



Tobias Rahde

Stufen der mentalen Repräsentation bei
Keas (*Nestor notabilis*)

Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades des Doktors der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.)

Stufen der mentalen Repräsentation bei Keas (*Nestor notabilis*)

Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades des
Doktors der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.)

Eingereicht im Fachbereich Biologie, Chemie, Pharmazie
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Tobias Rahde

aus Stadthagen

Berlin, 2014

Die vorliegende Arbeit wurde in dem Zeitraum April 2009 bis Januar 2014 unter der Betreuung von Prof. Constance Scharff, PhD, am Institut für Verhaltensbiologie der Freien Universität Berlin durchgeführt.

1. Gutachterin: Prof. Constance Scharff, PhD
2. Gutachterin: Prof. Dr. Silke Kipper

Disputation am: 18.03.2014

Kurzfassung

Anhand des kognitiven Modells der Philosophin Joëlle Proust (2000) als theoretische Basis dieser Forschung wurden drei Versuchsreihen mit in Zoologischen Gärten gehaltenen Keas (*Nestor notabilis*) durchgeführt, um hiermit Rückschlüsse auf eine mentale Repräsentation dieser Papageienart schließen zu können. Es zeigte sich, dass Keas die höchste getestete Stufe der Objektpermanenz (Stufe 6b „unsichtbares Verstecken“) erreichen, wobei die Männchen signifikant bessere Leistungen als die Weibchen zeigten. Sechs der neun Versuchstiere waren in der Lage nach einer kurzen Trainingsphase eine Kategorie für Keas anhand von Bildern auf einem Touchscreenmonitor von unbelebten Gegenständen zu unterscheiden. Hierbei wurden, unabhängig von der Größe des Bildes, bei den Keabildern signifikant häufiger der Flügel oder die Füße des Bildes berührt als dieses aufgrund der Fläche zu erwarten war. In der dritten Versuchsreihe verhielten drei der sieben Tiere sich in einer Variation des von Gallup erdachten Spiegeltests (Gallup 1970) so, dass man davon ausgehen kann, dass sie sich selbst im Spiegel wahrnahmen.

Aus diesen Ergebnissen wird geschlossen, dass Keas die höchste Stufe des kognitiven Modells erreichen und zumindest über eine einfache Art der mentalen Repräsentation ihrer Selbst verfügen. Welche Schlüsse hieraus auf ein mögliches Bewusstsein gezogen werden können, muss jedoch offen bleiben.

Schlagwörter: Nestor notabilis, Objektpermanenz, Kategorienbildung, Selbsterkennung, Spiegel, mentale Repräsentation

Abstract

Based on the cognitive model of the philosopher Joëlle Proust (2000) three experimental setups with Keas (*Nestor notabilis*) raised in Zoological Gardens were conducted to investigate their stage of mental representation. The parrots reached the highest testing level of object permanence (stage 6b, invisible emplacement), with males performing better than females. After a short training session with a touchscreen six of nine subjects were able to distinguish between images of ‘Keas’ and inanimate objects. Independent of image size, the Keas touched the wings and the feet of the picture significantly more than expected by chance. In the third experimental setup using a modified mirror test designed by Gallup (1970) three of seven individuals behaved in a way consistent with mirror recognition.

These results suggest, that Keas reach the highest level of the cognitive model and have at least a simple kind of mental representation of self. Further research is needed to investigate the level of consciousness and self-awareness in Keas.

Keywords: Nestor notabilis, objectpermanence, categorization, self-recongnition, mirror, mental representation

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	4
Abstract	4
Inhaltsverzeichnis	6
Einleitung	8
1 Keas	11
1.1 Taxonomie	11
1.2 Lebensraum	11
1.3 Verhalten	12
1.4 Schutzstatus	13
1.5 Haltung in Gefangenschaft	13
2 Stand der Forschung	15
2.1 Keas als Forschungsobjekte	15
2.2 Kognitive Modelle	16
2.3 Objektpermanenz.....	22
2.3.1 Piagets Stufen der Objektpermanenz.....	22
2.3.2 Tests zur Objektpermanenz beim Menschen.....	27
2.3.3 Tests zur Objektpermanenz bei Tieren.....	28
2.4 Kategorienbildung	33
2.4.1 Ebenen der Kategorienbildung	33
2.4.2 Tauben als Modellorganismen für Kategorienbildungstests	36
2.4.3 Tests zur Kategorienbildung bei anderen Tieren.....	40
2.5 Selbsterkennung im Spiegel	43
2.5.1 Methodologische Entwicklung.....	43
2.5.2 Versuchsobjekte für die Selbsterkennung im Spiegel	47
2.5.3 Schlussfolgerungen aus den erzielten Ergebnissen	51
3 Die Versuchstiere	54
3.1 Individuen.....	54
3.2 Gehege	55
3.2.1 Vogelpark Marlow.....	55
3.2.2 Zoologischer Garten Berlin	57
3.3 Ernährung	58
3.3.1 Vogelpark Marlow.....	58
3.3.2 Zoologischer Garten Berlin	59

3.4	Belohnungsfutter	59
4	Versuche zur Objektpermanenz	60
4.1	Material und Methoden	60
4.2	Ergebnisse.....	64
4.3	Diskussion	75
5	Versuche zur Kategorienbildung	78
5.1	Material und Methoden	78
5.2	Ergebnisse.....	84
5.3	Diskussion	96
6	Versuche zur Selbsterkennung im Spiegel	100
6.1	Material und Methoden	100
6.2	Ergebnisse.....	104
6.3	Diskussion	126
7	Abschlussdiskussion und Ausblick	129
7.1	Einordnung der Ergebnisse im Bezug zur mentalen Repräsentation bei Keas .	131
7.2	Einordnung der Ergebnisse im Bezug zur Bewusstseinsfrage bei Keas	135
7.3	Weiterführenden Versuche	136
8	Danksagung.....	139
9	Literatur	140
	Abbildungsverzeichnis.....	157
	Tabellenverzeichnis	160
	Stichwortverzeichnis.....	161
	Anhang.....	165
	Berührungshäufigkeiten der Bildzonen bei dem jeweiligen Bild.....	165
	Definitionen der Verhaltensweisen vor dem Spiegel	169
	Datenblätter der Beobachtung unmarkierter Tiere vor dem Spiegel	171
	Ergebnisse der statistischen Tests zur Spiegelselbsterkennung.....	178

Einleitung

Die kognitiven Fähigkeiten eines Lebewesens zu untersuchen, welches nicht in der Lage ist, mit uns zu kommunizieren, ist eine Aufgabe, welche von der Biologie fordert neben den technisch möglichen Methoden auch die philosophische Denkweise mit einzubeziehen. Mit den kognitiven Fähigkeiten könnte man ganz allgemein ein komplexes und flexibles Verhalten verstehen, welches auf gewonnen Erkenntnissen und Eindrücken aus der Umwelt beruht (vgl. Wasserman & Zentall 2006). Bereits Darwin unterstellte höheren Tieren eine gewisse kognitive und mentale Kapazität. So schrieb er: „*The difference between men and higher animals, great as it is, certainly is one of degree and not of kind*“ (Darwin 1871/1920, S.128). Aber diese Abstufungen der kognitiven Fähigkeiten sind nicht nur entscheidend sondern auch hoch komplex. In diesen sehr weit gefassten Begriff der kognitiven Fähigkeiten gehören Komplexe vom einfachen Lernen durch Versuch und Irrtum bis zu grundlegendem technischem und physikalischem Verständnis, von Nachahmung bis Innovation und von einfacher Habituation auf Reize der Umwelt bis zur mentaler Repräsentation von Gedanken. Speziell dieser letztgenannte Komplex ist schwierig experimentell bei Tieren zu untersuchen. In den bisher existierenden Untersuchungen zur mentalen Repräsentation wurden in den meisten Fällen philosophische Fragen in den Vordergrund gestellt (vgl. Metzinger 2010, 69 ff). In der vorliegenden Arbeit wird ein interdisziplinärer Ansatz verfolgt, d.h. die aus der Philosophie stammenden Theorien sollen empirisch naturwissenschaftlich bearbeitet werden. Die Besonderheit besteht also darin, dass die philosophischen Theorien nicht erst in der Diskussion der Ergebnisse Anwendung finden, sondern bereits bei dem Entwurf der Versuchsdesigns mitgedacht werden. Angestrebt wird hierbei eine vergleichende Kognitionsforschung, d.h. es werden spezielle Versuchsdesigns entworfen, welche so oder in sehr ähnlicher vergleichbarer Form bereits bei anderen Tiergruppen und Menschen durchgeführt wurden. Auf diese Weise lassen sich nicht nur potentielle kognitive Fähigkeiten vergleichen sondern auch Rückschlüsse auf mentale Fähigkeiten begründen, wobei jedoch immer auch die evolutiven Besonderheiten der Tierart berücksichtigt werden müssen bzw. sogar Rückschlüsse auf evolutive Entwicklung der kognitiven Fähigkeit an sich geschlossen werden können (vgl. MacLean et al 2012). Speziell bei Tierarten, denen eine höhere Intelligenz zugesprochen wird, gab es, vergleichbar mit dem Menschen, zahlreiche empirische Versuche einen Blick in die Gedankenwelt der Tiere zu werfen (z.B. Povinelli & Eddy 1996c, Call & Tomasello 2008). Bei der hier vorliegenden Forschung soll jedoch noch nicht versucht werden eine ‚*Theory of mind*‘¹ für Keas nachzu-

¹ Die ‚*Theory of mind*‘ beschäftigt sich mit den Vorgängen welche dazu führen, dass Gefühle, Gedanken oder Absichten bei anderen erkannt und bei sich selbst wiedererkannt werden können. Auf diese Wei-

weisen, sondern hier wird sozusagen eine wichtige Vorstufe einer solchen Theorie behandelt. Die theoretische Grundlage für diese Forschungsarbeit (Proust 2000, 2005) setzt *bottom-up* bei einfachen Reiz-Reaktionsmechanismen über Protorepräsentationen, Kategorienbildung bis hin zur mentalen Repräsentation an. Basierend auf dem kognitiven Modell von Proust (2000), sollen in dieser Forschung drei kognitive Leistungen genauer untersucht werden, um hiermit auf eine mögliche mentale Repräsentation schließen zu können. Einfache mentale Repräsentationen können als Grundlage für Gedanken angesehen werden (siehe Kapitel 2.2). Die Fragestellung der *Theory of mind* ist nicht selten, wie Tiere den Geist der anderen Tiere repräsentieren (vgl. Sterelny 2000), Während bei Primaten hierzu schon einige Forschungsdaten gesammelt wurden (siehe Kapitel 2.5.2) steht die Forschung bei Vögeln erst am Anfang der Erkenntnis. Millikan bemerkt jedoch sehr zutreffend:

„Das letzte Ziel muss darin bestehen, Modelle für die kognitiven Systeme einer jeden der verschiedenen Tierarten zu konstruieren und zu testen. Wir werden aber sicher in die Irre gehen, wenn wir nicht bedenken, dass es zahlreiche Möglichkeiten zwischen dem propositionalen Denken des Menschen und dem Fehlen jeglichen Denkens gibt.“ (Ruth Millikan, In: Wild 2008; S. 105)

Der andere Gehirnaufbau bei Vögeln hat sie lange Zeit als relativ uninteressante Versuchsobjekte für die dem Menschen vergleichbare Kognitionsbiologie erscheinen lassen. Neuere Untersuchungen an Gehirnen von Vögeln haben ergeben, dass diese Tiere auf Grund ihrer Gehirnstruktur im Prinzip zu vergleichbaren kognitiven Leistungen fähig sein könnten wie Säugetiere (Jarvis et al 2005). Der Präfrontalkortex wird als oft als *conditio sine qua no* für die Fähigkeit zum Denken und der Intelligenz angesehen (Miller et al 2001). Da das *Nidopallium caudolaterale* (NCL) der Vögel viele funktionale, neuroanatomische, elektrophysiologische und molekulare Ähnlichkeiten zum präfrontalen Cortex der Säugetiere aufweist (Kirsch et al 2008a), wird es als Äquivalent diskutiert (Hartmann & Güntürkün 1998). Sollte der Cortex also in der Tat die Voraussetzung für höhere kognitive Fähigkeiten sein, gibt es also a priori keine Gründe auszuschließen, dass Vögel kognitive Fähigkeiten besitzen, die bei Säugetieren, vor allem bei Primaten, bereits nachgewiesen wurden. Hierfür wurde eine Vogelart gesucht und gefunden, die über Voraussetzungen verfügt, welche bei Primaten als wichtig für die Herausbildung der (sozialen) Intelligenz angesehen wurden (Sterelny 2000): sie leben in sozialen Gruppen zusammen und sind aufgrund ihres Lebensraumes flexibel bei der Nahrungssuche und Erschließung von Nahrungsquellen. Ausgewählt wurden die auf Neuseeland beheimateten Bergpapageien Keas (*Nestor notabilis*). Die vorliegende For-

se ist es möglich Vorstellungen und Gedanken des Gegenübers zu erraten und nachzuempfinden, was wiederum empathisches Verhalten erzeugen kann (vgl. hierzu Povinelli & Vonk 2006; Tomasello et al 2003)

schung soll versuchen einen Blick in die innere, mentale Welt von Keas zu werfen. Anhand von drei unterschiedlichen Versuchen (Objektpermanenz, Kategorienbildung und Selbsterkennung im Spiegel) soll die mentale Repräsentation dieser Papageienart eingegrenzt werden. In den bisherigen Untersuchungen konnten bei den Keas die klassischen kognitiven Fähigkeiten festgestellt werden, welche vor allem auf ein besonderes technisches Verständnis dieser Bergpapageien schließen lassen: voraussehende Planung, zielgerichtete Problemlösung, kausale Schlussfolgerungen aber auch soziales Lernen (Tebich et al., 1996; Huber et al. 2001a; Diamond & Bond 2004; Werdenich & Huber 2006; Huber & Gajdon 2006a; Gajdon et al. 2006).

Nachdem ein kurzer allgemeiner Überblick über diese Tierart gegeben wird (Kapitel 1) folgt ein umfangreicher Überblick über den Stand der Forschung (Kapitel 2). Hierbei werden die bisher gemachten relevanten Versuche mit Keas als Forschungsobjekten umrissen (Kapitel 2.1), um dann das dieser Forschung zugrundeliegende kognitive Modell genauer vorzustellen (Kapitel 2.2) und in den Kontext der aktuellen philosophischen Debatte zu stellen. In dem Stand der Forschung zu den drei Versuchsreihen wird jeweils auf die methodologischen Gemeinsamkeiten und Unterschiede sowie die Diskussionen um die Deutung der Ergebnisse eingegangen (Objektpermanenz 2.3; Kategorienbildung 2.4; Selbsterkennung im Spiegel 2.5). Es folgt eine knappe Vorstellung der einzelnen Versuchstiere und ihrer Haltung (Kapitel 3) bevor die Methoden und Ergebnisse der drei großen Versuchsreihen im Einzelnen vorgestellt werden (Kapitel 4-6). Nach jedem Versuchsteil werden die Ergebnisse einzeln diskutiert. In der Abschlussdiskussion (Kapitel 7) werden die Ergebnisse aus allen drei Versuchsteilen zusammengefasst und damit Rückschlüsse auf die Stufe des kognitiven Modells und die mentale Repräsentation sowie auf ein mögliches Bewusstsein bei Keas gezogen. Außerdem beinhaltet dieses Kapitel mögliche weiterführende Versuche.

1 Keas

1.1 Taxonomie

Die Erstbeschreibung der Keas fand 1856 durch Gould statt (Collar 1997). Keas gehören gemeinsam mit den Kakas oder auch Waldpapagei (*Nestor meridionalis*) und den bereits ausgestorbenen Nordfalk-Kakas oder auch Dünnschnabelnestor (*Nestor productus*) die Gattung der Nestorpapageien (*Nestor*) (Collar 1997). Molekulare phylogenetische Untersuchungen haben gezeigt, die Familie der *Strigopidae*, zu welchen neben den Kakas und den Keas auch die Kakapos (*Strigops habroptilus*) gehören, eine eigene Familie der *Psittaciformes* ist und sich in zwei Stämme unterteilt: *Strigopini* und *Nestorinae* (Wright et al 2008). Wright et al fanden ebenfalls heraus, dass sich die *Strigopidae* sehr früh von den *Psittaciformes* trennten, vermutlich mit der Abspaltung Neuseelands von Gondwana, vor circa 82 -85 Millionen Jahren. Aus einem ‚Proto-Kaka‘ welches vor circa fünf Millionen Jahren in den Neuseeländischen Wäldern lebte, entwickelte sich dann der Kea, der Kaka und der Nordfalk-Kaka (Gill et al 2010).

Es handelt sich bei Keas um 45-50 cm große Bergpapageien aus Neuseeland. Ihr Deckgefieder ist olivgrün und die Flügelunterseiten sind rot mit gelben und schwarzen Bänderungen. Der Oberschnabel ist deutlich länger als der Unterschnabel. Es existiert kein sehr deutlicher Sexualdimorphismus in Form einer unterschiedlichen Gefiederfarbe, wie er bei anderen Papageien zu erkennen ist (z.B. *Eclectus roratus*). Bond et al. (1991) stellten jedoch fest, dass Männchen im Durchschnitt 5 % größer als die Weibchen sind und der Oberschnabel 12-14 % länger ist.

1.2 Lebensraum

Keas sind auf Neuseeland endemisch. Lediglich auf der Südinsel Neuseelands sind sowohl sie als auch ihre nahen Verwandten die Kakas zu finden. Allerdings unterscheidet sich ihr Lebensraum grundsätzlich. Während die Kakas den bewaldeten Ostteil der Insel besiedeln, leben und brüten die Keas in den Südalpen, welche sich an der Westküste befinden. Die Spitzen der Südalpen liegen unter einer permanenten Schneedecke und erreichen eine Höhe von bis zu 3754 m (Mount Cook). Keas leben vorwiegend in Höhen von 500 bis 2000 m (Diamond & Bond 1999). Zwar halten sich Keas vorwiegend am Boden auf, sind aber anders als die ebenfalls auf Neuseeland endemischen Kakapos (*Strigops habroptilus*) voll flugfähig.

1.3 Verhalten

Keas bilden Brutpaare, welche die Jungvögel in einem Erdnest gemeinsam aufziehen. In Gefangenschaft sind Keas meist monogam, in freier Wildbahn oder in sehr großen Gehegen kann es jedoch auch vorkommen, dass sich ein Männchen mit drei oder vier Weibchen verpaart (Woolcock 2000). Ein Keagelege umfasst zwei bis vier Eier, welche von dem Weibchen bebrütet werden. Das Männchen füttert das Weibchen während der dreiwöchigen Brutzeit. Nach dem Schlupf der Jungen werden diese in der ersten Woche vom Weibchen gefüttert, welches die Nahrung vom Männchen übernimmt, während sie danach auch vom Männchen direkt gefüttert werden. Die Entwicklung der Jungtiere, welche blind und hilflos schlüpfen, vollzieht sich recht langsam und erst nach neun bis dreizehn Wochen verlassen sie das Nest. Meist überleben nur ein bis zwei Jungtiere. Diamond und Bond (1999) teilen die Entwicklung der Keas nach dem Verlassen des Nestes in vier Stufen ein: 1.) *Fledglings*, 2.) *Juveniles*, 3.) *Subadults* und 4.) *Adults*. *Fledglings* sind die Jungtiere, welche gerade erst das Nest verlassen haben. Sie sind abhängig von der Fütterung der Elterntiere, da sie noch nicht in der Lage sind selbst Futter zu finden. Diese Lebensphase dauert in etwa fünf bis sechs Wochen. *Juveniles* hingegen sind bereits in der Lage selbst Futter zu finden. Sie bilden mit gleichaltrigen Tieren beider Geschlechter lose Gruppen ohne festes Revier. Die *Subadults* haben sich zwar bereits in einem festen Gebiet niedergelassen, aber die Geschlechtsreife noch nicht erreicht. Diese erreichen Kea-Männchen im Alter von vier bis fünf Jahren, die Weibchen nicht vor dem dritten Lebensjahr. Auch optisch lassen sich diese unterschiedlichen Lebensphasen erkennen. Die *Fledglings* sind durch einen gelb-orange gefärbten Ring um die Augen, sowie einer gleichen Verfärbung der Wachshaut zu erkennen. Diese beiden Merkmale verlieren die älter werdenden Tiere in den nächsten beiden Lebensphasen. Bei den *Subadults* ist der Augenring bereits nicht mehr geschlossen und der Schnabel ist komplett dunkel. Die *Fledglings* sind außerdem noch durch eine gelbliche Färbung im Kopfgefieder zu erkennen. Keas können ein Alter von bis zu 20 Jahren erreichen (vgl. Diamond & Bond 1999).

Keas sind in ihrem Nahrungsverhalten extrem variabel. Neben Samen, vor allem von unterschiedlichen Buchenarten fressen sie in Neuseeland auch Insekten, kleiner Säugetiere wie Mäuse und Kaninchen aber vor allem ihre Vorliebe für Schaffleisch wurde ihnen zum Verhängnis (siehe Schutzstatus, Kapitel 1.4). In Gefangenschaft werden unterschiedliche Futtermittel angeboten (Schroepel 2009): Neben speziellen Papageienfuttermitteln werden häufig Nüsse (Wal- und Erdnüsse) sowie Früchte und Gemüse verfüttert. Auch Sonnenblumenkerne, Mais und eingeweichte Hülsenfrüchte sowie Reis wird häufig angeboten. Besonders in der Paarungszeit bekommen Keas in Zoologischen Gärten auch Hühner- oder Rindfleisch in kleinen Portionen. Besonders fetthaltiges Futter wie Butter und Käse wird bevorzugt aber nur selten verfüttert, um die Gesundheit der Tiere nicht zu gefährden.

1.4 Schutzstatus

Keas sind auf der Roten Liste der bedrohten Spezies der International Union for Conservation of Nature (IUCN 2012) aufgeführt. Ihr Bestand wird hier als gefährdet (vulnerable) angegeben. Es existieren jedoch wenige genaue Bestandszahlen. In der Literatur ist von 5000 bis 15000 Tieren die Rede (Anderson 1986; Bond & Diamond 1992). Bis 1970 wurde der Bestand an Keas besonders stark durch den Menschen dezimiert. Circa 150.000 Tiere wurden bis dahin getötet, da sie in dem Ruf standen Schafe zu töten, um an ihr Fett zu gelangen, was bei einzelnen Tieren beobachtet werden konnte. Offiziell ist das Töten von Keas mittlerweile verboten, aber jedes Jahr wird eine nicht bestimmte Menge an Tieren durch Farmer vergiftet oder abgeschossen, wie die IUCN berichtet (IUCN 2012).

