAS* 103 (45): 17053-17057
- Pollick AS, de Waal F B M (2007): Ape gestures and language evolution. *PNAS* 104 (19): 8184-8189
- Pollok B, Prior H, Güntürkün O (2000): Development of Object Permanence in Food-Storing Magpies (*Pica pica*). *Journal of Comparative Psychology* 114 (2): 148-157
- Prior H, Pollok B, Güntürkün O (2000): Sich selbst vis-à-vis: Was Elstern wahrnehmen. *RUBIN Das Wissenschaftsmagazin der Ruhr-Universität Bochum* Ausgabe 2/2000
- Pruetz J D, Bertolani P (2007): Savanna Chimpanzees, *Pan troglodytes verus*, Hunt with Tools. *Current Biology* 17: 412-417

- Raby CR, Alexis DM, Dickinson A, Clayton NS (2007): Planning for the future by western scrub-jays. *Nature* 445: 919-921
- Range F, Viranyi Z, Huber L (2007): Selective Imitation in Domestic Dogs. *Current Biology* 17: 868-872
- Reiss D, Marino L (2001): Mirror self-recognition in the bottlenose dolphin: A case of cognitive convergence. *PNAS* 98 (10): 5937-5942
- Ros A (1982): Kausale, teleologische und teleonomische Erklärungen. *Zeitschrift für allgemeine Wissenschaftstheorie* XIII/2: 320-335
- Ros A (1996): Bemerkungen zum Verhältnis zwischen Neurophysiologie und Psychologie. *Journal for General Philosophy of Science* 27: 91-130
- Ros A (2007a): Reduktion, Identität und Abstraktion. Bemerkungen zur Diskussion um die These von der Identität physischer und psychischer Phänomene. *e-Journal Philosophie der Psychologie* <http://www.jp.philo.at/texte/RosA1.pdf>, März 2007
- Ros A (2007b): Willensfreiheit, Urheberschaft und Zufall. In: Krüger H-P (Hg.): *Hirn als Subjekt? Philosophische Grenzfragen der Neurobiologie*. Deutsche Zeitschrift für Philosophie. Sonderband 15. Berlin 2007, S. 305-348
- Revonsuo A (2006): Wie man Bewusstsein in der kognitiven Neurowissenschaft ernst nehmen kann. In: Metzinger T (Hg.): *Grundkurs Philosophie des Geistes*. Band 1: Phänomenales Bewusstsein. Paderborn 2006, 505-527
- Sanz C, Morgan D, Gulick S (2004): New Insights into Chimpanzees, Tools, and Termites from the Congo Basin. *Am Nat* 2004 164: 567-581
- Smith JD, Shields WE, Washburn DA (2003): The comparative psychology of uncertainty monitoring and metacognition. *Behavioral and Brain Sciences* 26: 317-339
- Taylor AH, Hunt GR, Holzhaider JC, Gray RD (2007): Spontaneous Metatool Use by New Caledonian Crows. *Current Biology* Volume 17 (17): 1504-1507
- Taylor AH, Elliffe D, Hunt GR, Gray RD (2010): Complex cognition and behavioural innovation in New Caledonian crows. *Proc. R. Soc. B* published online before print April 21, 2010, doi:10.1098/rspb.2010.0285
- Vollmer G (2002): Evolutionäre Erkenntnistheorie. Angeborene Erkenntnisstrukturen im Kontext von Biologie, Psychologie, Linguistik, Philosophie und Wissenschaftstheorie. 8., unveränderte Auflage Stuttgart Leipzig 2002
- Walde B (2006): Willensfreiheit und Hirnforschung. Das Freiheitsmodell des epistemischen Libertarismus. Paderborn 2006
- Warneken F, Tomasello M (2006): Altruistic Helping in Human Infants and Young Chimpanzees. *Science* 3 Vol. 311. no. 5765: 1301-1303
- Warneken F, Hare B, Melis AP, Hanus D, Tomasello M (2007): Spontaneous Altruism by Chimpanzees and Young Children. *PLoS Biol* 5 (7): e184
- Weir AAS, Chappell J, Kacelnik A. (2002): Shaping of hooks in New Caledonian crows. *Science* 297: 981
- Weir AAS, Kacelnik A (2006): A New Caledonian crow (*Corvus moneduloides*) creatively re-designs tools by bending or unbending aluminium strips. *Animal Cognition* 9: 317-334
- Westhoff G et al. (2010): Target tracking during venom 'spitting' by cobras. *Journal of Experimental Biology* 213 (11): 1797