Zusätzliche Probleme für Keas stellen eingeschleppte Arten, wie zum Beispiel Hermeline (*Mustela erminea*), Hauskatzen, Fuchskuskus (*Trichosurus vulpecula*), denen neben den Jungtieren vor allem die Eier zum Opfer fallen. Zusätzlich entstehen in den nahrungsarmen Wintermonaten Nahrungskonkurrenzen zu weiteren eingeschleppten Arten wie Tahre (*Hemitragus jemlahicus*), Rothirsche (*Cervus elaphus*), Feldhasen (*Lepus europaeus*) und Gämsen (*Rupicapra rupicapra*).

Zum besseren Schutz der Keas sind sie in den CITES (Convention on Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora) Anhang II aufgenommen worden. Seit 1986 stehen Keas unter vollem Schutz (IUCN 2012).

1.5 Haltung in Gefangenschaft

Für Keas wird ein europäisches Zuchtbuch (ESB) im Rahmen des Europäischen Erhaltungszuchtprogramms (EEP) geführt. Der Zuchtbuchführer ist Duncan A. Bolton in Zusammenarbeit mit dem Bristol Zoo Gardens. In Zoologischen Gärten sind Keas keine Seltenheit und werden relativ regelmäßig nachgezogen. Zurzeit sind in Deutschen Zoos 52 Tiere untergebracht, europaweit sind es 131 Exemplare.

Tabelle 1: Aufstellung der in Zoos gehaltenen Keas für Europa (nach ISIS 2013)

Ort	Männchen	Weibchen	Unbekannt	Schlupf in den letzten 12 Monaten
Amsterdam	3	2	0	2
Antwerpen	1	1	0	0
Arnhem	1	1	0	0
Aywaille	1	1	0	0

Beauval	3	2	0	0
Berlin Zoo	1	1	0	0
Blackpool	1	1	0	0
Bremerhaven	1	4	3	3
Bristol	3	3	0	0
Brno	0	1	0	0
Burford	2	1	0	0
Bussoleng (Verona)	1	1	0	0
Cambron	7	3	0	0
Copenhagen	2	1	2	0
Coulange	1	1	0	0
Dombres	2	0	3	0
Dortmund	1	1	0	0
Duisburg	1	0	0	0
Frankfurt	4	1	0	0
Halle	1	2	1	1
Harehatch	1	1	0	0
Hayle	6	7	1	3
Heidelberg	3	2	0	2
Leipzig	1	1	0	0
Lesna-Got	1	1	0	0
Liberec	1	1	0	0
Marlow	4	4	0	0
München	1	1	2	0
Münster	1	1	0	0
Saarbrücken	2	0	0	0
Schmiding	1	2	0	0
Stuttgart	2	2	0	0
Warschau	2	1	0	0
Wien	1	1	0	0
Wroclaw	1	1	0	0
Gesamt:	65	54	12	11

2 Stand der Forschung

2.1 Keas als Forschungsobjekte

Keas gelten gemeinhin als äußerst spielfreudig und neuen Objekten gegenüber aufgeschlossen. Keller untersuchte dieses ausgeprägte Spielverhalten der Tiere genauer und erstellte ein erstes Teilethogramm (Keller 1974a, 1974b.)

Untersuchungen, welche nicht rein deskriptiv sondern auch experimenteller Natur waren wurden in Zoologischen Gärten und vor allem am Konrad Lorenz-Institut für Vergleichende Verhaltensforschung in Zusammenarbeit mit dem Zoologischen Institut der Universität Wien durchgeführt. Der inhaltliche Schwerpunkt dieser Arbeitsgruppe liegt in der Erforschung des Lernverhaltens durch soziale Interaktion. Bei Vergleichen des Spielverhaltens von Keas mit den sehr eng verwandten Kakas zeigte sich bereits im Freiland ein besonders ausgeprägtes und variantenreiches soziales Spiel (Diamond & Bond 2004). Speziell das soziale Spiel mit unterschiedlichen neuen und bekannten Objekten konnte hier immer wieder beobachtet werden. Um soziale Interaktion bei Keas genauer zu untersuchen, wurden unterschiedliche Experimente durchgeführt. Um zunächst zu testen, ob die Tiere in der Lage sind instrumentell miteinander zu kooperieren, wurde eine Wippkonstruktion entworfen, bei der ein Tier die Wippe betätigen muss, damit ein anderes an Futter gelangt. Hier zeigte sich, dass die Kooperation stark von der Hierarchie der zu belohnenden Keas abhing. So zwangen beispielsweise hochrangige Keas niedrigrangige zur Kooperation (Tebich et al. 1996). Es konnte also soziale Manipulation entlang der Hierarchielinie beobachtet werden. Um das Lernverhalten dieser Papageienart genauer zu untersuchen konstruierten Huber et al. (2001a) eine Nahrungsbox mit unterschiedlichen Verschlussmechanismen und trainierten einen Kea diese zu öffnen. Andere untrainierte Keas beobachteten dieses Tier beim Öffnen der Box und wurden danach selbst mit der Nahrungsbox konfrontiert. Obwohl es diesen Tieren nicht gelang die Box vollständig zu öffnen, beschäftigten sie sich jedoch signifikant länger und intensiver mit der Box als vollständig naive Keas. Durch die vorherige Beobachtung des trainierten Artgenossen entstand bei diesen Keas anscheinend ein besseres Verständnis der Verschlussmechanismen. Huber interpretiert diese Ergebnisse als Indizien für einen Lernen durch Nachahmung (Huber et al. 2001a). Die besondere technische Intelligenz dieser Papageienart zeigt sich des Weiteren in Versuchen, bei denen die Keas unterschiedlichste Mechanismen öffnen oder betätigen müssen, um an Nahrung zu gelangen (Huber & Gajdon 2006a). Hierbei lassen sie eine Vorstellung davon erkennen, was ihr Handeln auslöst. Die Befunde lassen vermuten, dass sie vorausschauend und zielgerichtet planen und kausale Schlussfolgerungen aufstellen können. Der flexible

Umgang der Keas mit Informationen scheint durch eine Art technischer Intelligenz und einer hohen Kapazität physikalische Zusammenhänge zu durchdringen, begünstigt. Keas zeigen sich dabei sensitiv für relevante funktionale Erkenntnisse und wenden diese auf neue Situationen an, was weniger plausibel durch ausschließliches Lernen durch Versuch und Irrtum erklärt werden kann (Huber & Gajdon 2006a).

Bei Primaten und anderen Affenarten wurde zur genaueren Erforschung der sensomotorischen Intelligenz der Versuch des „String-pulling“ etabliert (Povinelli 2000). Hierbei wird ein Stück Futter oder ein anderes Objekt an einem Seil befestigt und das Tier muss an dem richtigen Seilende ziehen, um an das Futter zu gelangen. Keas lösen dieses Problem meist schon im ersten Versuch, indem sie das Seil mit dem Schnabel hochziehen und dann jeweils mit der Krallen festhalten. Neben der außerordentlichen Schnabel-Fuß-Koordination zeigen sie hierbei ein sehr zielgerichtetes Verhalten (Werdenich & Huber 2006). Auch später durchgeführte Varianten dieses „String-pulling“-Tests lösen sie spontan und erkennen, ob die Belohnung mit dem Zugmechanismus verbunden ist oder nicht. Im Bezug auf das räumliche Verständnis und auf Ursache-Wirkungsmechanismen zeigen sie hierbei eine ähnlich komplexe Leistung wie Primaten (Auersperg et al. 2009).

Auffällig bei den bisherigen Untersuchungen an Keas ist eine große Individualität. Bei Beobachtungen im Freiland konnte festgestellt werden, dass immer nur einige Individuen neue Innovationen bezüglich des technischen Verständnisses zeigten. Auch Individuen, welche die richtige Lösung zum Öffnen von Verschlüssen beobachteten, waren später nicht in der Lage, diese gemachten Beobachtungen auf das eigene Verhalten selbstständig anzuwenden. Die individuelle Erfahrung spielte also scheinbar eine größere Rolle als Beobachtung und daraus resultierendes soziales Lernen (Gajdon et al. 2006). Bei Versuchen zur Aufmerksamkeitsdauer wurde ebenfalls eine große individuelle Bandbreite festgestellt, welche sich weder mit dem Alter der Tiere noch mit der Hierarchie oder dem Geschlecht korrelieren ließ (Range et al. 2009). Das besonders auffällige Explorationsverhalten ist im Vergleich mit Kolkraben wesentlich aufwendiger und weniger zielgerichtet. Ein möglicher Erklärungsansatz ist, dass eine besonders effektive Futtersuche bei Keas im Vergleich zu Kolkraben aufgrund der Abwesenheit von Fressfeinden bei gleichzeitigem hohem Nahrungsangebot nicht evolviert ist (Schloegl et al. 2009).

2.2 Kognitive Modelle

Die Tierphilosophie beschäftigt sich schon seit Descartes (vgl. Perler 1996) intensiv mit der Mensch-Tier-Unterscheidung und den Fähigkeiten der Tiere und versucht hieraus Rückschlüsse über ihren ‚Geist‘ anzustellen. Die moderne Tierphilosophie hat sich immer weiter von Descartes‘ Gedanken entfernt, Tiere als eine Art Automat anzusehen,

welcher ohne eigene Gedanken handelt. Eine wichtige Aufgabe für die Kognitionsforschung in Verbindung mit der Tierphilosophie besteht darin herauszufinden, wie solche Gedanken aussehen könnten und welche Inhaltsebene sie erreichen können. Tiere besitzen keine Worte, um die Welt zu beschreiben und ihren Gedanken Ausdruck zu verleihen. Die Tatsache, dass manche Tiere die Welt zudem noch mit anderen Sinnen oder Sinnfertigkeiten wahrnehmen, legt den Gedanken nah, dass der Mensch nie wirklich verstehen wird, wie es sich anfühlt ein bestimmtes Tier zu sein. Da sich Tiere nicht in ausreichendem Maße über eine Sprache verständlich machen können, kann Verhalten ein Schlüssel sein, mit dem Rückschlüsse auf Gedanken geschlossen werden können. Dennett (In: Wild 2008) unterscheidet drei verschiedenen Ebenen, auf denen ein Verhalten betrachtet werden kann. Er verdeutlicht diese Ebenen anhand des Experimentes von Premack und Woodruff (1978). Sie konfrontierten eine Schimpansin mit zwei Behältern, von denen nur einer mit Nahrung gefüllt war. Diese Behälter waren für das Tier nicht selbstständig erreichbar sondern nur mit Hilfe eines Trainers zu erlangen. Ein Trainer verhielt sich kooperativ, der andere konkurrierend. Die Schimpansin zeigte bei dem kooperativen Trainer auf den gefüllten Eimer, bei dem konkurrierenden jedoch auf den leeren. Aus diesem Versuch leitet Dennett die folgenden Ebenen ab: 1) die physikalische Einstellung. Hiermit wird die Bewegungsabfolge des Verhaltens bestimmt. Die Schimpansin reagiert auf einen Reiz mit einer bestimmten Reaktion. Es handelt sich hierbei lediglich um kausale Relationen. Die Absicht oder Einstellung der Trainer wird nicht erkannt. Dennett bezeichnet dieses als 0.Stufe. 2) die funktionale Einstellung, also welches Ziel hat die Bewegungsabfolge und wozu wird sie durchgeführt. In dem Versuchsbeispiel bedeutet dieses, dass die Schimpansin die Trainer *unterscheidet* und *will*, dass der kooperierende Trainer den vollen Eimer bringt und der konkurrierende Trainer den leeren Eimer erhält. Und schließlich 3) die intentionale Einstellung, welche Wünsche, Absichten und Meinungen hinter dem Verhalten betrachtet. Im Bezug zu dem Versuch bedeutet dieses, dass die Schimpansin den konkurrierenden Trainer *erkennt* und ihn bewusst versucht zu täuschen, also *will*, dass er *denkt* den Behälter mit Nahrung zu bekommen. Speziell diese dritte Ebene lässt sich empirisch schwer darstellen. Hierfür muss die Kognitionsforschung eindeutig interpretierbare Versuche zu Verhaltensabläufen entwerfen, mit deren Hilfe dann die Rückschlüsse auf die Gedanken geschlossen werden können. Jerry Fodor (1987) liefert Argumente für die Existenz einer Mentalsprache, welche den intentionalen Umgang mit Gedanken ermöglichen könnte. Angelehnt an die Theorien von Chomsky (2002) ist er der Meinung, dass man eine natürliche Sprache nur dann erlernen kann, wenn bereits ein Sprachvermögen zugrundeliegt. Bei dieser Mentalsprache handelt es sich um ein System bedeutungstragender Symbole (mentale Repräsentationen). Diese Mentalsprache könnte ein wichtiger Bestandteil des sprachlichen Vermögens sein, sie erlaubt die syntaktischen Regeln zu benutzen und mit ihrer Hilfe können die Worte Bedeutungen erlangen. Diese Mentalsprache ist jedoch viel reduzierter als eine tatsächliche, natürliche Sprache. Mit Hilfe dieser Mentalsprache

kann eine sprachliche Repräsentation erlangt werden. Sprachliche Repräsentation ist für ein feingliedriges begriffliches Repräsentationssystem notwendig, aber „es ist sehr wohl möglich, dass andere Spezies ihre Erfahrungen auf eine Weise strukturieren können, die über das bloße Zusammenstellen dieser Erfahrung in Äquivalenzklassen zwecks der Erzeugung von unmittelbaren Reaktionen im Verhalten hinausgeht“ (Allen 1999). Um genaueres über solche mentalen Repräsentationen bei Tieren zu erfahren, kann es lohnend sein, dass zweckgerichtete Verhalten der Tiere zu untersuchen. Millikan (1997) unterscheidet zwei Arten von zweckgerichtetem Verhalten: die biologische und die intentionale Zweckausrichtung. Unter der biologischen Zweckausrichtung versteht Millikan so etwas wie den historischen Überlebenswert, d.h. das Verhalten brachte eine vorteilhafte Wirkung mit sich, die sich in der Evolutionsgeschichte der Spezies oft genug wiederholt hatte, um jetzt dazu beizutragen, dass dieses Verhalten ausgelebt wird. Bei der intentionalen Zweckausrichtung hingegen werden individuell Zwecke erkannt und daraufhin (wiederum individuelle) Pläne erdacht. Intentionalität bedeutet hierbei auf Dinge Bezug zu nehmen, die von anderen Dingen handeln. Die menschliche Intentionalität unterscheidet sich allerdings in einigen Punkten von einer angenommenen tierischen Intentionalität. Im Gegensatz zu den Tieren existiert bei den Menschen keine direkte Verknüpfung zwischen dem indikativen und dem imperativen Modus (zwischen Reiz und Reaktion), d.h. die menschlichen Überzeugungen münden nicht direkt in Handlungen. In der Tierwelt existierten eher undifferenzierte innere Repräsentationen. Durch diese Trennung von indikativen und imperativen Funktionen im inneren Repräsentationssystem beim Menschen, müssen sie, laut Millikan, reintegriert werden, um somit zu Handlungen zu führen. Hieraus ergeben sich für den Menschen die praktischen Schlussfolgerungen. Auf diese Weise werden Wünsche und Überzeugungen neu verknüpft. Des Weiteren können im Repräsentationssystem des Menschen Widersprüche auftreten. Dinge können somit als wahr oder falsch eingestuft werden. Durch solche Negationen können neue Erkenntnisse entstehen. Über die Art und Ausprägung der Repräsentationssysteme bei Tieren ist bislang jedoch relativ wenig bekannt. Die Autorin hält es für entscheidend, die Repräsentationssysteme der einzelnen Tierarten zu untersuchen und nicht die menschlichen Repräsentationssysteme auf die Tierarten zu übertragen. Hierbei können bei unterschiedlichen Tierarten auch innerhalb von Verwandtschaftsgruppen starke Unterschiede auftreten. Die Beschaffenheit eines tierischen Geistes ist deshalb immer im Zusammenhang mit den jeweils relevanten ökologischen und sozialen Problemen zu sehen. Der tierische Geist ist geformt durch umweltbedingte Veränderungen und Zwänge. Der internale Zustand hat, laut Dretske (1986), die Aufgabe auf den externalen Zustand zu reagieren. Die Evolution hat also neuronale Mechanismen hervorgebracht, welche kausale Begründungen für zunächst einfache Lernformen wie Habituation und Sensibilisierung zulassen, da diese es dem Organismus ermöglichen, flexibler auf die Umwelt zu reagieren. Es existiert eine direkte Kovarianz

zwischen dem mentalen Status und einer anderen äußeren Bedingung, welche den mentalen Status indizierte.

Als Grundlage für die vorliegende Untersuchung wurde ein vierstufiges Modell der Repräsentation von Proust gewählt (2000, 2005), da es anhand eines solchen Modells möglich wird Stufen der mentalen Repräsentation empirisch zu belegen. Dieses Modell wurde gewählt, da es sich explizit auf die mentalen Repräsentation und deren unterschiedlicher Abstufung bezieht. Proust stimmt mit Millikan überein, dass es nicht möglich ist, die menschlichen Kategorien für mentale Zustände einfach auf das Tierreich zu übertragen. Trotzdem kann es möglich sein die unterschiedlichen Stufen der mentalen Repräsentation nachzuvollziehen. Hierfür werden frühe evolutionäre mentale Zustände zur Hilfe genommen. „Der Gedanke einer Entwicklung kognitiver Modelle setzt [...] *bottom-up* bei den Minimalbedingungen für basale oder simple ‚Geistesinhaber‘ an und schafft eine gestufte, vergleichende Ordnung kognitiver Systeme“ (Perler & Wild 2005; S.70). **Die erste Stufe** des kognitiven Modells nach Proust umfasst einen einfachen Reiz-Reaktionsmechanismus, über den mit der Umwelt in Kontakt getreten wird. Als Beispiel hierfür verwendet Proust (1999) die Meeresschnecke *Aplysia*. Der Mantel und Siphon der Molluskenart *Aplysia* ist für taktile Reize empfänglich und lässt das gesamte Tier bei Berührung in eine Abwehrreaktion verfallen. Diese Reaktion ist nicht flexibel und kann nicht an die Art des Reizes angepasst werden. Es wird also lediglich die erhaltene Information „verbraucht“ und hierin ähnelt diese erste Stufe der Nullstufe von Dennett (1992). Um diese Informationen zu nutzen, ist es nicht notwendig, dass *Aplysia* über eine mentale Repräsentation der Umwelt verfügt. Das Tier ist jedoch in der Lage auf häufige Berührungen zu habituieren und daraufhin nicht in die Abwehrreaktion zu verfallen. Wenn das Tier einen häufigen taktilen Reiz empfängt, kann es trotzdem lernen den Siphon auszufahren. Hawkins und Kandel (1984) erkannten einen elementaren neuronalen Mechanismus dafür und vermuteten, dass dieser Mechanismus auch bei höheren Lebensformen als Teil des Lernens genutzt wird. Durch diesen Mechanismus sei eine internale Repräsentation der Welt (nach Dretske s.o.) möglich. Dennoch ist diese Repräsentation nicht vollständig, denn das Tier kann nicht entscheiden, ob diese Repräsentation wahr oder falsch ist. Es gibt keine zusätzlichen Kontrollmöglichkeiten der sensorischen Neurone, welche in der Lage wären das entstandene Bild zu korrigieren oder zu erweitern, so dass die Wahrnehmung starr und unflexibel ist. Sie verfügen also nicht über eine mentale Repräsentation der Welt. Aus Lernverhalten erfolgt damit nicht automatisch eine mentale Repräsentation. Außerdem ist für eine Repräsentation immer ein direkter Kontakt mit den Rezeptoren notwendig, eine sensorische Verarbeitung der (weiteren) *Umwelt* ist nicht möglich.

Die zweite Stufe des kognitiven Modells beinhaltet die Protorepräsentation. Dinge werden mithilfe von unterschiedlichen sensorischen Kanälen wahrgenommen. Hierbei wird also eine erste komplexere Nutzung der Informationen vorgenommen. Durch die Nut-

zung der unterschiedlichen sensorischen Kanäle ist es möglich Dinge auch zu erkennen, wenn die Informationen nicht vollständig sind, z.B. die ursprüngliche Information optische und akustische Signal enthielt, bei einem erneuten Auftreten aber nur die optischen Signale wahrzunehmen sind. Auf diese Art und Weise können sie nicht nur erkannt sondern auch kurzfristig über die unterschiedlichen Sinneskanäle wiedererkannt werden. Diese Art der Wiedererkennung beinhaltet aber nur eine qualitative Erkennung. Die erkannten Gegenstände können nicht quantifiziert werden. Eine solche Fähigkeit ist aber auch nötig um genaue Einzelheiten festzumachen und in Grundzügen rein assoziativ zu Lernen. Der innere Zustand des Lebewesens wird auf dieser Stufe mit einem äußeren Zustand kovariiert, was als Protorepräsentation bezeichnet wird. Hierdurch kann auf Reize unterschiedlich reagiert werden und die Reaktion auch verzögert werden, da sie nicht mehr unwillkürlich ist. Hierfür ist es notwendig, dass sich die Gegenstände in einer Art spatiotemporalem Koordinatensystem befinden (Proust 1999). Die Informationen, welche über die sensorischen Kanäle aufgenommen werden, finden eine Widerspiegelung in der realen Welt und werden zumindest kurzzeitig gespeichert. Vereinfacht gesagt muss das Tier wissen, dass der Gegenstand auch da ist, wo es ihn wahrgenommen hat, es muss also über eine einfache Stufe der Objektpermanenz verfügen. Die Informationen durch die unterschiedlichen sensorischen Kanäle werden verknüpft und dadurch auch die Kanäle kalibriert. So führt zum Beispiel ein Geräusch aus einer bestimmten Richtung dazu, dass der Blick dorthin gewendet wird um die Information zu verifizieren und zu konkretisieren. Dieses führt dazu ein objektiveres mentales Bild der Welt zu erhalten als es noch bei *Aplysia* der Fall war.

Proust nennt als Beispiel für diese Stufe des kognitiven Modells die Sinneswahrnehmung einer Eule (Proust 2005). Die Ereignisse der verschiedenen Sinnesmodalitäten wirken additiv. Eine Eule kann jedoch im Gegensatz zu der Meeresschnecke bestimmte Sinnesmodalitäten korrigieren und somit das Vorkommen am gleichen Ort im gesamten Wahrnehmungsfeld einordnen. Im Gegensatz zur Meeresschnecke kann die Eule ihre *Umwelt* erfassen und damit relevante Reize herausfiltern.

Erst auf **der dritten Stufe** des kognitiven Modells ist die Fähigkeit zur Kategorisierung vorfindbar. Hierbei werden Ereignisse oder Dinge in Kategorien eingeteilt, welche ein jeweils unterschiedliches Verhalten hervorrufen. Die Kategorien werden sehr viel dauerhafter und nachhaltiger im Gedächtnis gespeichert und können auch noch zu einem späteren Zeitpunkt abgerufen werden. Diese Stufe beinhaltet damit auch ein gewisses Abstraktionsverhalten. Zu der Art wie Kategorien gebildet werden und welche kognitiven Grundlagen hierzu notwendig sind, gibt es teilweise konträre Ansichten, welche in Kapitel 2.4 genauer dargelegt werden. Kategorienbildung ist nicht nur eine wichtige Grundlage für einen Spracherwerb sondern auch eine Vorstufe der mentalen Repräsentation der Welt.

Als Beispiel für diese Stufe können die Beobachtungen an Grünen Meerkatzen dienen (Seyfarth 1980). Sie haben unterschiedliche Alarmrufe für ihre unterschiedlichen Prädatoren ausgebildet. Diese Alarmrufe führen bei den anderen Gruppenmitgliedern dann jeweils zur adäquaten Reaktion (siehe Kapitel 2.4.3).

Die vierte Stufe schließlich stellt die mentale Repräsentation dar. Einen wichtigen und grundlegenden Schritt zur mentalen Repräsentation sieht Proust in der Richtig-Falsch-Unterscheidung. Die eingehenden sensorischen Informationen können auf ihren Wahrheitsgehalt überprüft werden. Nicht jedes Wesen, das mit Gegenständen umgehen kann, besitzt eine strukturierte Kapazität für eine mentale Repräsentation, welche es ermöglicht die Welt objektiv zu betrachten. Hierfür ist unter anderem auch ein Generalitätsprinzip notwendig, d.h. zu jeder Zeit und an jedem Ort muss dieser Umgang mit den Objekten möglich sein und sie zweifelsfrei erkannt werden und nicht automatisch eine bestimmte Reaktion hervorrufen. Erst auf dieser Stufe ist der vollständige Übergang von der Protorepräsentation zur mentalen Repräsentation zu sehen. Die erhaltenen Informationen sind auch über längere Zeit speicherbar. Der Inhalt der Information hat sich hierbei vollständig von der direkten Wahrnehmung gelöst. Informationen können dann neu verknüpft werden. In dieser Stufe ist es möglich über die eigenen Gedanken zu reflektieren. Eine vollständige mentale Repräsentation, wie sie beim Menschen vorhanden ist, führt zu einer Bewusstseinsbildung. Durch die mentale Repräsentation sind wir geistig dazu in der Lage uns selbst von anderen zu unterscheiden. Ein Ich-Bewusstsein ist die Voraussetzung dafür, dass wir in der Lage sind über unsere eigenen Gedanken zu reflektieren (Keenan 2005). Hieraus resultieren dann auch Ich-bezogene Emotionen wie Stolz, Scham, Verlegenheit oder Hochmut. Beim Menschen gehört dieses Ich-Bewusstsein nicht zu den angeborenen Fähigkeiten, sondern es wird erst im Kleinkindalter erworben (siehe Kapitel 2.5). Es muss jedoch ein Unterschied gemacht werden zwischen der Selbsterkennung im Spiegel und einem klaren Ich-Bewusstsein. Ich-Bewusstsein kann durch die Spiegeltests nicht einwandfrei belegt werden (Parker et al. 1994, Morin 2011). Dennoch zeigen Amsterdams Studien (Amsterdam 1972) bereits, dass mit der Selbsterkennung im Spiegel noch andere Ichanzeichen auftreten. So zeigten Kinder, die begannen sich im Spiegel zu erkennen, auch plötzlich Verlegenheit, ein Gefühl, das eine Ich-Bezogenheit voraussetzt. Angst hingegen ist nicht mit der Selbsterkennung im Spiegel korreliert. Diese Erkenntnisse, welche beim Menschen gewonnen wurden, können jedoch nicht einfach auf Tiere übertragen werden. Proust ist vielmehr der Meinung, dass Tiere keine geistigen Informationen repräsentieren, welche durch wissenschaftliche oder naive Theorien erlernt wurden, sondern verhaltensleitende Informationen repräsentieren. Eine Selbsterkennung im Spiegel kann also erste Hinweise auf eine mentale Repräsentation des eigenen Ichs bei einer Tierart geben, es kann jedoch noch keinen Beweis für eine komplette mentale Repräsentation liefern. Eine vollständige mentale Repräsentation enthält unterschiedliche Ebenen. Die Repräsentation

erster Ordnung wäre beispielsweise „Es gibt Futter.“ Bei einer mentalen Repräsentation zweiter Ordnung hingegen, wird über die eigenen Gedanken reflektiert („Ich glaube es gibt Futter.“). Diese höheren Ebenen lassen sich jedoch extrem schwer empirisch feststellen.

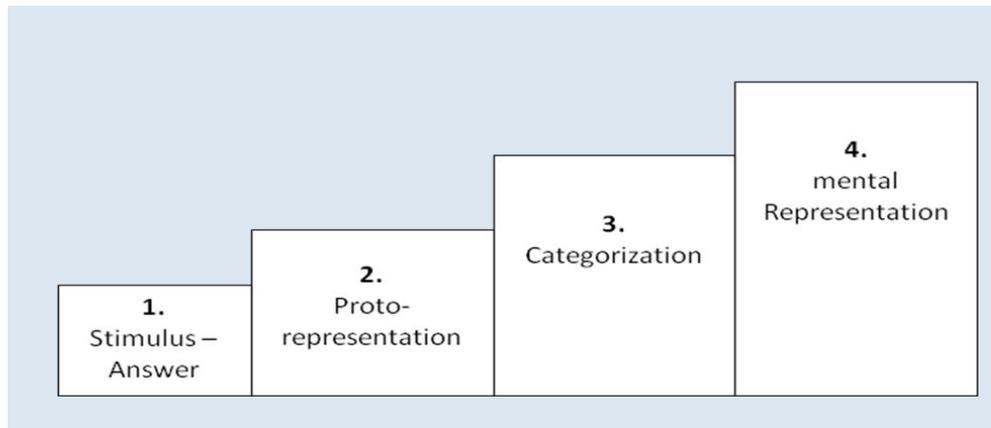


Abbildung 1: Kognitives Stufenmodell nach J. Proust (2000, 2005)

In der vorliegenden Forschungsarbeit sollen die Stufen zur mentalen Repräsentation bei Keas empirisch getestet werden. Beginnend bei der Protorepräsentation, welche mit Hilfe der Tests zur Objektpermanenz nachgewiesen werden soll, dann der Kategorienbildung und schließlich die beginnende mentale Repräsentation anhand der Selbsterkennung des eigenen Spiegelbildes, wird die Abstraktionsebene, dem Modell folgend, komplexer. Im Folgenden wird ein Überblick über den aktuellen Forschungsstand dieser drei Bereiche geliefert.

2.3 Objektpermanenz

2.3.1 Piagets Stufen der Objektpermanenz

Unter Objektpermanenz versteht man das Wissen darum, dass Objekte weiter existieren auch wenn sie nicht mehr über die sensorischen Kanäle erfasst werden können. Geprägt wurde der Begriff von dem Schweizer Entwicklungspsychologen Jean Piaget (Piaget 1969). Piaget definierte den Objektbegriff ihm zufolge werden Objekte in ihrer Dimension als substantiell und permanent aufgefasst. Dieser Objektbegriff führt dann zu einer Konstruktion der umgebenen Welt. Die Objekte werden als dem Ich äußerlich aufgefasst und existieren also auch dann noch, wenn die Wahrnehmung sie nicht direkt anspricht. Diese Wahrnehmung von Objekten führt dazu, dass Gesetzmäßigkeiten in der Umwelt erkannt werden können:

„Eine Welt, die aus permanenten Objekten besteht, konstituiert nicht nur eine räumliche Welt, sondern auch eine Welt, die der Kausalität in Form von Relationen zwischen den Dingen als solchen gehorcht und die eine Ordnung in der Zeit besitzt, ohne fortwährendes Verschwinden und Wiederenstehen.“ (Piaget 1969, S.14)

Piaget untersuchte Kinder in unterschiedlichen Altersstufen. Grundfragen seiner Versuche waren dabei wie aus Verhalten Handlung entsteht und wie das Kind von Sinnesreizen zu Gegenständen und schließlich zu einer Welt gelangt. Bei seinen Untersuchungen zur Entwicklung von Kindern stellte er unterschiedliche Entwicklungsstufen fest, welche aufeinander aufbauen. Zur ersten Entwicklungsstufe, der sensomotorischen Stufe, welche im Alter von null bis circa zwei Jahren dauert, rechnet Piaget auch das Einsetzen der Objektpermanenz. In der sensomotorischen Stufe findet die Entwicklung vor allem auf der Ebene von Wahrnehmung und Motorik statt. Die Entwicklung der Objektpermanenz unterteilt Piaget in unterschiedliche Unterstufen:

In der ersten Phase zeigt das Kind kein besonderes Verhalten im Bezug auf ein verschwundenes Objekt. Dinge, welche in das Wahrnehmungsfeld des Kindes gelangen werden jedoch wiedererkannt. So ist ein Kind beispielsweise dazu in der Lage auf die Mutterbrust beständig zu reagieren oder bekannte Gesichter anzulächeln, allerdings erfordert dieses noch kein festes Bild im Gedächtnis, welches erneut evoziert werden kann und nicht nur auf motorische Schemata reagiert, welche auf jeden neuen Kontakt hin erfolgen. Das Wiedererkennen ist also rein subjektiv. Damit ein Ding jedoch zum Objekt wird, muss es von der eigenen Handlung losgelöst werden und in einen Zusammenhang von räumlichen und kausalen Beziehungen gebracht werden. Auch das Hören von Geräuschen und daraufhin nach ihren Ursprüngen suchen, kann noch nicht als Objektpermanenz angesehen werden, denn es zeigt nur, dass das Assimilationsschemata bestrebt ist, die ganze Wirklichkeit einzubeziehen. Eine Unabhängigkeit von der gegenwärtigen Handlung und der gegenwärtigen Wahrnehmung ist noch nicht gegeben. „[...] die intersensorischen Koordinationen tragen zwar dazu bei, die Welt zu verfestigen, indem sie die Handlung organisieren, aber sie reichen keineswegs aus, diese Welt von der Handlung zu unterscheiden.“ (Piaget ebd., S.19) Der wichtige Unterschied zwischen Hören oder Handlungen fortsetzen zur Objektpermanenz ist, dass eine aktive neue Bewegung eintritt, die die vorherige nicht nur verlängert oder auf Abwarten beruht. Nur dann ist das Objekt nicht mehr auf die eigene Handlung bezogen. Wenn also ein Gegenstand vor den Augen des Kindes verschwindet, schaut es dorthin, wo der Gegenstand verschwunden ist (inaktive Erwartung) und vergisst den Gegenstand bald darauf. Wenn jedoch eine Suchbewegung stattfindet, dann handelt es sich hierbei noch um eine Reproduktion des vorherigen Aktes der Akkommodation. Dieser Reflexmechanismus kennzeichnet die zweite Phase, welche Piaget beschreibt. Hierbei wird der Gegenstand herbeigewünscht. Dieses wird ausgedrückt durch wiederholen der letzten Geste. So wird

beispielsweise durch erneutes Hingucken versucht, das Objekt wieder an dem Ort des Verschwindens entstehen zu lassen

In der dritten Phase zeigt das Kind Anfänge der Permanenz, die die Anpassungshandlung fortsetzt. Diese Phase liegt zwischen den Anfängen des Greifens nach gesehenen Dingen und den Anfängen der aktiven Suche danach. Zwischen dem dritten und sechsten Monat beginnen Kinder nach Dingen zu greifen. Es kommt also zu einer Koordination zwischen der taktilen und der visuellen Welt. Mit neun bis zehn Monaten kommt es aber erst zu der ersten aktiven Suche nach versteckten Gegenständen. Piaget beschreibt fünf Verhaltensweisen, die vom Kind zunächst erlernt werden müssen, bevor es aktiv nach Gegenständen suchen kann:

1. Visuelle Akkommodation an schnelle Bewegungen

Die visuelle Akkommodation an schnelle Bewegungen stellt eine Verlängerung der zweiten Phase dar. Hierdurch wird es dem Kind ermöglicht künftige Positionen des Objektes vorwegzunehmen. Die vorhergesehene Position des Gegenstandes hat eine neue, nicht mit dem Ausgangspunkt identische Position. Allerdings wird hierbei die eigene Akkommodationsbewegung fortgesetzt, wie z.B. die bereits angedeutete Blickrichtung fortgeführt oder zurück zum Ausgangspunkt gegangen. Die Permanenz bleibt hierbei immer auf die eigene Handlung bezogen.

2. Das unterbrochene Greifen

Die Geste des Greifens wird auch dann fortgesetzt oder reproduziert, wenn der Gegenstand außer Sichtweite gerät. Der Gegenstand steht also ‚zur Verfügung‘ für die angedeutete Handlung. Allerdings werden keine neuen Handlungen erfunden, um den Gegenstand zu finden.

3. Die differenzierte Zirkulärreaktion

Die Zirkulärreaktion wird hierbei durch die Umstände unterbrochen. Nach einem gewissen Zeitraum wird sie jedoch ohne jede äußere Anregung wieder aufgenommen. Allerdings stellt hierbei nicht der Gegenstand sondern die Bewegung das Permanente dar.

4. Die Wiederherstellung eines unsichtbaren Ganzen von einem sichtbaren Teil aus

Dieses Stadium konnte erst nach dem Erlernen des gesicherten Greifens beobachtet werden. Erst dadurch entsteht eine Vorstellung von Raum. Der Blick auf einen Teil des Gegenstandes reicht aus, um den Rest zu konstruieren, die Körperlichkeit des Gegenstandes wurde erlernt. Wird der Gegenstand jedoch komplett verdeckt, wird nicht danach gesucht. Das Objekt wird also wahrgenommen, als würde es gerade erscheinen.

5. Die Beseitigung von Hindernissen, die die Wahrnehmung behindern

Diese Stufe stellt bereits einen Übergang zur vierten Phase dar und wird von Kindern im Alter von fünf bis sieben Monaten erreicht. Der Gegenstand ist bei diesem Versuch aber noch teilweise sichtbar und das Beseitigen ist eine Fortführung der Akkommodationsbewegung und keine Verkomplizierung der Handlung. Das Hindernis ist hierbei ein Hindernis im Bezug auf das Subjekt und noch nicht im Bezug auf das Objekt. Das Objekt ist nur die Verlängerung der im Ablauf begriffenen Handlung. Das Kind sucht nur das verschwundene Objekt, wenn die Suche ohne weiteres eine Verlängerung der ablaufenden Akkommodationsbewegung darstellt.

Die Dinge ordnen sich also nur in unmittelbaren Handlungen räumlich an und bleiben nur im Zusammenhang mit dieser Handlung permanent. „Es entsteht also das, was das Wesentliche der Zirkulärreaktion oder reproduzierten Assimilation ausmacht: ein Bemühen um Erhaltung.“ (Piaget ebd., S.49) Das Kind sucht in der dritten Phase noch nicht nach Dingen, die aus seinem Gesichtsfeld verschwunden sind und die es vorher noch nicht berührt hat. Es existiert noch keine Trennung von Verhalten und Gegenstand sowie von dem Selbst und der Welt.

Die vierte Phase stellt ein aktives Suchen nach dem verschwundenen Objekt dar, aber ohne Berücksichtigung der Reihenfolge der sichtbaren Verlagerungen. In dieser Phase sucht das Kind jetzt auch hinter Schirmwänden nach versteckten Gegenständen, d.h. nach Gegenständen, die sich vollständig außerhalb des Sichtfeldes befinden. Zwischen dem achten und zehnten Monat werden die visuelle und die taktile Permanenz koordiniert. Es wird hierbei nicht nur wie in den vorherigen Phasen die Akkommodationsbewegung verlängert, sondern aktiv nach dem Gegenstand gesucht. Der eigentliche Objektbegriff wird aber noch nicht vollständig erlangt. Sichtbare Verlagerungen werden nicht wahrgenommen und das Objekt immer an der gleichen Stelle gesucht. Es tritt das auf, was Piaget als ‚A-nicht-B Fehler‘ bezeichnet:

„Wenn man das Objekt an der Stelle A versteckt, so sucht und findet das Kind es. Wenn man das Objekt dann an die Stelle B bringt und es da vor den Augen des Kindes versteckt, so sucht dieses den Gegenstand, den es mit den Augen verfolgt und bei B verschwinden gesehen hat, dennoch von vornherein bei A wiederzufinden!“ (Piaget 1969, S.56)

Bei Kindern lässt sich eine Entwicklung im Bezug auf diesen Fehler feststellen. So steht am Anfang (1) der A-nicht-B Fehler, dann (2) wird über den Umweg der Suche bei A, sofort danach bei B gesucht, bevor schließlich (3) ohne die Zwischenschaltung von A direkt bei B gesucht wird. Dieses Zurückkehren zu A, obwohl gesehen wurde, dass der Gegenstand unter B versteckt wurde, bezeichnet Piaget als Residualverhalten. Residualverhalten lässt sich auf drei verschiedene Weisen erklären: Es könnte entweder mit Gedächtnisschwierigkeiten oder mit Schwierigkeiten der räumlichen Lokalisation zu tun

haben. Denkbar wäre außerdem ein unvollständiger Aufbau des Objektbegriffs, bei dem das Bild noch nicht von der Gesamtheit abstrahiert ist, sondern als Objekt unter A abgespeichert also noch nicht genügend individualisiert ist. Dieser unvollständige Objektbegriff beinhaltet jedoch die ersten beiden Erklärungsmöglichkeiten. „Während des vierten Stadiums bleibt das Objekt so eher ein praktisches Objekt als ein substanzielles Ding. Die Reaktion des Kindes bleibt ganz oder teilweise geprägt von einer Art vermischtem Phänomenismus und Dynamismus.“ (Piaget ebd., S.70) Das Objekt ist also phänomenistisch, weil es abhängig vom Kontext bleibt und es ist außerdem dynamisch denn es verbleibt in der Verlängerung der Bemühung. Um jedoch einen kompletten Objektbegriff zu erhalten, muss das Kind das Prinzip des Versteckens verstehen. Es müssen also der Phänomenismus der unmittelbaren Wahrnehmung und der Dynamismus der praktischen Wirksamkeit durch einen geometrischen Rationalismus ersetzt werden.

In der fünften Phase berücksichtigt das Kind aufeinanderfolgende Verlagerungen des Objektes. Vom Ende des ersten Lebensjahres bis hin zur Mitte des Zweiten lernt das Kind aufeinanderfolgenden Verlagerungen, die es im visuellen Feld wahrgenommen hat, Rechnung zu tragen. Gegenstände werden ausschließlich dort gesucht, wo sie zuletzt wahrgenommen wurden. Das Objekt wird von seinem praktischen Kontext abstrahiert. Die einfachste unsichtbare Verlagerung² misslingt jedoch. Piaget folgert daraus, dass eine Operation wieder neu erlernt werden muss, wenn sie von einer Bewusstseins- oder Handlungsebene zu einer anderen überwechselt. Das Entdecken des Ergebnisses von unsichtbarer Verlagerung kann jedoch empirisch erlernt werden und als praktisch erlerntes Wissen gespeichert werden. Wenn Objekte unsichtbar verlagert werden, bleiben sie abhängig von ihrem phänomenistischen Gesamtzusammenhang und vom praktischen und dynamischen Schema, obwohl sie bei sichtbaren Verlagerungen bereits permanente Substanz konstituiert haben.

In der sechsten Phase erlangt das Kind die Vorstellung der unsichtbaren Verlagerung. Mithilfe der neuen Methode, der Vorstellung, können jetzt Probleme gelöst werden. Unsichtbare Verlagerungen werden mithilfe der Vorstellung wahrgenommen und so eine solche Komplexität erreicht, dass man von einem wirklichen Bewusstsein der Beziehungen reden muss. Der gesamte Weg des Objektes wird nachvollzogen und das Objekt ist somit konstituiert. Die Permanenz hängt nicht mehr von der eigenen Handlung ab, sondern gehorcht räumlichen und kinematischen Gesetzen, welche unabhängig von der eigenen Person sind. „Das Objekt ist nicht mehr nur die Verlagerung von verschiedenen Akkommodationen wie während der ersten vier Stadien, es ist nicht mehr wie im fünften Stadium ein permanenter bewegter Gegenstand, dessen Bewegung zwar

² Ein Gegenstand wird in eine offene Schachtel gelegt, welche dann unter ein Tuch geschoben wird. Schließlich wird die leere Schachtel unter dem Tuch hervorgeholt.

vom Ich unabhängig geworden ist, aber nur insoweit sie wahrgenommen worden sind; vielmehr macht es sich endgültig von der Wahrnehmung und von der eigenen Handlung frei, um Gesetzen völlig autonomer Verlagerung zu gehorchen.“ (Piaget ebd., S.87) Das Objekt wird aufgefasst als mit sich selbst identisch bleibend (im Unterschied zum fünften Stadium, in welchem der Gegenstand bei nicht sichtbarer Verlagerung dort gesucht wurde, wo ihn das Kind zum ersten Mal fand). Diese Erkenntnis hat weitreichende Folgen. Auch der eigene Körper wird dadurch als Objekt begriffen und das Kind ist in der Lage, vor allem durch Nachahmung, sich seinen Körper in Analogie zu anderen vorzustellen. In dieser Phase ist es dem Kind möglich sich in einen Raum zu stellen, sowohl räumlich und zeitlich wie auch kausal, und einfache Ursache- und Wirkungsprinzipien aufzustellen. Die Welt des Kindes wird zu einer Welt voller koordinierter Objekte, die den eigenen Körper als Element mit einschließt. Diese Stufe bildet den Abschluss der sensomotorischen Phase.

2.3.2 Tests zur Objektpermanenz beim Menschen

Durch eine Reihe weiterführender Versuche, welche auf Piagets Beobachtungen und Schlussfolgerungen aufbauten, wurden die Erkenntnisse zur Objektpermanenz vertieft. Durch Variationen im Versuchsaufbau sind teilweise die von Piaget angegebenen Altersstufen verschoben worden. Baillargeon, Spelke und Wassermann (1985) stellten bereits bei Kindern im Alter von fünf Monaten eine Objektpermanenz fest. Ihr Versuchsaufbau unterschied sich von dem Piagets. Sie benutzten eine bewegliche Klappe, die flach auf dem Boden liegend einen 180° Winkel beschreiben konnte. Die Klappe wurde zunächst in einem 90° Winkel zum Boden aufgestellt und vor den Augen des Kindes fallen gelassen. Dann wurde ein Gegenstand vor den Augen des Kindes hinter der Klappe positioniert und die Klappe erneut fallen gelassen. Wenn die Klappe nun völlig zu Boden fiel (impossible event) und nicht wie eigentlich zu erwarten am dahinterliegenden Gegenstand stoppte (possible event), zeigte das Kind Verwunderungsreaktionen, welche durch die Dauer des Blickes gemessen wurde. Der Vorteil dieses Versuchsaufbaus gegenüber dem von Piaget liegt vor allem darin, dass das Kind keine motorischen Fähigkeiten erlernen muss, um den Test durchzuführen, da es nichts ergreifen oder beiseiteschieben muss. Die Schlussfolgerung die Baillargeon et al. aus diesen Beobachtungen zogen waren, (1) dass das Kind erwartet, dass die Klappe an dem Gegenstand stoppt und (2) dass sie verstehen, dass der Gegenstand hinter der Klappe weiter existiert, auch wenn sie keine offensichtliche Suchreaktion zeigen.

Spelke et al. (1994) stellen jedoch auch einen grundsätzlichen Unterschied im physikalischen Verständnis von Kindern fest. So sind Kinder im Alter von sechs bis zehn Monaten nach ihren Forschungen in der Lage ein einfaches physikalisches Verständnis zu entwickeln. Sie erwarten bei angestoßenen und dann rollenden Gegenständen keine grundlosen Richtungsänderungen und gehen davon aus, dass dieser Gegenstand an Ge-

schwindigkeit verliert und schließlich ausläuft und zum Stehen kommt. Ist dieses nicht der Fall, zeigen die Kinder deutlich Überraschungsreaktionen. Kinder im Alter von vier bis sechs Monaten zeigen nicht diese Erwartungshaltung.

Früher als von Piaget angenommen wurde auch das aktive Suchen nach Gegenständen bei Kindern beobachtet. Shinskey und Munakata (2003) entwickelten hierfür ein Versuchsdesign, bei dem Kinder im Dunkeln nach Gegenständen suchen konnten. Auch bei diesem Versuchsaufbau lag der Vorteil darin, dass keine speziellen motorischen Fähigkeiten notwendig waren, um Suchverhalten zeigen zu können. Klare Unterschiede zeigten sich vor allem auch in der Auswahl der Gegenstände nach denen gesucht wurde. Vertraute Gegenstände wurden häufiger gesucht als nicht vertraute, Gegenstände, welche Geräusche von sich gaben häufiger als stumme. Sechseinhalb Monate alte Kinder suchen häufiger nach Spielzeugen als nach Nicht-Spielzeugen und als im Licht (unter einer Decke versteckt). Auch Kinder mit geistigen oder körperlichen Beeinträchtigungen entwickeln ein Konzept der Objektpermanenz (Bruce & Muhammad 2009). Sie durchlaufen dabei dieselben Stadien wie Kinder ohne Beeinträchtigungen, allerdings in anderen langsameren Geschwindigkeiten.

Charles und Rivera (2009) widersprechen aufgrund der Erkenntnisse von Spelke et al. (1994) und Shinskey und Munakata (2003) Piaget in der Annahme, dass das Verstehen und Erkennen von Permanenz bei Objekten synonym mit einer mentalen Repräsentation zu setzen und in der Entwicklung gleichzusetzen sei. Sie gehen davon aus, dass das Suchverhalten mit den Augen und jenes mit den Händen sehr stark von der Affordanz des Gegenstandes abhängen und aus diesem Grund sehr unterschiedliche Ergebnisse bezüglich der Altersstruktur entstanden sind. Sie verstehen unter Affordanz gestalterische Merkmale, welche den Betrachter führen. Auch Young (2005) beschreibt bereits diesen Ansatz. Das Fehlen von solchen auslösenden Merkmalen, welche dann ein (intentionales) Verhalten hervorrufen, erklärt das fehlende Suchverhalten. Es existiert also keine handlungsauffordernde Umweltgegebenheit. Diese auslösenden Merkmale sind jedoch keine exklusiven Größenmerkmale von intentionalem Verhalten. Piaget geht davon aus, dass fehlendes Suchverhalten ein Indiz für ein fehlendes Konzept von der Beschaffenheit von Objekten liefert. Piaget verknüpft das Suchverhalten direkt mit der Objektpermanenz - über die Art der kognitiven Entwicklung besteht jedoch ein wissenschaftlicher Disput (Young 2005). Aus diesem Grund wird das Suchverhalten als ein weiterer (kognitiver) Entwicklungsschritt angesehen, aber nicht als einziges Indiz für Objektpermanenz. Die Beziehung zwischen Verstehen und Handeln ist bei Piaget sehr eng gefasst und wird kritisiert, da sie nicht eindeutig nachgewiesen werden kann.

2.3.3 Tests zur Objektpermanenz bei Tieren

Die Arbeit von Piaget beinhaltet die besondere Chance tierische Kognition mit der Entwicklung von Kognition beim Menschen zu vergleichen, da er Versuche entwickelte,

die nicht auf der menschlichen Sprache basieren. Dadurch dass Piaget ein Testverfahren entworfen hat, welches sehr einfach auszuführende Handlungen misst und daraus Schlüsse auf kognitive Fähigkeiten folgert, entsteht eine über die Artengrenzen hinausreichende Vergleichbarkeit. Die kognitive Revolution (Hulse et al. 1968) verfolgte einen assimilatorischen Denkansatz, d.h. tierische und menschliche Intelligenz werden als ähnlich angesehen. Die kognitive Entwicklung stellt sich demzufolge als Zusammenspiel von internalen Faktoren und Umwelteinflüssen dar. Während also eine Übersetzung von Piagets Modell ins Tierreich als anthropomorph kritisiert wird, ist sie unter Einbeziehung der Umweltfaktoren und ökologischen Grundlagen dennoch zulässig (Hulse et al. 1968).

Irene Pepperberg (2002) entwickelt sechs Punkte, die eine konstruktive Kritik an der Übertragung des Piaget Modells auf die Tierwelt beziehungsweise deren Schlussfolgerungen darstellen: (1) Standardisierte Tests ignorieren Umwelteinflüsse. Die Sozialisation wird nicht mit einbezogen. Sowohl bei Menschen als auch bei Menschenaffen zeigte sich das eine abwechslungs- und reizreiche Umwelt auch ein ausgeprägteres Verhalten fördert. Es ist also notwendig die Einflüsse, welche ein Tier vor den Tests hatte, mit einzubeziehen. Piagets Tests können also auch dazu genutzt werden gleiche Arten unter unterschiedlichen Einflüssen zu vergleichen. (2) Die Tests messen auch Lernerfolge: Es wäre möglich, dass die Tests auch Lernerfolge reflektieren und keine angeborene Entwicklung. Dieses muss bei der Interpretation mit einbezogen werden. Nicht nur Training spielt hierbei eine Rolle, sondern ebenso Motivation, Aufmerksamkeit, Wiederholungen. Lernt das Tier also über einen kognitiven Prozess oder über Beobachtung des Verhaltens des Experimentators oder durch Versuch und Irrtum. Physikalische Schwierigkeiten (junge Tiere können vielleicht Becher noch nicht umwerfen) müssen ebenso bedacht werden. (3) Die Tests sollen zeigen, dass eine bewusste Repräsentation stattfindet: konkrete Repräsentation ist jedoch meist nicht nötig und kann durch diese Tests nicht vollständig nachgewiesen werden. Für viele Tiere und Kinder reicht irgendein interessanter Gegenstand aus, um ein Suchverhalten auszulösen. Mentale Repräsentation reicht jedoch weiter (siehe Kapitel 2.2). (4) Komplexere Fragestellungen werden als Beweise für spezifischere kognitive Fähigkeiten herangezogen. Es sollten immer Fähigkeit getestet werden, die nicht aufgrund spezifischer Sinnesleistungen zustande kommen, um Vergleiche über Artgrenzen zu ermöglichen. (5) Wenige Kontrollen sind möglich. Blickfolge und Effekte wie beim Klugen Hans sind zu minimieren (verspiegelte Sonnenbrille, Abwenden etc.), geruchliches Leiten ist für Vögel, speziell Keas zwar nicht völlig unerheblich (Gsell et al 2012), jedoch lassen sich Tiere, die stark auf Gerüche reagieren, durch Tricks (Uzgiris & Hunt 1975, Stage 15) nicht hinters Licht führen. (6) Die Ebenen der Objektpermanenz gelten als Wegweiser für komplexeres Verhalten. Die Frage sollte nicht sein, wann ein Tier eine gewisse kognitive Ebene erreicht, sondern ob. Dann ist ein Vergleich über Artgrenzen hinweg möglich und kann entweder

zeigen wie sehr eine kognitive Fähigkeit innerhalb einer Verwandtschaftsgruppe verankert ist (und lässt Interpretationen für Begründungen zu) oder zeigt wann sich diese kognitive Fähigkeit evolutiv entwickelt hat (MacLean et al 2012). Zwar zeigen Piagets Experimente gewisse Grenzen der Interpretation, für den artübergreifenden Vergleich sind sie jedoch unabdingbar und führen so zu neuen Fragen (z.B.: ‚Wie kann ein viel kleineres Vogelgehirn ähnliche Leistungen vollbringen, wie ein Menschenaffenhirn‘ oder ‚wie funktionieren Spiegelneurone‘?). Piagets und aufbauende Studien zeigen nicht nur Parallelen in der evolutiven Entwicklung sondern auch ob bestimmte Strukturen von Kognition in nahe verwandten Arten evolutiv stabil sind. Aus diesen Gründen sind Tests zur Objektpermanenz bei Tieren erfolgversprechend und erkenntniserweiternd.

Zunächst wurden Tests zur Objektpermanenz bei den nächsten Verwandten des Menschen durchgeführt, da man sich hier die besten Erfolgchancen versprach. Spinozzi und Poti (1993) testeten zwei junge **Schimpansen** (*Pan troglodytes*) im Alter von 14 und 19 Monaten und stellten fest, dass sie ab dem Alter von 19 Monaten Dinge aktiv suchten und fanden, wo auch immer sie versteckt wurden. Dieses galt allerdings nur für sichtbare Verlagerungen. Sie erreichten also die fünfte Phase der Piaget-Stufen der Objektpermanenz (Call 2001). In den Tests von Collier-Baker et al. (2006) konnten bereits vorher gemachte Beobachtungen von Suchverhalten bei unsichtbarem Verstecken (also Piagets 6. Stufe) bei afrikanischen Primaten (Schimpansen [*Pan troglodytes*] siehe Mathieu et al. 1981, **Gorillas** [*Gorilla gorilla*] siehe Redshaw 1978) und wenigen Neu- und Altweltaffen (**Rhesusmakaken** [*Macaca mulatta*] siehe Wise et al. 1974, **Kapuzieneraffen** [*Cebus olivaceus*] siehe Mathieu et al. 1976) bestätigt werden. Durch den Aufbau dieser Tests und systematische Kontrollen konnte hierbei simple Suchstrategien ausgeschlossen werden, so dass die Autoren auf eine mentale Repräsentation des versteckten Gegenstandes schlossen, welche der von Kindern im Alter von 18 bis 24 Monaten glich. In einer größer angelegten Studie testete Albiach-Serrano et al. (2010) das unsichtbare Verstecken von Gegenständen an acht Schimpansen (*Pan troglodytes*), fünf **Bonobos** (*Pan paniscus*), vier Gorillas (*Gorilla gorilla*) und sieben **Orang-Utans** (*Pongo pygmaeus*). Bei ihren Versuchen verschob sie Becher mit darunter verborgenen Gegenständen um einen Achse. Alle getesteten Affenarten waren in der Lage die versteckten Gegenstände aufzuspüren. Albiach-Serrano folgerte daraus ein allozentrisches, räumliches Aufschlüsseln von gesehenen und nicht gesehenen Vorgängen. Tests von Suda-King (2008) an Orang-Utans (*Pongo pygmaeus*) zeigten, dass die Tiere bei der Suche, welche eine Erinnerung an das Versteck erfordert, häufig Vermeidungsstrategien wählten, um sich nicht erinnern zu brauchen oder versuchten den Versuchsleitern mitzuteilen, dass sie sich nicht an das Versteck erinnern könnten. Martin-Ordas et al. (2010) stellte in diesem Zusammenhang ein episodisches Gedächtnis bei Menschenaffen fest, welches eine wichtige Voraussetzung für das Auffinden von Gegenständen ist und auch bei Vögeln (speziell *Corviden*, siehe unten) gefunden werden kann.

Auch durchgeführte Tests mit **Makaken** (Hall-Haro et al. 2008) zeigten eine mögliche mentale Repräsentation von Objekten. Wird ein Ball mit einer gleichbleibenden Geschwindigkeit sichtbar für das Versuchstier hinter einen Sichtschirm gerollt, verfolgt der Rhesusmakake (*Macaca mulatta*) das nicht mehr sichtbare Objekt weiter mit seinen Augen, bis es auf der anderen Seite wieder erscheint. Allerdings kann hierbei nicht von einer vollständigen mentalen Repräsentation gesprochen werden, da es sich auch um eine Fortsetzung der Akkommodationsbewegung handeln könnte. Eine Vergleichsstudie zwischen Rhesusmakaken und menschlichen Kindern (Diamond et al. 1989a) zeigte, dass die Entwicklung des präfrontalen Cortex korreliert mit der Überwindung des A-nicht-B Fehlers. Durchgeführte Messung des Cortisolgehalts in den Haaren von jungen Rhesusaffen (Dettmer et al. 2009) stellen außerdem einen Zusammenhang zwischen der Höhe des Cortisolwertes und der Stufe der Objektpermanenz her. Jungtiere mit einem höheren Cortisolwert erreichen demzufolge später die höheren Stufen der Objektpermanenz.

Als Neuwelt-Affenart wurden **Liztaffen** (*Saguinus oedipus*) auf Objektpermanenz getestet (Neiworth et al. 2003). Sichtbares und unsichtbares Verstecken wurden hierbei getestet. Außerdem wurde bei den Tests eine zusätzliche Kontrolle eingeführt, die es vermeidet, dass das Tier immer in dem Versteck sucht, welches als letztes vom Experimentator berührt wurde. Es wurde außerdem auf den A-nicht-B Fehler und auf Gedächtnisleistung getestet. Die Liztaffen fanden die Objekte signifikant häufiger als durch reines Raten und sichtbares Verstecken erzielte beim Suchen eine signifikant höhere Trefferrate als unsichtbares Verstecken. Liztaffen erreichten bei den Versuchen aber trotzdem die sechste Stufe der Objektpermanenz. **Lemuren** (*Lemuriformes*) hingegen erreichen nur die fünfte Stufe der Objektpermanenz (Deppe et al. 2009). Diese Stufe, so argumentieren die Autoren der Studie, ist als Anpassung an die natürlichen Erfordernisse der Umwelt ausreichend und ein Verständnis von unsichtbarem Verstecken nicht überlebensnotwendig und deshalb nicht evolviert. Auch Versuche mit unterschiedlichen **Gibbonarten** (*Hylobatidae*) (Fedor et al. 2008) ergaben, dass diese Tiere sowohl bei sichtbarem als auch bei unsichtbarem Verstecken besser abschnitten als durch reines Raten. Bei **Weißbüscheläffchen** (*Callithrix jacchus*) sind die Ergebnisse hingegen nicht wirklich eindeutig (Mendes & Huber 2004).

Doch die Versuchsreihen zur Objektpermanenz reichen über das Taxon der Primaten hinaus. Aufgrund der guten Verfügbarkeit wurden zahlreiche Tests mit domestizierten **Hunden** (*Canis lupus familiaris*) durchgeführt. Während zunächst davon ausgegangen wurde, dass Hunde die sechste Stufe, also das unsichtbare Verstecken, erreichen würden (Gagnon & Dumas 1993), entwickelten sich aus methodologischer Kritik heraus (Collier-Baker et al. 2004) schließlich Testverfahren, die diese Ergebnisse negierten (Fiset & LeBlanc 2007). Die Versuche von Fiset und LeBlanc und die Erweiterung von Topal et al. (2010) haben gezeigt, dass Hunde sehr stark von der Reaktion des Experimentators

oder ihres Herrchens/Frauchens abhängig sind. Wenn sie nicht auf die Reaktion von dritten zurückgreifen können, weil diese beispielsweise hinter einem Sichtschirm verborgen sind, sind sie nicht in der Lage unsichtbar versteckte Gegenstände zu finden. Stufe fünf, also das sichtbare Verstecken an jedem beliebigen Ort, erreichen sie jedoch auch dann. Miller et al. (2009) stellen bei Hunden jedoch starke individuelle Unterschiede fest. Während einige bei Suchreaktionen auf wahrnehmende oder konditionierende Reize reagieren, zeigen andere eine echte Objektpermanenz. Generell ist jedoch eine Tendenz zu erkennen, dass Hunde im Vergleich mit Menschenaffen häufiger an der Stelle nach der versteckten Belohnung suchen, an der sie sie zuletzt gesehen haben (Rooijackers et al. 2009).

Pagé und Dumas (2009) führten des Weiteren auch einen Test zur Objektpermanenz mit **Hauskatzen** (*Felis silvestris catus*) durch. Bereits 1989 hatte Dumas und Doré in ihren Versuchen festgestellt, dass Katzen maximal die Stufe 5 der Objektpermanenz erreichen konnten. In ihren Versuchen aus dem Jahr 2009 erlaubten Pagé und Dumas den Katzen außerdem die Wahl zwischen versteckten und sichtbaren Objekten und die Katzen wählten signifikant häufiger die sichtbaren.

Versuche zur Objektpermanenz mit **Großen Tümmlern** (*Tursiops truncatus*) zeigten, dass die Tiere sichtbares Verstecken problemlos meistern, bei unsichtbaren Verstecken jedoch scheitern. Sie erreichen also Ebene 5 der Objektpermanenz. Kontrollversuche belegen jedoch auch, dass sie in der Lage sind unsichtbares Verstecken zu erlernen, es handelt sich dabei jedoch nicht um eine vollständige mentale Repräsentation (Jaakkola 2010).

Die bisherigen Tests zur Objektpermanenz erstrecken sich nicht nur über die Säugetiere sondern auch einige wenige Vogelarten wurden bereits getestet. Einer der ersten Tests mit Vögeln wurde an **Graupapageien** (*Psittacus erithacus*) durchgeführt (Pepperberg & Kozak 1986). Hierbei wurde festgestellt, dass die Tiere in der Lage sind komplexe unsichtbare versteckte Gegenstände zu entdecken. Im Alter von acht bis zwölf Monaten entwickeln Graupapageien diese Fähigkeit (Pepperberg et al. 1997). Tests mit Rabenvögeln lagen aufgrund ihrer Eigenschaft Nahrung zu verstecken und gezielt wiederzufinden (Scheid et al. 2008) auf der Hand. So belegten Tests mit **Dohlen** (*Corvus monedula*) (Zucca et al. 2006), dass diese Rabenvögel die sechste Stufe der Objektpermanenz erreichten und keinen A-nicht-B Fehler machten. Auch bei **Elstern** (*Pica pica*) trat der A-nicht-B Fehler nicht auf (Pollok et al. 2000). Das Auffinden von unsichtbar versteckten Objekten gelang in fast allen Fällen, lediglich die komplexeste Versteckmöglichkeit (nach Uzgiris & Hunt 1975) misslang.

Ebenfalls durchgeführte Tests auf Objektpermanenz bei **Tauben** (*Streptopelia risoria*) ergaben, dass sie sicher die vierte Stufe der Objektpermanenz erreichten (Dumas et al. 1995).

Tabelle 2: Übersicht über die bislang auf Objektpermanenz getesteten Tiere

Getestete Tierart	Erreichte Stufe der Objektpermanenz
Schimpansen	6
Bonobos	6
Gorillas	6
Orang-Utans	5
Rhesusaffen	5
Kapuzineraffen	5
Liztäffchen	6
Weißbüscheläffchen	5
Lemuren	5
Gibbons	5
Hunde	5 – 6
Katzen	5
Delphine	5
Dohlen	6
Elstern	5-6
Tauben	4-5
Graupapageien	6

2.4 Kategorienbildung

2.4.1 Ebenen der Kategorienbildung

Kategorisierung lässt sich als die Fähigkeit zusammenfassen, Stimuli oder Lebewesen als gleich einzustufen, die nicht identisch aber ähnlich sind. Dies ermöglicht eine Reduzierung von Informationen und eine kognitive Ökonomie, welche es erlaubt, die durch die Bündelung oder Kategorisierung von Informationen frei gewordenen Ressourcen anderweitig zu nutzen. Zur Benutzung von Sprache ist beispielsweise die Fähigkeit Kategorien zu bilden unumgänglich (Herrnstein 1985). Vigo et al. sehen begründetes Handeln als einen symbolischen Prozess von Unterscheidung und Kategorienbildung für

den Sprache nicht essentiell ist. Schlussfolgerungen sind ihrer Meinung nach nichts anderes als Kategorienbildung (Vigo et al. 2009). Durch das Bilden von Kategorien ist es dem Gehirn möglich eines der zentralen Probleme zu lösen: Durch die sensorischen Kanäle gelangt mehr Information in das Gehirn als es mit entsprechendem Verhalten beantworten kann. Es ist also nötig Informationen zu reduzieren um ihrer Herr zu werden (Delius et al. 2000). Aus diesem Grund werden Stimuli zu Kategorien zusammengefasst. Eine wichtige Kategorienbildung für das Verstehen der Welt ist das Konzept von ‚Gleich‘ und ‚Verschieden‘. Dieser Unterschied wurde sogar als wichtige Grundlage für Bewusstsein diskutiert (James 1910). Sowohl Tiere als auch Menschen unterscheiden in diesen Kategorien und passen dementsprechend ihr Verhalten an, verhalten sich also konstant oder variabel. Aus diesen Verhaltensänderungen gehen Adaptationen an Umweltbedingungen und die Grundlagen der Kognition hervor (Cook, Wasserman 2006). Der Vorteil solcher Entscheidungsmöglichkeiten liegt darin, dass der Stimulus von der direkten Kontrolle der Belohnung abgekoppelt ist und flexible und adaptive Lösungsmöglichkeiten in unbekanntem Situationen ermöglicht. Es ermöglicht die Einschätzung von neuen Situationen und bildet die Grundlage für höhere kognitive Leistungen wie Sprache, Mathematik oder abstrakte Konzepte (Cook, Wasserman 2006). Von besonderem Interesse für die Wissenschaft war häufig das Erlernen von Kategorien (Huber et al. 2006b). Die Fähigkeit zum Erlernen der Kategorienbildung setzt kognitive Fähigkeiten voraus, denen jedoch unterschiedliche Arten der Lernmechanismen zugrundeliegen können (Huber et al. 2006b): (1) Es werden die trainierten Bilder gemerkt und anhand dieser eine Kategorie gebildet (Astley, Wasserman 1992). Von dieser Theorie ausgehend, wird das Bilden von Kategorien erlernt, indem Item-spezifische Informationen gemerkt werden ohne eine spezielle Kategorie dafür zu bilden. Die Items könnten auch bei anderen Bildern erscheinen und diese würden dann derselben Kategorie zugeordnet werden. Es würde also keine sinnhafte Kategorie gebildet werden. (2) Eine mentale Liste von Gemeinsamkeiten (features) wird erstellt, die ein Gegenstand oder Bild haben muss, damit es zur Kategorie gehört. Und (3): Es existiert ein Prototyp von dem ausgehend die Kategorie gebildet wird (Aydin, Pearce 1994, Huber 2001b). Die Prototypen-Theorie unterscheidet sich grundsätzlich von den anderen Arten der Kategorienbildung. Denn während bei den anderen Arten der Kategorienbildung keine Wertung vorgenommen (im Sinne von stärkeres Mitglied der Kategorie oder schwächeres) wird, sondern das Tier (oder Menschen) Dinge nur unterscheidet in Teile der Kategorie oder außerhalb der Kategorie liegend, ist bei der Prototypen-Theorie eine Abstufung möglich (Jitsumori 2006). Die Prototypen-Theorie für natürliche Kategorien, die mit empirischen Ergebnissen von Rosch unterfüttert ist, beinhaltet im Wesentlichen folgende Punkte:

- Zur Bildung einer Kategorie ist kein einzelnes Item notwendig sondern eine Komposition von unterschiedlichen Features (Ryle 1951).

- Zur Erkennung ist kein Alles-oder-Nichts Prozess notwendig. Es existiert ein Open-end Kategorisierung, d.h. die Grenzen sind undeutlich und verschwommen (Herrnstein 1985).
- Einzelne Mitglieder der Kategorie sind nicht repräsentativ für die gesamte Kategorie, manche entsprechen mehr dem Prototyp als andere (Mervis, Rosch 1981).
- Prototypische Mitglieder der Gruppe sind solche, die die meisten Attribute mit anderen Mitgliedern der Gruppe gemeinsam haben (Rosch, Mervis 1975).
- Kategorien mit hoher Variabilität haben eine „familiäre Ähnlichkeit“ (*family resemblance*), d.h. jedes Mitglied der Kategorie hat mindestens ein Merkmal mit einem oder mehreren Mitgliedern der Gruppe gemein, aber kein oder sehr wenige Merkmale sind allen Mitgliedern zu Eigen. (Rosch, Mervis 1975).

Bei der Kategorienbildung existieren unterschiedliche Ebenen der Abstraktion. Mitglieder von Übergeordneten Kategorien sind um einen Prototypen gruppiert, der die Basis der Kategorie bildet, während Mitglieder einer untergeordneten Kategorie mehrere Attribute teilen (Jitsumori 2006). Anhand der Abstraktionsebene wird unter anderem der grundsätzliche Unterschied zwischen Menschen und Tieren diskutiert. So können Menschen über unsichtbare oder abstrakte Kategorien nachdenken (Seele, Schwerkraft etc.). Diese Kategorien existieren auch außerhalb des Sichtbaren. Im Gegensatz zu der Theorie der Sprache als grundsätzlicher Unterschied, bildet diese Theorie keinen Konflikt zu bisher gemachten Beobachtungen. Das Bilden von abstrakten Kategorien fand jedoch in Koevolution mit der Sprachbildung statt (Vonk, Povinelli 2006). Shimp et al. (2006) unterstreichen diesen Unterschied, indem sie die menschliche Fähigkeit der Kategorienbildung weiter spezifizieren. Ihrer Meinung nach können Menschen im Gegensatz zu Tieren (1) abstrahieren, (2) unterschiedliche Erinnerungsstrategien flexibel benutzen, (3) unterschiedliche Stimuli flexibel zuordnen und (4) multidimensionale, frei wählbare flexible Stimuli kategorisieren. Solche grundsätzlichen Unterschiede in den grundlegenden kognitiven Fähigkeiten zur Kategorienbildung führen dazu, dass es zwar möglich ist die Fähigkeit zur Kategorienbildung bei unterschiedlichen Arten und mit differenzierten Methoden zu untersuchen, aber nicht die Kategorien artübergreifend zu vergleichen, da zum Beispiel Schimpansen, Menschen und Fruchtfliegen eine Kategorie besitzen in der Bananen auftauchen, die aber ganz unterschiedliche definiert ist. Auch sehr eng verwandte Arten können über völlig unterschiedliche kognitive Fähigkeiten verfügen, abhängig von ihrer Lebensumgebung (Vonk, Povinelli 2006). Herrnstein (1990) definierte fünf unterschiedliche Ebenen der Kategorienbildung, welche die unterschiedlichen Abstraktionsebenen beinhalten: (1) Unterscheidung, welches das Grundkonzept von ‚Gleich‘ und ‚Verschieden‘ beinhaltet, (2) routiniertes Kategorienbilden von bekannten Objekten, (3) offenendige Kategorienbildung, also das Zuordnen von neuen Objekten zu einer Kategorie anhand von perzeptuellen Gleichheiten, (4)

Konzeptbildung, welche das Prinzip der perzeptuellen Gleichheit hinter sich lässt und zum Beispiel funktionale Gleichheit von Gegenständen beinhaltet und schließlich (5) Aufstellen von abstrakten Beziehungen. Bei Tieren wurden jedoch meistens nur die Level 1 bis 3 genauer untersucht (Zayan et al. 1998; Thompson et al. 2000).

Laut dem Ansatz von Proust (2000) stellt die kognitive Kompetenz zur Bildung von Kategorien die dritte Stufe ihres kognitiven Modells dar. Im Bereich der visuellen Fähigkeiten wurden mit Tauben bereits einige Versuche durchgeführt, die auf umfangreiche Kategorisierungen schließen lassen.

2.4.2 Tauben als Modellorganismen für Kategorienbildungstests

Tauben (*Columbidae*) dienen bei vielen Versuchen als eine Art Modellorganismus, mit welchen die Fähigkeit der Kategorisierung getestet wurde. Als erstes stellten Herrnstein und Loveland 1964 fest, dass Tauben sehr schnell und nachhaltig lernen, anhand von Photographien Kategorien zu bilden. Von da an entwickelten sich drei Forschungsschwerpunkte: Zum einen versuchten mehrere Forscherteams herauszufinden, welche Abstraktionsebene von den Tauben erreicht wird und zum anderen wurden Versuche unternommen, die klären sollten woran die Tauben die Kategorien festmachen. Als dritten Forschungsschwerpunkt kristallisierten sich die Fragen zum Lernverhalten der Tauben heraus.

Sowohl Cook et al. (1995) als auch Wasserman et al. (1995) zeigten, dass Tauben dazu in der Lage sind zwischen Gleichem und Verschiedenem zu unterscheiden, also den ersten Level der Abstraktion zu erreichen. Herrnstein fand bei seinen frühen Versuchen heraus, dass die Tauben keine abstrakten Regeln zur Bildung von Kategorien benutzten, sondern auf bekannte Stimuli zurückgriffen. Diese unterschiedlichen Stimuli konnten jedoch sehr kleinteilig sein, so dass die Bildung von Kategorien bei bekannten Objekten eher wie bei einem fotografischen Gedächtnis funktionierte (Herrnstein 1985). Tauben können sich 500 bis 1200 Bilditems merken (Fagot & Cook 2006). So gelang es den Tauben routiniert Kategorien von bekannten Objekten zu bilden, welches dem zweiten Level der Abstraktion entsprach. Das dritte Level der Abstraktion, also das offenendige Kategorienbilden anhand perzeptueller Merkmale wurde vielfach bei Tauben getestet. Es zeigt sich hierbei, dass Tauben nicht nur einfache Stimuli wie Bäume (Herrnstein, Loveland & Cable 1976), Farben und geometrische Formen (Goto et al. 2004; Lombardi 2008), Vögel und andere Tiere (Roberts & Mazmanian 1988) oder Bilder von geographischen Landschaften (Wilkie, Willson & Kardal, 1989) kategorisieren können, sondern auch in der Lage sind Strichzeichnungen von Cartooncharakteren (Cerella 1980; Matsukawa et al. 2004), schematische (Huber & Lenz 1996) oder reale Gesichter (Jitsumori & Yoshihara 1997) sowie anhand von Farbwahl und Pinselduktus ihnen unbekannte Gemälde von Monet und Picasso zu unterscheiden (Watanabe, Sakamoto & Wakita 1995). Auch der vierte Level der Abstraktion, die Konzeptbildung, wurde bei

Tauben nachgewiesen. Während der Konzeptbegriff bei der Unterscheidung der Gemälde kritisiert wurde (Monen et al. 1998), da den Versuchsubjekten die zentrale Vorstellung des Prototypen fehlte, zeigte sich, dass auf Quadrate und Dreiecke konditionierte Tauben in der Lage sind diese auszuwählen auch wenn sie stark reduziert waren (White et al. 1993). White et al. schlossen daraus, dass die Tauben in der Lage waren den Prototypen mit der reduzierten Form in Verbindung zu bringen und zeigten damit eine Verbindung von Kategorien- und Prototypenbildung. Eine solche mentale Vervollständigung von gezeigten Objekten gelang den Tieren nicht nur bei geometrischen Formen, sondern auch bei menschlichen Gesichtern (Aust & Huber 2006). Neben den Basiskategorien (wie zum Beispiel Auto, Stuhl, Blume oder Mensch) gelang es den Tauben außerdem übergeordnete Kategorien zu bilden (z.B. natürlich und künstlich) (Astley & Wasserman 1998). Es zeigte sich hierbei jedoch, dass bei sehr kurzen (1 Sekunde) Stimuli im Bereich der Basiskategorien häufiger Fehler gemacht wurden. Eine Verzögerung zwischen dem Stimulus und der Entscheidung hatte ebenfalls größere negative Effekte bei den Basiskategorien als bei den Übergeordneten. Die Basiskategorien benötigten also einen länger präsentierten Stimulus (5-10 Sekunden) und wurden schneller vergessen (Lazareva & Wasserman 2009). Das Bilden von übergeordneten Kategorien anhand von Assoziation wird als stabiler Beleg für Generalisierung von neuen Stimuli einer Komponentenklasse angesehen. Bei Tauben wurden auch erste Belege für das fünfte Level der Abstraktion, das Aufstellen von abstrakten Beziehungen gefunden. Hierfür wurden Kinderbilder Erwachsenen vorgelegt, welche sie in gute und schlechte Bilder unterteilen sollten. Danach wurden Tauben auf diese Einteilung konditioniert. Anhand neuer Bilder sollten sie nun zeigen ob sie in der Lage sind eine Kategorie daraus zu bilden. Mit einer Veränderung der Farbe und der Reduzierung der Form sollten die Items oder Features herausgefunden werden, die zur Kategorienbildung führten. Es zeigte sich, dass die Tauben die Kategorien für gute und schlechte Bilder bilden konnten. Sie benutzten dafür sowohl die Farbigkeit als auch die Formen (Watanabe 2010). Es kann hieraus geschlossen werden, dass Tauben in der Lage sind das abstrakte Schönheitskonzept des Menschen zu erlernen.

Die zweite Schwerpunktfrage, welche sich bei der Kategorienbildung stellte, war die nach den Items, Features oder Prototypen, welche es den Tauben ermöglicht die Kategorien zu bilden. So wurde beispielsweise die Orientierung des Bildes verändert. Doch auch gespiegelte oder gedrehte Bilder wurden von den Tauben richtig eingeordnet (Jitsumori & Ohkubo 1996a; Koban & Cook 2009). Bei bewegten Bildern wurde ein Unterschied festgestellt zwischen einem sich bewegenden Videofilm und sich bewegenden eingefrorenen Einzelbildern. Die Fehlerquote der Kategorienzuordnung bei bewegten Videos war wesentlich geringer. Die Ergebnisse legen nahe, dass Tauben auf bewegte Stimuli (Bilder) anders reagieren können als auf das bewegte Signal alleine. Natürliche Bewegungen werden leicht erlernt (Dittrich et al. 1998). Um zu testen, ob

natürliche Bewegungen ein kritisches Item sind, wurden Tauben darauf konditioniert in einem Video Tauben von anderen Gegenständen zu unterscheiden. Danach wurde das Taubenbild durch eine computergenerierte Taube ersetzt. Diese Taube machte Bewegungen, die Tauben normalerweise nicht machen konnten (sie lief ohne dabei den Kopf zu bewegen). Die Tauben konnten die computergenerierten Tauben trotzdem als Tauben identifizieren. Es war ihnen allerdings auch möglich diese Computerbilder von Filmen mit echten Tauben zu unterscheiden. Sie benutzten also die Kopfbewegung um echte von unechten Tauben zu unterscheiden (Watanabe & Troje 2006). Künstlich geschaffene Prototypen, auf die die Tiere konditioniert wurden, zeigten, dass je weiter die Distanz durch abweichende Reize vom Prototypen wurden, desto seltener wurde er der Kategorie zugeordnet (Jitsumori 1996b). Ebenfalls auf dem Gedanken eines existierenden Prototyps basierend, wurden Teile des Bildes verdeckt (Brodbeck 1997) oder mit unterschiedlichen Graustufen versehen (Aust & Huber 2010). Ein kritisches Item konnte jedoch nicht gefunden werden, was auf einen Prototypen zur Erkennung und eine offenkundige Kategorienbildung schließen lässt. Kirsch et al. fanden jedoch erste Hinweise, die darauf hindeuten, dass vor allem die Farbe und dann die Struktur und Form ausschlaggebende Items zur Kategorienbildung sind (Kirsch et al. 2008b). Werden Tauben auf Bilder von Chagall und Van Gogh konditioniert zeigen sie die gleiche steigende Fehlerquote, je stärker die Bilder durch fehlende Farbigkeit oder stärkere Verpixelung abstrahiert werden (Watanabe 2001b). Wurden Tauben anhand von geometrischen Körpern, welche sie aus mehreren Perspektiven gezeigt bekamen konditioniert und ihnen danach der Körper aus einer neuen Perspektive gezeigt, welchen sie entweder zur bekannten Kategorie ordnen oder verwerfen sollten, machten die so konditionierten Tauben signifikant weniger Fehler als die Kontrollgruppe, welche nur aus einer Perspektive konditioniert wurde (Peissig et al. 2002).

Vor allem die Forschungsgruppe der Universität Wien beschäftigte sich mit der Erkennung und Kategorisierung von Menschen durch Tauben. So gelang es beispielsweise Tauben dazu zu bringen, Männer und Frauen auf Bildern zu unterscheiden (Troje et al. 1999). Es zeigte sich dabei, dass vor allem die Struktur (3D Effekte, Schatten etc.) entscheidend waren und nur wenige Items zur Unterscheidung der Geschlechter genutzt wurden (Huber et al. 2000). Zur Unterscheidung des Geschlechts von Menschen benutzten die Tauben Kategoriemerkmale (Loidolt et al. 2003). Das Gesicht spielte dabei zwar eine wichtige, aber keine kritische Rolle. Wurde das Gesicht entweder abgedeckt oder mit unterschiedlichen Graustufen verändert, gelang es den Tauben trotzdem die Bilder zuzuordnen (Aust & Huber 2010).

Da das Bilden von Kategorien am Bildschirm noch wenig über die Repräsentation des realen Objektes aussagt, wurden Tauben mit Bildern von Menschen konfrontiert, bei denen Teile fehlten (Aust & Huber 2006). Sie wurden auf diese trainiert. Obwohl die Tauben auf unvollständige Bilder trainiert wurden, wählten sie im nächsten Test signifi-

kant häufiger vollständige Bilder zur Kategorie zugehörig aus als nicht zur Kategorie gehörige Stimuli. Aust und Huber schließen daraus, dass die Taube das Bild mental vervollständigt hat, also eine Repräsentation dessen besitzt. Dittrich et al. (2010) untersuchten die mentale Verknüpfung des Fotos mit der realen Welt. Die Tiere wurden auf reale Menschen konditioniert und sollen diese dann auf Fotos wiedererkennen. Die Tauben ließen sich zwar auf die Menschen konditionieren, erkannten sie aber nicht auf den Fotos wieder. Es zeigte also eine eingeschränkte Wiedererkennung von komplexen Gegenständen oder Personen bei Tauben auf Photographien. Zu einem anderen Ergebnis kommen jedoch Wilkinson, Specht und Huber (2010). In ihren Versuchen wurden Tauben darauf konditioniert zwischen real bekannten und unbekanntem Artgenossen am Touchscreen zu unterscheiden. Die Tauben konnten bekannte von unbekanntem Tauben unterscheiden. Daraus schlossen die Autoren: (1) Tauben können einen Zusammenhang zwischen einem Bild und einem realen Objekt herstellen. (2) Sie können ein Konzept von bekannt und unbekannt herstellen und (3) sie können zwischen sozialen Partnern und Fremden in der Natur unterscheiden.

Die dritte und letzte Schwerpunktfrage der Erforschung von Kategorienbildung bei Tauben beschäftigt sich mit dem Lernverhalten der Tiere. Hierbei wurden beispielsweise die Belohnungen bei der Konditionierung variiert. Es zeigte sich, dass als effektive Vermittlung der übergeordneten Kategorien weniger die genaue Menge der Belohnung oder die (Belohnungs-)Antwort auf die richtige Lösung als vielmehr der motivationale und emotionale Antrieb entscheidend ist (Astley et al. 2001). Werden die Tiere bei beiden angebotenen Stimuli belohnt, bei dem gewünschten jedoch mit einer größeren Menge, entscheiden sich die Tiere sehr schnell für den lohnenderen Stimulus (Friedrich & Zentall 2010). Auch eine Konditionierung mit Geräuschen als Belohnung ist hierbei möglich, benötigt aber einen höheren Zeitaufwand als Futter (Schmidtke et al. 2010). Bei strategischen Entscheidungen konnten Unterschiede zwischen Tauben und Menschen festgestellt werden. Wenn Tauben und Menschen aufgrund von Informationen, die sie aus drei Dimensionen bekamen, Dinge in Kategorien ordnen sollten, deren Informationsgehalt unterschiedlich starke Aussagekraft über die Kategoriezugehörigkeit aufwies, warteten Menschen auf die Information mit der stärksten Aussagekraft, während bei den Tauben kein Muster zu erkennen war (Lea et al. 2009). Um die neuronalen Grundlagen für das Lernverhalten von einfachen Kategorien zu klären, wurde die neuronale Aktivität im Nidopallium caudolaterale (NCL) von Tauben gemessen. Zu Beginn der Lernphase waren die Neuronen kurz vor und während der Belohnung aktiv. Mit fortschreitendem Lernprozess wurden die Neuronen bei den Kategorien stärker aktiv, selektiv für die belohnten Kategorien. Es kann also ein Lernprozess innerhalb des NCL beobachtet werden (Kirsch et al. 2009).

2.4.3 Tests zur Kategorienbildung bei anderen Tieren

Belege für einfache Kategorienbildung sind im ganzen Tierreich zu finden (Herrnstein 1990). Ein besonders eindrückliches und oft zitiertes Beispiel für Kategorienbildung ist bei den **Grünen Meerkatzen** (*Chlorocebus*) zu finden (Seyfarth 1980). Die Meerkatzen warnen ihre Artgenossen mit unterschiedlichen Alarmrufen vor Prädatoren. Je nachdem mit welchem Ruf eine Meerkatze warnt, fällt die Reaktion der Artgenossen aus. So fliehen sie auf einen Baum bei dem Alarmruf für Leoparden, verstecken sich in Gebüsch bei dem Alarmruf für Adler und richten sich auf, wenn vor Schlangen gewarnt wird. Jungtiere der Grünen Meerkatze lernen diese Alarmrufe erst mit einer gewissen Übung korrekt einzusetzen. Es liegt also höchstwahrscheinlich eine Klassifizierung der Prädatoren vor. Diese Beobachtungen in freier Wildbahn führten dazu ein mögliches Bilden von Kategorien bei Affen auch unter Laborbedingungen zu untersuchen. So sollten beispielsweise **Kapuzineraffen** (*Cebus olivaceus*) anhand von zwei Bildern jenes auswählen, auf dem ein Mensch zu sehen ist. Wurden die Menschen auf den Bildern verfremdet (umgedreht oder auf die Seite gelegt), wählten die Affen diese Folie nur dann, wenn auf der anderen Folie kein Mensch zu sehen ist und selbst dann nur zufällig. Wenn jedoch auf der einen Folie ein Mensch und auf der Anderen ein verfremdeter Mensch zu sehen ist entschieden sie sich für den Menschen. Die Kategorie war also relativ klein und unflexibel (Schrier & Brady 1987). Eine an **Rhesusaffen** (*Macaca mulatta*) gemachte Untersuchung auf eine mögliche Kategorienbildung ‚Baum‘ ergab, dass einfache Form, Farbe und Struktur die entscheidenden Merkmale waren, die nötig waren, um den Baum als solchen erfolgreich zu erkennen. Eine ebenfalls getestete Fisch - Nicht-Fisch Unterscheidung lernten die Tiere langsamer. Sie erlernten also sozial neutrale, komplexe naturgetreue Bilder anhand von niedrigschwelligem Features zu unterscheiden (Vogels 1999). Der Informationsgehalt, den Rhesusaffen für die Bildung einer Kategorie nutzen, unterscheidet sich signifikant von jenem, der von Menschen genutzt wird. Dieses zeigte sich als das visuelle Beobachtungsfeld bei der Bildung von Kategorien aufgezeichnet wurde. Menschen scannen mit ihren Augen ein wesentlich größeres Feld des Bildes ab und können dieses dann für die visuelle Information nutzbar machen. Die Affen hingegen betrachteten nur ein kleineres Feld und bildeten damit ihre Information und eventuell auch spätere Kategorien (Nielsen et al. 2006). Wenn jedoch die Zeit für ein genaueren Scan fehlt, entscheiden Rhesusaffen mit ähnlicher Fehlerquote wie Menschen, ob ein Gegenstand in dieselbe Kategorie gehört oder nicht (Girard et al. 2008). Auch das Formen einer räumlichen Kategorie wurde an Rhesusaffen untersucht. Hierfür wurde den Tieren ein Punkt innerhalb eines Kreises gezeigt und nach unterschiedlich langen Zeitabschnitten sollten sie zeigen, wo der Punkt lag. Die Tiere bildeten unterschiedliche Radiuskategorien um den Punkt einzuordnen (Merchant et al. 2004). Das Testverfahren von Fabre-Thorpe an Rhesusaffen unterschied sich von den vorherigen dadurch, dass jeweils ein Bild gezeigt wurde und die Tiere angeben sollten, ob es zu Kategorie gehört

oder nicht. Für jede richtige Antwort wurden sie belohnt. Dies hatte zum Vorteil, dass die Tiere nicht die Kategorie mit Futterbelohnung verbanden, da sie auch belohnt wurden wenn sie ein nicht zugehöriges Objekt als solches kategorisierten. Den Affen gelang es sehr schnell richtige Kategorien zu bilden, sie zeigten zudem eine ähnliche Fehlerquote wie Menschen (Fabre-Thorpe 2003). Auch **Japanmakaken** (*Macaca fuscata*) sind spontan dazu in der Lage übergeordnete Kategorien (Tier, Möbel, Fahrzeug) zu bilden (Murai et al. 2004). Selbst bei Veränderungen der Helligkeit des Bildes und dem damit einhergehenden Kontrastverlust, gelang es den Tieren zwar langsamer aber mit einer ähnlichen Fehlerquote wie Menschen Kategorien zu bilden (Macé et al. 2010). Wurden den Japanmakaken Bilder von Menschen oder Japanmakaken gezeigt und mit menschlichen oder passenden tierischen Lauten unterlegt, betrachteten die Versuchstiere die Bilder signifikant kürzer als bei Bildern, welche mit unerwarteten Lauten hinterlegt waren (Adachi et al. 2006). Hieraus schlossen Adachi et al., dass die Makaken eine konkrete Vorstellung, also eine mentale Repräsentation, des Menschen und ihrer Art mit der entsprechenden Lautäußerung haben. Bei **Pavianen** (*Papio anubis*) konnte festgestellt werden, dass sie Kategorien für Nahrung und Nicht-Nahrung bilden konnten. Des Weiteren stellten sie einen Zusammenhang zwischen realen Objekten und deren fotografischer Abbildung her (Bovet & Vauclair 1998). Paviane erreichen sowohl im Labor als auch in freier Wildbahn die dritte Abstraktionsebene nach Herrnstein, also offenendige Kategorienbildung (Vauclair 2002). Die an Menschenaffen gemachten Versuche zur Kategorienbildung sind vielgestaltig. So zeigte beispielsweise Vonk 2003, dass sowohl **Gorillas** (*Gorilla gorilla*) als auch **Orang-Utans** (*Pongo pygmaeus*) in der Lage sind sowohl anhand von Farbe, Größe oder Identität (Relation erster Ordnung) als auch anhand von gleicher Größe oder gleicher Farbe innerhalb einer gegebenen Kategorie (Relation zweiter Ordnung) Kategorien zu bilden (Vonk 2003). Orang-Utans waren außerdem dazu in der Lage, Gorillas oder Orang-Utans auf Bildern von anderen Primaten zu unterscheiden. Den Tieren fiel es am leichtesten die Bilder, auf denen Gesichter in Nahaufnahme zu sehen waren, zu unterscheiden. Wurden die Farbe oder die Augen und Gesichtsregion verändert, gelang es den Tieren nicht mehr die Bilder zu kategorisieren (Marsh & MacDonald 2008). Anhand von unterschiedlichen Gesichtsausdrücken bei anderen Schimpansen konnten die getesteten **Schimpanzen** (*Pan troglodytes*) auf dessen emotionalen Zustand schließen und eine entsprechende Kategorie bilden. Bei manchen emotionalen Zuständen (z.B. Aggression) spielt außerdem eine akustische Verständigung eine große Rolle (Parr 2003). Schimpansen war es ohne vorheriges Training möglich, Dinge am Bildschirm zu Kategorien zusammenzufassen. Hierfür wurden nicht nur einfache Kategorien gebildet, sondern Gegenstände thematisch sortiert. Kategorien aufgrund der Funktion eines Gegenstandes zu bilden fiel ihnen jedoch schwer. Diese Fähigkeit des Menschen könnte mit der Sprachbildung in Zusammenhang stehen (Tanaka 2006). Auch ein Lernen über ein mögliches Ausschlussverfahren ist bei den Primaten möglich. Ein solches Lernverhalten ist zwar abhängig vom Alter der Tiere, jedoch nicht

von der Art, denn es konnte bei Schimpansen, Orang-Utans, Gorillas und Bonobos beobachtet werden (Call 2006). **Bonobos** (*Pan pansicus*) konnten sogar Symbole auf einem Keyboard erlernen und sich damit verständigen (Savage-Rumbaugh et al. 1986). Lyn führte eine Fehleranalyse bei diesen Bonobos durch und stellte dabei fest, dass die Fehler nicht syntaktischer Art waren. Die Ergebnisse legen nahe, dass die Bonobos nicht über eine klare Verbindung von syntaktischen und semantischen Informationen verfügen, sondern vielmehr ein komplexes, hierarchisches Netz von Repräsentationen als symbolisches System verwenden (Lyn 2007).

Da **Hunde** (*Canis lupus familiaris*) im Gegensatz zu Wölfen sehr stark auf den Menschen reagieren (Virányi et al. 2008) wurde ein Testverfahren gewählt, welches diesen Observer-Effekt verhindern sollte. An einem Touchscreen sollten die Hunde andere Hunde vor bekannten Landschaften von Bildern ohne Hunde unterscheiden. Sie zeigten sich dazu nach kurzem Training in der Lage (Range et al. 2008a). Mit Hilfe eines Y-Labyrinthes wurde untersucht, ob **Mäuse** (*Mus musculus*) Individuen unterscheiden können. Im Labyrinth wurden olfaktorische Eindrücke minimiert, so dass nur visuelle Fähigkeiten getestet wurden und die Mäuse waren in der Lage Individuen, auf die sie konditioniert waren, zu unterscheiden (Watanabe et al. 1990). Auch außerhalb der Säugetiere konnte Kategorienbildung beobachtet werden. **Honigbienen** (*Apis mellifera*) wurden auf unterschiedliche Musterungen und Straffuren konditioniert und konnten anhand dieser Vorkonditionierung Kategorien bilden (Benard et al. 2006). Auch im Taxon der Vögel gibt es starke Hinweise auf die Fähigkeit zur Kategorienbildung. Versuche mit **Japanischen Mowchen** (*Lonchura striata domestica*) zur Kategorisierung von Individuen in bekannte und unbekannte Tiere ergaben, dass die Finken Individuen anhand ihrer Bewegungen unterscheiden konnten. Eine Einordnung gelang den Vögeln nur anhand von Bildern (ohne akustische oder olfaktorische Signale) (Watanabe et al. 1993). Auch **Nachtigallen** (*Luscinia megarhynchos*) sind in der Lage individuelle Unterschiede bei Menschen zu erkennen. Wenn man die Reaktion einer Nachtigall bei Näherung an ihr Nest beobachtet, kann man feststellen, dass sie an spezielle Menschen, welche öfter in der Nähe des Nestes auftauchen, ohne das Nest zu beschädigen, habituiert. Sie fliegt nachdem sich der Mensch zwei Mal dem Nest genähert hat, ohne es zu attackieren, nicht mehr auf. Bei anderen unbekanntem Menschen fliegt sie jedoch wieder auf, bildet also Kategorien für bekannte und unbekannte Menschen (Levey et al. 2009). Systematisch getestet wurde die Kategorienbildung unter anderem bei **Hühnern** (*Gallus gallus domesticus*). Sie wurden trainiert zwischen Farben zu unterscheiden. Nach dem Training auf die Grundfarben ordneten sie die ähnlichen Farben diesen zu. Es findet also eine Generalisierung anhand eines gegebenen Modells statt (Jones et al. 2001). Ebenfalls schnell und mit wenigen Fehlern gelang es **Raben** (*Corvus corax*) Dinge und Orte zu kategorisieren (Range et al. 2008b). Eindrucksvolle Testergebnisse zur Kategorienbildung bei Vögeln konnten mit **Graupapageien** (*Psittacus erithacus*)

gemacht werden (Pepperberg 1999). Dem Graupapagei Alex gelang es nicht nur Kategorien für unterschiedliche Farben zu entwickeln, sondern auch Zahlenkonzepte inklusive des Konzeptes für Null zu entwickeln. Schließlich zeigten sich auch **Wellensittiche** (*Melopsittacus undulatus*) dazu in der Lage eine Kategorie für ihre eigenen Artgenossen zu bilden (Brown et al 1992). Als kritische Items wurden hierbei Farbe, Musterung, Irisfärbung und Pupillengröße ermittelt, welche es den Tieren ermöglichen Individuen zu unterscheiden.

2.5 Selbsterkennung im Spiegel

Die Selbsterkennung im Spiegel ist ein Phänomen, welches die Wissenschaft seit 1970 stark beschäftigt (Gallup 1970). Mithilfe unterschiedlicher Versuche zur Selbsterkennung sollte herausgefunden werden, ob und falls ja, welches Bild die Individuen von sich selbst haben (siehe Kapitel 2.2). Gemein ist den meisten Versuchen, dass die Versuchsobjekte zunächst mit ihrem eigenen Spiegelbild vertraut gemacht, dann an einer uneinsichtigen Körperregion mit einem Farbpunkt markiert und schließlich erneut mit dem Spiegel konfrontiert wurden. Selbstgerichtetes Verhalten, welches durch die Farbmarkierung nach dem Blick in den Spiegel hervorgerufen wurde, wurde als Selbsterkennung interpretiert. Allerdings unterschieden sich die Versuche in drei wesentlichen Bereichen: (1) methodologische Entwicklung, (2) Versuchsobjekte für die Selbsterkennung im Spiegel und (3) Schlussfolgerungen aus den erzielten Ergebnissen.

2.5.1 Methodologische Entwicklung

Die Versuche zur Selbsterkennung im Spiegel gehen auf zwei Versuchsreihen aus dem Jahr 1970 beziehungsweise 1972 zurück. 1970 testete Gordon G. Gallup eine mögliche Selbsterkennung von Schimpansen im Spiegel (Gallup 1970). Zwei Jahre später testete B. Amsterdam die Selbsterkennung von Kindern im Alter zwischen drei und 24 Monaten (Amsterdam 1972). Obwohl diese Versuche als grundlegend und richtungsweisend für die gesamte weitere Forschung gelten, weisen sie methodologisch bedeutende Unterschiede auf, welche sich auch durch die darauf folgenden Versuche ziehen (Tomonaga et al. 2004).

Markierung: Ein besonders wichtiger und später auch kontrovers diskutierter Unterschied, war die Art der Markierung. Gallup narkotisierte die Schimpansen, um sie von den Tieren unbemerkt markieren zu können. Eine solche Narkose kann Effekte auf die Versuchsergebnisse haben. Heyes war zum Beispiel der Meinung, dass die häufige Berührung der Markierung durch Reste des Narkosemittels im Blut verstärkt wurde, und somit zu den eindeutigen Ergebnissen führte (Heyes 1994). Daraufhin wiederholte das Team um Gallup die Versuche mit Schimpansen ohne den Einsatz einer Narkose und

mit detaillierterer Beobachtung des Berührungsverhaltens (Gallup et al. 1995). Die Ergebnisse aus dem ersten Versuch konnten hierbei bestätigt werden. Gallup führte die Markierung unter Narkose jedoch auch bei Rhesusaffen und Langschwanzmakaken durch (Gallup 1976). Diese Tests wurden nicht ohne Narkose wiederholt. Ebenfalls unter Narkose fand die Markierung von Gorillas zu Testzwecken statt (Ledbetter et al. 1982). In den Versuchen von Gallup wurden die Tiere mit zwei unterschiedlich verorteten nicht ohne Spiegel sichtbaren Farbpunkten (Augenbraue und Ohr) markiert.

Die Markierung bei Amsterdams Versuchen lief etwas anders ab. In einem unbeobachteten Moment markierte die Mutter das Kleinkind mit *einem* Rouge-Fleck auf der Nase. Die Mutter ging dann mit dem Kind vor dem Spiegel, zeigte auf das Spiegelbild und sagte „See, see, see“, dann zeigte sie auf das Kind und fragte „Who is that?“, als nächstes setzte sie sich vor den Spiegel und verhielt sich unauffällig, um das Kind seinen Gedanken zu überlassen. Jeder Durchgang dauerte zweieinhalb Minuten, dann machte die Mutter erneut auf das Spiegelbild aufmerksam. Insgesamt wurde der Versuch drei Mal wiederholt. Zwei Beobachter protokollieren das Verhalten (Amsterdam 1972). Bei Kindern wurde der Spot auf die Nase gesetzt. Gallup kritisierte dieses (1979), da er auch ohne Spiegel vielleicht gesehen werden konnte. Allerdings wurden ohne Spiegel keine Berührungen der Nase durch die Kinder festgestellt (Lewis, Brooks-Gunn 1979). Bertenthal und Fischer (1978) berichteten jedoch davon, dass 23 % der Kinder auch ohne Spiegel den Spot berührten. Des Weiteren kritisierte Gallup, dass wenn ein Kind beim Anblick seines Spiegelbildes seinen Namen sagte, dieses noch nicht als Beweis für eine Selbsterkennung gelten könne, denn es könnte ebenso gut sozial erlernt sein (Anderson 1983).

Spezielle Probleme mit der Markierung und der zweifelsfreien Zuordnung des Verhaltens zur Markierung vor dem Spiegel traten auf, wenn das Versuchsobjekt aufgrund seiner Anatomie nicht in der Lage ist, die gesehene Markierung zu berühren oder abzuwischen, wie dieses beispielsweise bei Delphinen der Fall war (Reis et al. 2001). Für diese Spezialfälle müssen andere Markierungen gefunden werden (Anderson 1995). Heschl et al. (2006) vermuteten, dass die Markierung für einige Tierarten nicht attraktiv genug war, um sie zu berühren. Aus diesem Grund versahen sie Weißbüscheläffchen mit einer Schokoladenmarkierung. Die Tiere versuchten daraufhin die Markierung beim Spiegelbild abzulecken (Heschl et al. 2006). Um einer möglichen Blickaversion zu begegnen wurden unterschiedliche Versuchsaufbauten bei Gorillas ausprobiert (Shillito et al. 1999; Posada et al. 2007) mit unterschiedlichen Ergebnissen. Eine Versuchsreihe bei Schweinsaffen verwendete eine andere Markierungstechnik. Hier wurde eine Körperregion zur Markierung gewählt die normalerweise für die Affen sichtbar war (die Brust) nun aber aufgrund eines Kragens nur mit Hilfe des Spiegels zu erkennen war. Obwohl eine Kontrolle zeigte, dass die Affen die Spiegelfunktion zum Erreichen von Nahrung

verstanden, waren sie nicht in der Lage den Spiegeltest zu bestehen (Macellini et al. 2010).

Versuchsaufbau: Einige grundlegende Unterscheidungen im Versuchsaufbau ließen sich bereits bei den ursprünglichen Versuchen von Gallup (1970) und Amsterdam (1972) feststellen. Während Gallup die Versuche in einem sehr kontrollierten Labor durchführte, versuchte Amsterdam möglichst natürliche Bedingungen für die Probanden zu schaffen. Beide Varianten hatten Vor- und Nachteile, sorgten aber vor allem für Probleme bei der Vergleichbarkeit der Daten. Der klassische Spiegeltest wurde später häufig variiert. So wurde unter anderem mit unterschiedlichen Spiegelgrößen und Formen gearbeitet (Hirata 2007). Schimpansen erkannten ihr eigenes Spiegelbild sogar in einem Zerrspiegel wieder und zeigten selbstgerichtetes Verhalten (Kitchen et al. 1996)

Eine etwas andere technische Herangehensweise an die Problematik der Selbsterkennung war es mit Videoaufzeichnungen zu arbeiten. Papousek (1972) schuf dazu mit seinen Versuchen die Grundlage. Bei diesen Versuchen wurden Kinder im Alter von fünf Monaten mit Live-Videoaufzeichnungen von sich selbst konfrontiert und ihre Reaktion aufgezeichnet. Allerdings wurde kein selbstgerichtetes Verhalten durch Farbmarkierung provoziert, sondern lediglich die visuelle Orientierung anhand der Kopfbewegung gemessen. Ähnliche Versuche wiederholte Amsterdam (Amsterdam et al. 1975) indem er Kindern unterschiedliche Bilder auf dem Videoschirm präsentierte und deren Reaktion in Kategorien einordnete. Unter anderem fand er anhand der Gesichtsmimik eine Selbsterkennungsreaktion bei dem eigenen Bild. Systematischer untersuchten Povinelli et al. 1996a die Reaktion auf zeitverzögerte Aufnahmen von Kindern unterschiedlichen Alters. Hierfür führten sie drei unterschiedliche Experimente durch: (1) den Kindern wurde ein Sticker angeklebt und dieses auf Video aufgezeichnet. Als den Kindern das Tape nach kurzer Zeit vorgespielt wurde, entfernten die Älteren (3-4-jährig) den Sticker bei sich, die Jüngeren (2-3-jährig) jedoch nicht. (2) Ein Foto wurde von den Kindern gemacht als ihnen der Sticker aufgeklebt wurde. Die vierjährigen konnten den Sticker bei sich entfernen als sie das Foto sahen, die 3-jährigen nicht. Alle Kinder konnten jedoch sich selbst auf dem Foto benennen und mit Hilfe eines Spiegels den Sticker entfernen. (3) Es wurde getestet ob es einen signifikanten Unterschied in Verbindung von Alter und Selbsterkennung bei zeitverzögerten oder realen Bildern gibt. Die Ergebnisse sind jedoch nicht ganz eindeutig (Povinelli et al. 1996a). Vorteile der Videoversuche sind vor allem die mögliche Variabilität. Anderson et al. (2009) variierten bei ihren Versuchen mit Kapuzineraffen einerseits die Perspektive (Profil oder Frontal) und andererseits die zeitliche Präsenz (Livevideo oder eine Sekunde verzögert) und konnten so feststellen, dass die Affen eine erhöhte Aufmerksamkeit bei Angesicht-Aufnahmen zeigten und zu keiner Zeit eine soziale Reaktion, welche mit der auf Artgenossen vergleichbar wäre, erkennen ließen. Kein Unterschied ließ sich feststellen zwischen der Reaktion auf Artgenossen und der zeitlich verzögerten Aufnahme des eigenen Bildes.

Dieses ließ darauf schließen, dass sie kein gespeichertes Eigenbild besitzen (Anderson et al. 2009).

Priel et al. (1986) unterschieden zwischen (a) der Selbsterkennung im Spiegel und (b) des Unterscheidens von Spiegel und Realität. Hierfür wurden die Ergebnisse eines klassischen Spiegeltests, wie ihn auch Amsterdam durchführte, verglichen mit der Reaktion auf ein durch die Reflektion zu sehendes Spielzeug, welches hinter dem Kind lag. Während die Selbsterkennung unabhängig von der Vertrautheit des Kindes mit dem Spiegel war, war das Erkennen der Spiegelfunktion stark abhängig von den bisherigen Erfahrungen mit einem Spiegel. Eine solche Unterscheidung zwischen Erkennen der Spiegelfunktion und Selbsterkennung im Spiegel wurde später auch bei anderen Versuchen mit unterschiedlichen Versuchsobjekten beobachtet (Povinelli 1989, Westergaard et al. 1995).

Eine weitere Reihe von Versuchen beobachtete lediglich das Verhalten der Versuchsobjekte vor dem Spiegel (Westergaard et al. 1995) oder vor Live-Videosequenzen (Eddy et al. 1996) und versuchte anhand von unterschiedlichen Verhaltenskriterien Rückschlüsse über eine mögliche Selbsterkennung zu erhalten. Allerdings war diese Vorgehensweise leicht angreifbar, da sich die Kriterien für eine mögliche Selbsterkennung schwer definieren ließen.

Versuchsumfang: Auch im Umfang der durchgeführten Spiegelversuche gab es starke Differenzen. Diese waren zum einen der grundsätzlichen Fragestellung und zum anderen der Verfügbarkeit geschuldet. Bei einer Fragestellung, die in die Richtung zielte, ob eine Tierart generell in der Lage sei sich selbst im Spiegel zu erkennen, waren mitunter nur wenige Individuen nötig. Wenn jedoch eine Entwicklung der Fähigkeit getestet werden sollte, waren größere Anzahlen von Versuchstieren unterschiedlichen Alters oder ein sehr langer Versuchszeitraum nötig, um repräsentative Ergebnisse zu erhalten. Dieses führte jedoch auch immer wieder zu Kritik. So kritisierte Heyes die Ergebnisse von Gallup et al. (1995) als zu anekdotisch, da nur wenige Schimpansen den Test bestanden haben und die Stichprobe ihrer Meinung nach nicht groß genug war (Heyes 1995, 1996).

Kontrollen: Gallup wählte bei seinem ersten Test bereits zwei unterschiedliche Markierungsorte, um sicherzustellen, dass die Tiere nicht eine zufällige Vorliebe für einen speziellen Markierungsort hatten. Zudem etablierte er Scheinmarkierungen, um zu verhindern, dass die Schimpansen nur den Punkt berührten, der sich entweder anders anfühlte, anders roch oder der zuvor berührt wurde. Johnson ging in seiner Forschung der Frage nach, welches der beste Hinweis auf eine Selbsterkennung im Spiegel sei und legte damit eine wichtige Grundlage (Johnson 1983). Er testete Kinder, indem er ihnen Live-Bilder von sich selbst und anderen Kindern zeigte und zeichnete ihre Reaktionen auf. Dabei zeigte sich das Lächeln nicht als Selbsterkennungsmerkmal zu nutzen sei, da an-

dere Kinder genauso angelächelt wurden, wie das eigenen Bild. Selbstgerichtetes Verhalten hingegen wurde nur bei den eigenen Bildern gezeigt und konnte daher als Merkmal der Selbsterkennung genutzt werden.

Speziell bei den Videoaufzeichnungen war es sinnvoll, neben dem aufgezeichneten Spiegelbild auch Aufnahmen von Artgenossen und anderen Tieren zu testen, um so einen Vergleich herstellen zu können (Mitchell 1995b). Durch Versuche mit Videoaufzeichnungen von Artgenossen konnte bei Schimpansen so gezeigt werden, dass selbstgerichtetes Verhalten vor dem Spiegel als Selbsterkennung zu bezeichnen war und nicht als ein reines Wiederholen von gesehenen Bewegungen (Eddy et al. 1996).

Auch bei Tierarten, welche auf den ersten Blick durch den Spiegeltest fielen, hatte es sich als lohnend erwiesen genauere Kontrollen durchzuführen. Hierfür wurden unterschiedliche Situationen simuliert und das Verhalten der Tiere aufgezeichnet: (1) beim Zusammentreffen mit bekannten Tieren gleichen Geschlechts (2) beim Zusammentreffen von unbekanntem Tieren gleichen Geschlecht und (3) bei Konfrontation mit dem Spiegel. Weibchen zeigten längeren Augenkontakt und freundlicheres Verhalten gegenüber dem Spiegel als gegenüber unbekanntem Tieren. Bei den Männchen waren die Ergebnisse nicht ganz so eindeutig, trotzdem unterschieden sie sich deutlich von den Reaktionen auf fremde Artgenossen. Auch wenn Kapuziner sich vielleicht nicht im Spiegel erkannten, sahen sie das Spiegelbild doch als etwas anderes an als einen fremden Artgenossen (de Waal et al. 2004). In einer anderen Kontrolle wurden ebenfalls Kapuzineraffen mit Hilfe operanter Konditionierung dazu gebracht eine Markierung bei sich selbst zu berühren, wenn sie sie sahen. Auf diese Weise sollte dann mit dem klassischen Spiegeltest überprüft werden, ob sie verstanden das es sich um ihr eigenes Spiegelbild handelte. Die Kapuziner lernten zwar sehr gut den Punkt zu berühren, wurde er jedoch an eine vorher unbekannte Stelle gesetzt, gelang es ihnen nicht diese neue Situation zu meistern. Der Spiegeltest fiel also negativ aus (Roma et al. 2007).

2.5.2 Versuchsobjekte für die Selbsterkennung im Spiegel

Menschen: Gesunde erwachsene **Menschen** können ihr Spiegelbild einwandfrei mit dem realen Bild in Verbindung setzen. Mit den ersten Versuchen von Amsterdam (1972) konnte gezeigt werden, dass Kinder diese Fähigkeit erst in einem Alter von 20 bis 24 Monaten erlernen. Im Alter von drei bis elf Monaten zeigten die Kinder noch soziale Interaktionen mit dem Spiegelbild. Auch das Erkennen der Spiegelfunktion fällt in diese Lebensphase (Field et al. 1992). Das Erkennen des eigenen Bildes anhand von Live-Videosequenzen auf einem Monitor in Spiegelgröße fiel Kindern im Alter von 24 bis 36 Monaten jedoch schwerer als bei einem Originalspiegel (Suddendorf et al. 2007). Erst im Alter von drei Jahren sind Kinder in der Lage auch zeitverzögerte Aufnahmen von sich in klaren Einklang mit dem eigenen Selbst zu bringen (Povinelli et al. 1996a, Suddendorf 1999). Schwierigkeiten können jedoch auftreten, wenn mehrere korrespon-

dierende Spiegel oder ungewohnte Perspektiven (wie beispielsweise von hinten) durch den Spiegel erzeugt werden (Ritchie et al. 2010).

Menschenaffen: Neben dem Menschen wurden die Versuche zur Selbsterkennung im Spiegel am häufigsten bei unseren nächsten Verwandten im Tierreich, den Menschenaffen durchgeführt. Vorreiter hierbei war der erste Versuch dieser Art bei **Schimpansen** (*Pan troglodytes*) (Gallup 1970), bei dem gezeigt werden konnte, dass Schimpansen den Spiegel nicht nur nutzen um damit nicht sichtbare Regionen ihres Körpers zu untersuchen (Zähne, Genitalien, Zunge) sondern nach der Markierung unter Narkose die markierte Stelle am eigenen Körper signifikant häufiger berührten. Langzeitstudien zeigten, dass Schimpansen dieses einmal erlangte Selbstkonzept auch noch ein Jahr nach den Versuchen spontan anwenden konnten (Calhoun et al. 1988, de Veer et al. 2003). Allerdings traten bei Schimpansen starke individuelle Variationen auf. Swartz (1991) konnte beispielsweise bei elf Tieren nur eines positiv auf Selbsterkennung im Spiegel testen. Ähnlich wie bei Menschen scheint auch bei den Schimpansen die Selbsterkennung an eine altersabhängige Entwicklung geknüpft zu sein (Lin et al. 1992) und im Alter zwischen 4½ und 8 Jahren aufzutreten (Povinelli et al. 1993, Povinelli et al. 1996b).

Auch **Zwergschimpansen** (*Pan paniscus*) wurden vor dem Spiegel getestet und zeigten bereits nach wenigen Stunden selbstgerichtetes Verhalten (Walraven et al. 1995).

Bei **Gorillas** (*Gorilla gorilla*) konnte hingegen zunächst kein selbstgerichtetes Verhalten vor dem Spiegel festgestellt werden (Ledbetter et al. 1982). Da vermutet wurde, dass diese fehlende Selbsterkennung dieser Menschenaffenart mit einer Blickaversion zusammenhing, wurde eine spezielle Über-Eck-Spiegelung konstruiert, welche es dem Gorilla erlaubte sich im Spiegel zu betrachten ohne sich jedoch selbst in die Augen zu sehen. Auch nachdem sich die Tiere sehr lange mit dem Spiegel vertraut gemacht hatten, zeigten sie jedoch keine vollständige Spiegel-Selbsterkennung (Shillito et al. 1999). Ein anderer Gorilla, welcher sehr lange an einen gewöhnlichen Spiegel habituiert wurde, zeigte jedoch keine Blickaversion mehr und bestand schließlich den Spiegeltest (Posada et al. 2007).

Tieraffen: Gallup führte seinen Test auch bei einigen Tieraffenarten, wie beispielsweise **Rhesusaffen** (*Macaca mulatta*) (Gallup 1970) oder **Langschwanzmakaken** (*Macaca fascicularis*) durch (Gallup 1976) und stellte weder bei unmarkierten noch bei markierten Tieren vor dem Spiegel ein selbstgerichtetes Verhalten fest. Ein **Javaneraffe** (*Macaca fascicularis*) ließ sich beispielsweise darauf trainieren, Bewegungen eines Menschen nachzuahmen, war aber nicht in der Lage auf das eigene Spiegelbild zu reagieren (Mitchell et al. 1993b). Auch in einer groß angelegten Studie mit **Kattas** (*Lemur catta*), Tamarinen (*Saguinus*), **Totenkopffäffchen** (*Saimiri sciureus*), Kapuzineraffen (*Cebus olivaceus*) und unterschiedlichen Makakaarten konnte keine Selbsterkennung im Spiegel festgestellt werden (Inoue-Nakamura 1997). **Weißbüscheläffchen**

(*Callithrix jacchus*) erkannten zwar die Funktionsweise eines Spiegels und nutzten ihn zur Auffindung von Nahrung, bestanden aber den Spiegeltest nicht (Heschl et al. 2006). Die Ergebnisse, welche belegen dass **Tamarine** (*Saguinus*) sich selbst im Spiegel erkannt haben (Hauser et al. 1995) wurden vorläufig zurückgezogen und werden auf wissenschaftliche Fehler geprüft. Bereits kurz nach der Veröffentlichung wurden die Ergebnisse kontrovers diskutiert (Anderson et al. 1997). Klare Anzeichen für Selbsterkennung im Spiegel bei Tamarinen konnten nicht belegt werden (Neiworth et al. 2001). Tests mit **Japanmakaken** (*Macaca fuscata*) zeigten, dass die Tiere in dem Spiegelbild einen Artgenossen auf gleicher Rangstufe sehen (Neel 1996). Bei Konfrontation von **Kapuzineraffen** (*Cebus olivaceus*) mit spiegelnden und nicht spiegelnden Flächen konnte festgestellt werden, dass sich ältere Affen wesentlich länger mit der spiegelnden Fläche beschäftigten als Jungtiere (Westergaard et al. 1995). Auch Versuche mit zwei korrespondierenden Spiegeln zeigten zwar eine erhöhte Aufmerksamkeit der Kapuzineraffen, aber kein selbstgerichtetes Verhalten (Paukner et al. 2004). Um die Vermutung zu entkräften, dass der Spiegeltest nicht bestanden wurde, weil die Habituationsphase zu kurz gewählt wurde, wurden **Zwergmeerkatzen** (*Miopithecus talapoin*) sehr aufwendig an den Spiegel habituiert. Sie zeigten zwar selbstgerichtetes Verhalten (Verglichen eigene Körperteile mit denen, die sie im Spiegel sahen) aber sie bestanden den Spiegeltest nicht (Posada 2005). **Gibbons** (*Hylobates lar*) hingegen zeigten vor dem Spiegel erste Anzeichen von selbstgerichtetem Verhalten (Hyatt 1998) und Erkennung des eigenen Videobildes (Ujhelyi 2000). Beides jedoch mit sehr großer individueller Bandbreite.

Andere Säugetiere: Bei ersten Spiegeltests mit **Elefanten** (*Elephas maximus*) stellte Povinelli (1989) fest, dass Elefanten den Spiegel zwar problemlos nutzen konnten um Nahrung zu finden, die sie ohne den Spiegel nicht entdecken konnten, bei dem klassischen Spiegeltest jedoch scheiterten. Es wurde also klar unterschieden zwischen Spiegel-bezogenen Fähigkeiten und Selbsterkennung. Bei einem zweiten Spiegeltest wurden drei asiatische Elefanten getestet. Einer der drei Elefanten bestand den Spiegeltest und alle Tiere zeigten deutliches Interesse an ihrem Spiegelbild und teilweise selbstgerichtetes Verhalten, woraus die Autoren eine Selbsterkennung im Spiegel folgerten (Plotnik et al. 2006, 2010). Versuche mit **Hausschweinen** (*Sus scrofa domestica*) zeigten, dass diese in der Lage waren mithilfe des Spiegels Dinge zu finden. Sie waren in der Lage die Funktionsweise eines Spiegels spontan zu verstehen. Zudem musste die Information, welche aus dem Spiegelbild gewonnen wurde, kurzzeitig im Gedächtnis behalten werden (Broom et al. 2009).

Aufgrund ihres hohen Sozialverhaltens schienen Delphine ebenfalls eine lohnende Spezies für Spiegeltests zu sein. Markierte **Delphine** (*Tursiops truncatus*) zeigten bei Live-Video Aufnahmen von sich selbst besonderes Verhalten, wie beispielsweise Maulöffnen. Nach einer Markierung, schwammen die Tiere vor den Bildschirm und betrachteten

ten die markierte Seite (Marten et al. 1995). Markierte und zur Kontrolle scheinmarkierte Große Tümmler betrachteten sich signifikant häufiger mit der real markierten Seite als mit einer nicht oder scheinmarkierten Seite (Reis et al. 2001). Ähnliche Ergebnisse wurden mit **Orcas** (*Orcinus orca*) und **kleinen Schwertwalen** (*Pseudorca crassidens*) erzielt, nicht jedoch mit **Seelöwen** (*Zalophus californianus*) (Delfour 2001)

Vögel: Ein erster Versuch **Keas** (*Nestor notabilis*) mit Spiegeln zu konfrontieren fand eher zweckmäßig und ohne größere wissenschaftliche Auswertung im Zoo von San Diego statt (Diamond et al. 1989b). Da der Kea einzeln gehalten wurde, begann er zu hospitalisieren und es wurde ein Spiegel angebracht und Einzelbeobachtungen gemacht. Der Kea reagierte auf den Spiegel und hielt sich häufig in der Nähe auf. Er zeigte soziales Ansprechverhalten und erhöhte Aktivität. Das Hospitalisieren nahm ab. Erste systematische Tests bei Vögeln wurden an **Graupapageien** (*Psittacus erithacus*) durchgeführt. Getestet wurden spiegelbezogene Verhaltensweisen wie Spiegelbildstimulation, spiegelgeleitet Objektdiskriminierung und spiegelgeleitete räumliche Orientierung. Die Papageien beherrschten diese Arten der Spiegelnutzung, zeigten jedoch kein selbstgerichtetes Verhalten (Pepperberg 1995). Watanabe konfrontierte **Reisfinken** (*Padda oryzivora*) mit dem eigenen Spiegelbild, Artgenossen, Videoaufnahmen, starren Bildern, umgedrehten Videobildern und Milchglasspiegeln und zeichnete die Reaktionen auf. Die Finken zeigten eine klare Präferenz für Artgenossen, Spiegel und Videoaufzeichnungen. Der Autor schloss daraus, dass sie ihr Spiegelbild (Videoaufnahme) für Artgenossen hielten (Watanabe 2002). **Tauben** (*Columba livia*) sind zwar in der Lage sich selbst auf einem Livevideo zu erkennen, wenn jedoch eine Zeitverzögerung auftritt, also kein direktes visuelles Feedback zu bekommen ist, gelingt ihnen dieses nicht (Toda & Watanabe 2008). Bei den **Neukaledonischen Krähen** (*Corvus moneduloides*) existieren auf Grund eines nicht ganz eindeutigen Versuchsdesigns Ergebnisse, die mehrere Interpretationen zulassen (Teschke, 2006). Einen besonderen Durchbruch im Taxon der Vögel brachten Versuche mit **Elstern** (*Pica pica*). Von fünf getesteten Tieren zeigten zwei ein markierungsgerichtetes, selbstbezogenes Verhalten und eine weitere ein selbstgerichtetes Verhalten ohne Markierung (Prior et al. 2008).

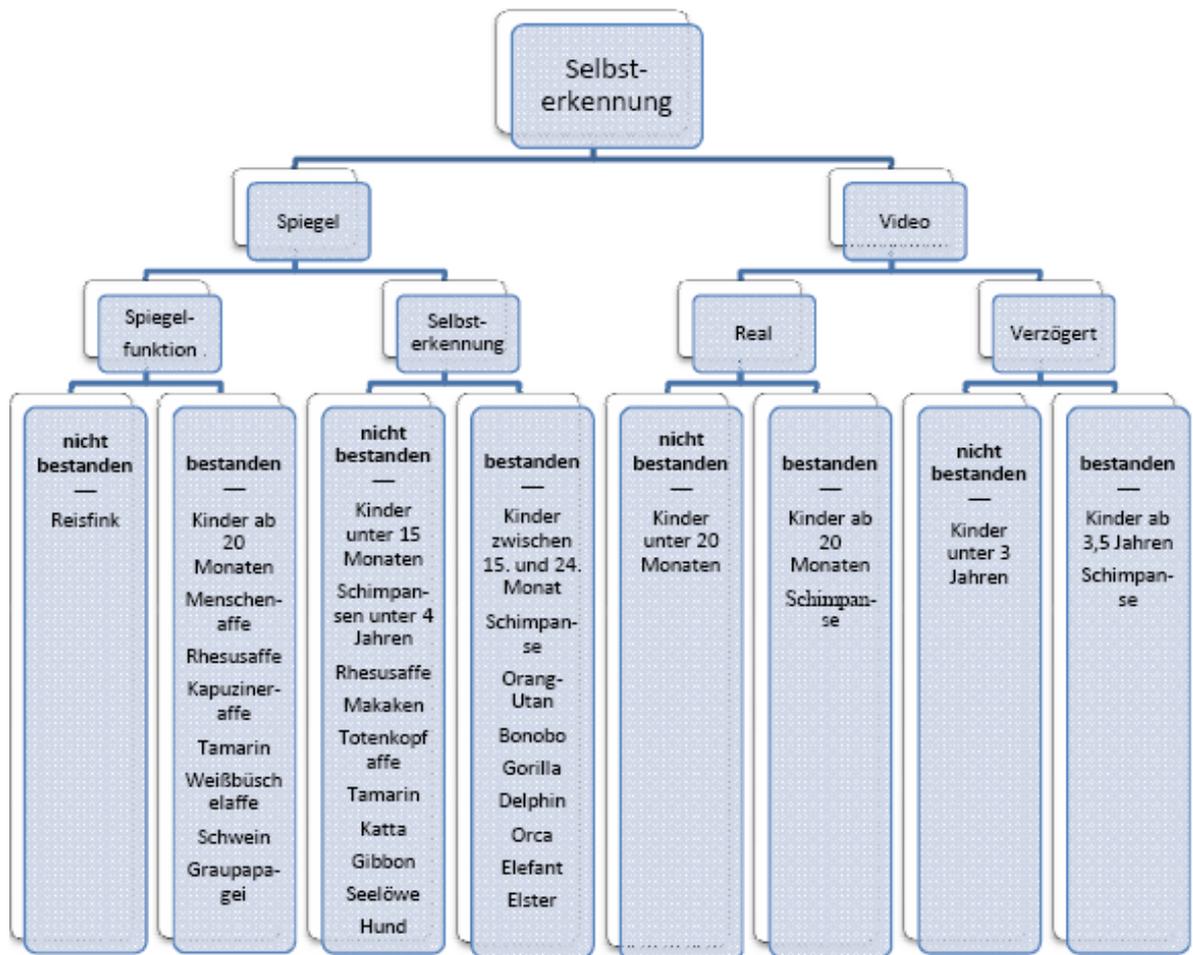


Abbildung 2: Übersicht zu den bisher durchgeführten relevanten Versuchen zur Selbsterkennung

2.5.3 Schlussfolgerungen aus den erzielten Ergebnissen

Povinelli (1987) stellte fest, dass zwar Schimpansen den Gallup-Test bestanden, aber alle anderen Tiere, wie z.B. Tieraffen, Hunde, Katzen, Vögel jedoch nicht. Er schloss daraus eine Besonderheit der Selbsterkennung, die nur Menschen und ihre allernächsten Verwandten, die Schimpansen, hätten und es damit ein Alleinstellungsmerkmal sei. Während Tieraffen zwar auf den Spiegel reagierten, sogar hinter den Spiegel sahen und Paviane und Makaken sogar gelegentlich ein selbstgerichtetes Verhalten zeigten, bestanden nur Menschen und Menschenaffen den Spiegeltest (Parker 1991). Suddendorf et al. schlossen aus den bisherigen Versuchsergebnissen zur Selbsterkennung im Spiegel bei Menschen- und Tieraffen, dass sich die Entwicklung der Selbsterkennung vor circa 18 Millionen Jahren entwickelt haben musste, da sich dort die Gruppen von Affen, die den Test bestanden von jenen trennte, die ihn nicht bestanden (Suddendorf et al. 2009). Aus der Erkenntnis, dass Schimpansen ihr Spiegelbild sogar in einem Zerrspiegel erkennen konnten, schlossen Kitchen et al., dass sie sogar in der Lage sind ihr eigenes

Bild zu abstrahieren (Kitchen et al. 1996). Heyes (1994) war der Meinung, dass der Spiegeltest noch nichts über ein mögliches Selbstkonzept aussage. Sie dachte, dass die Affen lediglich lernen müssten, dass visuelle Feedback des Spiegels zu nutzen. Ein komplettes Selbstkonzept war hierfür nicht notwendig (Heyes 1994). Swartz hingegen unterstützte Gallups Interpretation, dass Schimpansen sich selbst im Spiegel erkennen konnten, aber widersprach seiner Aussage, dass Schimpansen deshalb ein Selbstkonzept hätten. Außerdem kritisierte sie, dass es sehr starke individuelle Unterschiede gab. Nur wenige Tiere (derselben Art) bestanden den Spiegeltest, weshalb man nicht generell von einem Selbstkonzept reden konnte. Legitime Interpretationen waren für sie, dass der Spiegel als Werkzeug benutzt wurde und Erfahrungen mit dem Umgang mit dem Spiegelbild gesammelt und genutzt werden konnten. Termini wie Geist, Selbstbewusstsein und mentale Repräsentation schloss sie jedoch aus (Swartz 1997). Aus den bisher gemachten Versuchen folgerten de Veer und van den Bos: (1) Selbstgerichtetes Verhalten vor dem Spiegel belegt die Möglichkeit der Selbsterkennung, (2) die An- und Abwesenheit von Spiegelselbsterkennung innerhalb einer Art oder Artübergreifend ist aufgrund methodologischer Unterschiede noch nicht abschließend geklärt, (3) Phylogenetische Begründungen für Selbsterkennung sind noch nicht ausreichend belegt (De Veer et al. 1999). Keenan et al. ergänzten 2000 hierzu die Frage, ob es sich hierbei um Selbsterkenntnis oder nur um Gesichtserkenntnis im Gehirn handelte. Außerdem ist die Beziehung zwischen der Selbsterkennung und anderen Prinzipien wie Selbstevaluation und autobiographisches Wissen ungeklärt. Bisherige Untersuchungen ließen jedoch erste Schlüsse zu, dass das Zentrum des ‚Selbst‘ im Präfrontalen Cortex, speziell in der rechten Hemisphäre zu suchen sei (Keenan et al. 2000). Der letzten Erkenntnis widersprach jedoch Morin 2002, da er der Meinung war, dass Sprache von essentieller Wichtigkeit für Bewusstsein sei und das Sprachzentrum in der linken Hemisphäre angesiedelt ist. Aus diesem Grund argumentierte er, dass das komplette Bewusstsein in der linken Hemisphäre, das primitive Bewusstsein jedoch in der rechten Hemisphäre zu suchen sei (Morin 2001, 2002).

Seyfarth und Cheney hingegen argumentierten, dass Affen Mitglieder ihrer Gruppe erkennen, diese unterscheiden und sich selbst in eine Rangordnung zu ihnen setzen konnten. Sie hätten also ein soziales Bewusstsein. Dennoch wüssten sie nicht, was sie wissen und könnten darüber nicht reflektieren, und sie könnten nicht selbst Objekt ihrer Betrachtung werden. Aus diesem Grund könne man nicht von Bewusstsein reden (Seyfarth et al. 2000).

Welche Bedeutung das Bestehen des Spiegeltests haben konnte, versuchte Povinelli et al. (1994) mit weitergehenden Versuchen zu verdeutlichen. Junge Schimpansen, die den Spiegeltest nicht bestanden hatten, wurden getestet, ob sie in der Lage sind zu unterscheiden zwischen Menschen, die Wissen wo Nahrung versteckt wurde (weil sie es gesehen haben) und solchen die es nicht wissen. Schimpansen, die den Spiegeltest nicht

bestanden hatten, konnten sich auch noch nicht in andere Lebewesen versetzen und wussten nicht, was diese wissen konnten (Povinelli et al. 1994). Bei Affen und Menschen wurde eine enge Korrelation zwischen der Selbsterkennung im Spiegel und höheren Formen der Empathie und altruistischen Verhaltens festgestellt (Bischof-Köhler 1994, Gallup 1998). Versuche mit Kapuzineraffen legten eine mögliche Korrelation von Erkennen der Spiegelfunktion und der Fähigkeit zum Werkzeuggebrauch nahe (Westergaard et al. 1995)

Die Erklärungsversuche für ein potentielles Selbstbild reichen weit. Bei den Delphinen beispielsweise wurde angenommen, dass sie über den Schatten, den sie auf dem Meeresboden sehen, zu einem Selbstbild gelangt sein könnten (Loveland 1995). Wobei diese These nicht den Unterschied erklärt, den die Tiere zwischen sich und ihren Artgenossen in den gezeigten Videoaufzeichnungen während der Versuche (Marten et al. 1995) machten. Auch ist es möglich, dass Tiere, welche den Spiegeltest nicht bestehen, ein spezielles Problem mit der Funktionsweise und der aus dem Spiegelbild entstehenden mentalen Repräsentation haben. Gregory et al. (2010) entwickelten hierzu eine Hypothese (coordinate-system orientation representation COR), welche jedoch nicht erklärt warum einige Tierarten zwar die Funktionsweise des Spiegels verstehen nicht jedoch den Spiegeltest bestehen (Macellini et al. 2010).

3 Die Versuchstiere

3.1 Individuen

Für die unterschiedlichen Versuche standen insgesamt zehn Keas in zwei Zoologischen Einrichtungen zur Verfügung. Einer der Keas, das Weibchen aus dem Berliner Zoologischen Garten (B0,1) fiel jedoch bei einem Teil der Versuche aus, da sie sich nicht zum Versuchsaufbau locken ließ und aus diesem Grund nicht getestet werden konnte. Die gewählte Nomenklatur für die Tiere setzt sich aus einem Buchstaben (M für Marlow und B für Berlin) und einer fortlaufenden Nummer zusammen. Bei einer Zahl vor dem Komma handelt es sich um ein Männchen, bei der Zahl hinter dem Komma um ein Weibchen.

Im Vogelpark Marlow konnten folgende Tiere getestet werden:

M1,0: Hierbei handelte es sich um ein Männchen. Er schlüpfte am 01. April 2007 im Zoologischen Garten Leipzig. Das Tier war mit einem Transponder versehen (Transpondernummer 968000004797258). Am 29. September 2007 gelangte er zusammen mit seinem Bruder (M2,0) in den Vogelpark Marlow. Er wurde ohne besondere Auffälligkeiten von seinen Eltern groß gezogen.

M2,0: Dieses Männchen war ebenfalls am 01. April 2007 im Zoologischen Garten Leipzig geschlüpft. Die Transpondernummer des Keas lautete 968000004836631. Zusammen mit seinem Bruder gelangte er am 29. September 2007 in den Vogelpark Marlow. Auch er wurde durch seine Eltern aufgezogen.

M3,0: Dieses Männchen gelangte am 22 Mai 2007 aus dem Allwetterzoo Münster in den Vogelpark Marlow. In Münster schlüpfte es am 06. Juni 2006. Es trug den Transponder mit der Nummer 968000003840551. Über die Aufzuchtbedingungen des Tieres liegen keine Daten vor.

M4,0: Am 10 Juli 2007 kam dieses Männchen aus dem Zoo Dortmund zur Gruppe. Es schlüpfte dort am 15. Juli 2006 und wurde von den Eltern großgezogen. Gekennzeichnet war es mit dem Transponder 968000001798295.

M0,1: Dieses Weibchen schlüpfte im Juni 2006 im Parc Paradiso (Belgien). Am 25. Oktober 2007 gelangte es in den Vogelpark Marlow. Über die Aufzucht des Weibchens war nichts bekannt. Es trug den Transponder 94700000121936.

M0,2: Ebenfalls am 25. Oktober 2007 gelangte auch dieses Weibchen aus dem Parc Paradiso (Belgien) in den Vogelpark Marlow. Es schlüpfte dort im Juni 2006. Auch

hierbei war nicht bekannt, ob es sich um eine Handaufzucht handelte. Sie trug den Transponder 94700000071523.

M0,3: Dieses Weibchen gelangte am 22. Mai 2007 gemeinsam mit dem Bruder (M3,0) aus Münster in den Vogelpark Marlow. Es schlüpfte am 06. April 2006 und wurde von den Eltern großgezogen. Es trug den Transponder 968000003838296.



Abbildung 3: Marlower Keas bei der Fütterung

M0,4: Hierbei handelte es sich um das älteste Tier. Dieses Weibchen schlüpfte am 16. Mai 2000 in dem zoologisch-botanischen Garten Stuttgart (Wilhelma) und wurde dort von ihren Eltern großgezogen. Am 24. November 2007 gelangte sie in den Vogelpark Marlow und trug den Transponder 00-05FE-250B.

Im Zoologischen Garten Berlin wurden folgende Tiere getestet:

B1,0: Dieses Männchen schlüpfte 1996 im Allwetterzoo Münster. Seit 1997 lebte es im Zoologischen Garten Berlin. Über die Aufzuchtbedingungen war nichts bekannt. Er selbst hatte noch nicht gezüchtet.

B0,1: Dieses Weibchen kam 2002 aus Privatbesitz in den Berliner Zoo. Weder das genaue Alter noch die Aufzuchtbedingungen waren bekannt. Es fand noch keine eigene Brut statt.

3.2 Gehege

3.2.1 Vogelpark Marlow

Alle acht Keas lebten gemeinsam in einer großen Voliere. Die Rückwand der Voliere war mit Kunstfelsen verkleidet. In diesem Kunstfelsen befand sich in der Mitte ein

künstlicher Wasserfall, welcher in einen mit Steinen befestigten Flusslauf führte. Dieser Fluss ergoss sich schließlich in einen Teich, welcher im vorderen Drittel der Voliere zu finden war. Rechts und links des Wasserfalls befanden sich jeweils zwei Einfluglöcher zu den beiden Innengehegen, welche außerhalb der Versuchszeiten immer geschlossen waren. Die Voliere war durchgehend bepflanzt. Neben einer geschlossenen Grasdecke befanden sich einige niedrige Sträucher und abgestorbene Baumstämme im Gehege. Im vorderen Drittel der Voliere war auf einem Sandboden ein alter Geländewagen abgestellt, welcher von den Keas teilweise zerstört wurde. Bewegliche Teile oder Stoff, Gummidichtungen und Leitungen wurden von den Tieren herausgetrennt. Die Motorhaube wurde außerdem für die täglichen Fütterungen genutzt.



Abbildung 4: Einblick in die Keavoliere Marlow

Im Gehege befanden sich an unterschiedlichen Stellen künstlich angelegte Bruthöhlen, welche von den Keas aber bislang noch nicht zur Brut genutzt wurden. Die Gagenbreite der Volierenumzäunung betrug circa 3 cm. Auch das Dach der Voliere war aus dieser Maschengage. Der circa 3 m² große Beton-Teich im vorderen Drittel der Voliere war von Steinen umgeben. Ein großer Ast lag quer über dem hinteren Teil des Teichs in der Nähe des Zuflusses. Auf dem Teich lebten acht Neuseeländische Tauchenten (*Aythya novaeseelandiae*).

Zusätzlich zu der großen Hauptvoliere standen noch zwei weitere abtrennbare Gehege zur Verfügung. An der Rückwand der Hauptvoliere befanden sich zwei in den Kunstfelsen eingelassene Einflugklappen, welche von Innen geöffnet werden konnten. Diese Klappen führten zu einer geschlossenen Innenvoliere. Diese gemauerte Innenvoliere hatte an zwei Seiten Fenster, an einer Seite Glasbausteine und eine verschließbare Luke und an der anderen Seite die beiden Einfluglöcher zur Hauptvoliere. Durch die verschließbare Luke konnten die Tiere in die Versuchsvoliere gelangen. Sowohl die Innenvoliere als auch die Versuchsvoliere enthielten einen Ast quer durch den Raum als Anstich, welcher zu der Verbindungsluke führte (siehe Abb. 5). Um Tiere für die Versuche zu separieren wurden sie bei offenen Verbindungstüren zur Hauptvoliere und zur Versuchsvoliere in das Umsperrgehege gelockt. Von dort gelangten dann die Keas in die Versuchsvoliere und die Verbindungsklappen vom Umsperrgehege zur Hauptvoliere

wurden geschlossen. Somit standen den Keas nur noch das Umsperrgehege und die Versuchsvoliere zur Verfügung. Als nächstes wurden dann die zu testenden Tiere vom Rest separiert und die Luke zwischen Umsperrgehege und Versuchsvoliere geschlossen. Dadurch dass die Versuchstiere durch die Verbindungsluke noch akustischen Kontakt zu den anderen Tieren hatten, zeigten sie sich ruhiger und nahmen an den Versuchen teil. Wenn die Keas, welche nicht getestet wurden wieder zurück in die Hauptvoliere gelassen wurden, reagierten die zu testenden Tiere sehr nervös und liefen vor der Luke auf und ab. An den Versuchen nahmen sie bei dieser Versuchsanordnung nicht teil.

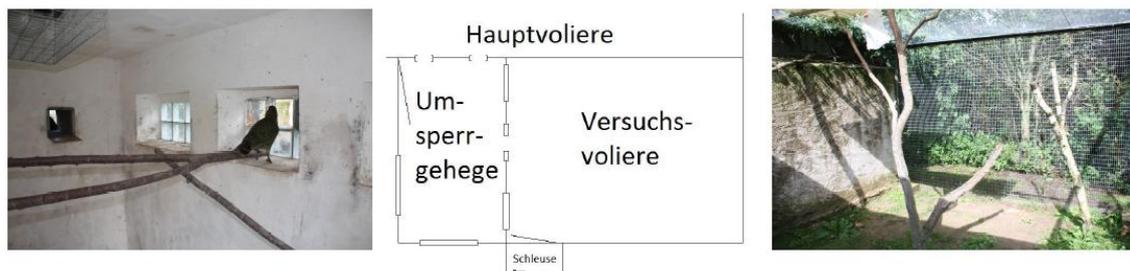


Abbildung 5: Umsperrgehege und Versuchsvoliere in Marlow

3.2.2 Zoologischer Garten Berlin

Die Voliere, in der die Tiere im Zoologischen Garten gehalten wurden, hatte eine Grundfläche von circa 46 m² und eine durchschnittliche Höhe von 3 m. Neben einer Naturstein-Rückwand und weiteren größeren Steinen in der Außenanlage enthielt sie ein Wasserbecken (ca. 1 m²) und zahlreiche Äste. Der Bodenbelag in der Außenanlage bestand aus Rindenmulch. Durch eine Stufe war ein kleiner überdachter Teil der Außenanlage abgetrennt und mit Vogelsand ausgestreut. Die Innenanlage war durch eine Tür mit einer stets geöffneten Luke vom Außenbereich abgetrennt und ebenfalls mit Vogelsand ausgestreut. Auch in der Innenanlage waren Äste als Ansitzmöglichkeit angebracht. Hier befanden sich außerdem die Futterschalen. Im überdachten Außenbereich und direkt davor befanden sich einige ausgehöhlte Baumstämme mit Einfluglöchern, welche als Nisthöhlen genutzt werden konnten. Die äußere Begrenzung der Voliere und das Kuppeldach bestanden aus Gitterfeldern und auf der Längsseite zusätzlich zwei großen Glasscheiben.



Abbildung 6: Keavoliere im Zoologischen Garten Berlin

Die Versuche wurden im Innengehege durchgeführt. Die Verbindungstür zum Außengehege wurde dabei vollständig geöffnet. Die Innenvoliere war 2 x 1,65 m groß mit einer Höhe von 3 m und gefliest. Der Betonboden wurde mit Vogelsand ausgestreut. Ein horizontal-querliegender Ast in 1,80 m Höhe diente als Anstanzmöglichkeit und zum Erreichen der an der Wand angebrachten Futternapfe. Der Innenbereich war für die Keas jederzeit durch eine 30 x 50 cm große Luke erreichbar. Der Zutritt für die Pfleger erfolgte durch eine Schleuse, welche zunächst in die Innenvoliere führte, von wo aus man dann auch in die überdachte Außenvoliere und die Außenvoliere gelangen konnte.

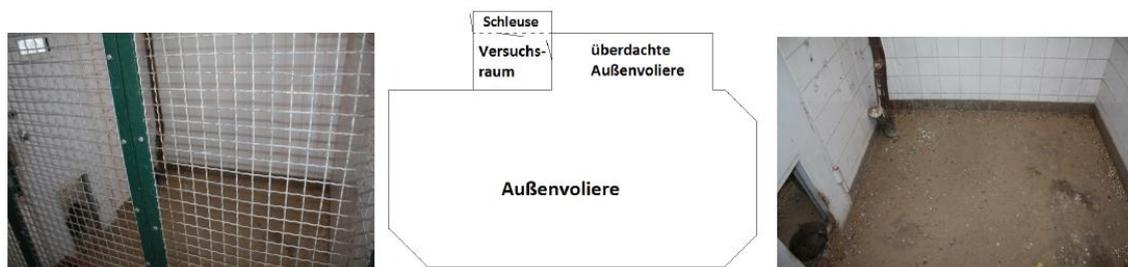


Abbildung 7: Versuchsvoliere in Berlin

3.3 Ernährung

3.3.1 Vogelpark Marlow

Im Vogelpark Marlow wurden die Tiere zwei Mal am Tag gefüttert. Die erste Fütterung erfolgte um 11 Uhr und bestand aus Gemüse (Mohrrüben, Gurke etc.), Obst (Äpfel, Banane etc.) und gekochtem Reis und Kartoffeln. Das Futter wurde dabei hauptsächlich auf der Motorhaube des in der Voliere stehenden Geländewagens dargeboten. Die zweite Fütterung gab es gegen 15:30 Uhr, bestehend aus einer Körnermischung.

3.3.2 Zoologischer Garten Berlin

Die Keas im Zoologischen Garten Berlin erhalten eine Hauptfütterung gegen 10 Uhr. Diese Fütterung besteht aus Gemüse (gekochten Kartoffeln und Mohrrüben), gekochtem Reis und einer Körnermischung. Nachmittags bekommen die Tiere dann noch einmal Salatblätter. Das Futter wird in eingehängten Futterschalen in der Innenvoliere dargeboten. Die Salatblätter werden in der Außenvoliere verteilt.

3.4 Belohnungsfutter

Als Belohnungsfutter bei den Versuchen wurden Erdnusskugeln der Firma Peanut Snack verwendet. Es handelte sich hierbei um Reiskugeln, welche mit Sesamkörnern bestreut waren. In der Mitte der Kugel war eine Erdnuss eingebacken.

4 Versuche zur Objektpermanenz

4.1 Material und Methoden

Die Tests zur Objektpermanenz wurden an den Versuchstieren in Marlow (M1,0; M2,0; M3,0; M4,0; M0,1; M0,2; M0,3; M0,4) und den Keas des Berliner Zoologischen Gartens (B1,0; B0,1) durchgeführt. Hierzu wurden einzelne Keas von der Gruppe separiert und in die oben beschriebenen Versuchsvolieren umgesperrt. Bei den Keas im Berliner Zoo konnte immer ein Kea so separiert werden, dass der andere weder den Versuchsaufbau und Versuchsausgang sehen konnte noch vom zu testenden Tier gesehen werden konnte. Auch im Vogelpark Marlow wurde ein vergleichbares Verfahren getestet, erwies sich aber leider nicht als praktikabel, da ein von der Gruppe isoliertes Tier immer wieder nervös reagierte und während der kompletten Versuchsdauer versuchte zu den anderen Tieren zu gelangen anstatt an den Versuchen teilzunehmen. Aus diesem Grund wurden hier immer zwei Keas gemeinsam in die Versuchsvoliere gelassen.

Die Versuche wurden immer in der Reihenfolge 4a, 4b, 5a, 5b, 5c, 6a, 6b durchgeführt. Zu jedem Versuch wurden die einzelnen Tiere 14 Mal getestet. Keine der Versuchsreihen dauert länger als fünf Minuten pro Tier. Die Versuchsreihen endeten jeweils damit, dass der zu testende Kea entweder zehn Entscheidungen getroffen hatte oder fünf Minuten vergangen waren. Die Versuche in Marlow fanden in dem Zeitraum vom 20. August bis zum 14. September 2010 statt. Die Versuche wurden an jedem Wochentag zwischen 08:00 und 9:30 Uhr und zwischen 13:00 und 14:30 Uhr durchgeführt. Die Versuche im Zoologischen Garten Berlin wurden vom 01.03. bis zum 12.04.2010 zwischen 8:30 und 9:30 Uhr durchgeführt.

Zur Durchführung der einzelnen Tests wurden Aluminiumbecher umgedreht auf ein Holzbrett gestellt. Der Experimentator hat dann bei den Versuchen 4a-5c sichtbar für das Versuchstier ein Belohnungsfutter unter einem der Becher versteckt, ist dann aufgestanden und hat sich umgedreht, so dass das Tier nicht durch die Blicke oder Gesten des Experimentators beeinflusst werden konnte. Außer dem Experimentator war kein weiterer Mensch in der Versuchsvoliere. In einem Abstand von zwei Metern stand auf einem Stativ eine Videokamera, welche die Versuche filmte, wenn es das Wetter zuließ. Außerhalb der Voliere stand ein weiterer Beobachter, welcher die Ergebnisse protokollierte.

Im Folgenden wird die Durchführung der einzelnen Tests beschrieben:

Test 4a: Die drei Aluminiumbecher wurden für das Versuchstier sichtbar umgedreht auf das Holzbrett gestellt. Der Experimentator zeigte dem Versuchstier das Belohnungsfut-

ter, welches er zwischen zwei Fingern hielt. Er hob den Becher A circa 10 cm an und legte das Belohnungsfutter für das Versuchstier sichtbar auf das Holzbrett. Dann stellte er den Becher wieder über das Belohnungsfutter, so dass es vollständig abgedeckt war, stand auf und wendete sich ab. Während dieses Vorganges war das Versuchstier nie weiter als 25 cm vom Versuchsaufbau entfernt. Der Zugang zu den Bechern wurde dem Tier aber erst erlaubt, nachdem sich der Experimentator erhoben hatte. Wenn das Versuchstier vorher einen der Becher berührte, war der Versuch ungültig. Der Versuch wurde pro Versuchstier 14 Mal wiederholt.

Test 4b: Die drei Aluminiumbecher wurden für das Versuchstier sichtbar umgedreht auf das Holzbrett gestellt. Der Experimentator zeigte dem Versuchstier das Belohnungsfutter, welches er zwischen zwei Fingern hielt. Allerdings wurde dieses Mal das Belohnungsfutter nicht unter Becher A sondern unter Becher B versteckt. Hierfür wurde wiederum der Becher B circa 10 cm angehoben und das Belohnungsfutter für das Versuchstier sichtbar auf das Holzbrett gelegt. Der weitere Versuchsverlauf war mit 4a identisch. Mit Hilfe dieses Versuches wurde auf den in Kapitel 2.3.1 beschriebenen A-nicht-B Fehler getestet. Dieser Test wurde unmittelbar nach den 4a Tests durchgeführt.

Test 5a: Die drei Aluminiumbecher wurden für das Versuchstier sichtbar umgedreht auf das Holzbrett gestellt. Der Experimentator zeigte dem Versuchstier das Belohnungsfutter, welches er zwischen zwei Fingern hielt. Das Belohnungsfutter wurde bei diesem Versuch unter wechselnden Bechern wie bei 4a beschrieben versteckt. Die Reihenfolge der Verstecke lautete wie folgt:

Tabelle 3: Reihenfolge der Verstecke in Testreihe 5a

Versuch	Versteck
1	B
2	C
3	C
4	A
5	B
6	A
7	C
8	A
9	B
10	B
11	C
12	A
13	B
14	C

Das Verhalten des Experimentators nach dem Verstecken des Belohnungsfutters war mit dem Versuch 4a identisch.

Test 5b: Die drei Aluminiumbecher wurden für das Versuchstier sichtbar umgedreht auf das Holzbrett gestellt. Der Experimentator zeigte dem Versuchstier das Belohnungsfutter, welches er zwischen zwei Fingern hielt. Dieses Belohnungsfutter wurde nach dem gleichen Schema wie bei den Tests 5a unter den Bechern versteckt. Nachdem das Futter versteckt war, wurde der Becher mit dem Belohnungsfutter allerdings noch einmal mit einem der benachbarten Becher verschoben. Hierfür wurde der Becher mit dem Futter auf der Holzplatte geschoben ohne das Belohnungsfutter erneut dem Versuchstier zu zeigen. Nach dieser einmaligen Verschiebung verhielt sich der Experimentator wie bei der Testreihe 4a.

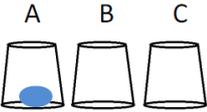
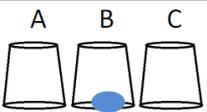
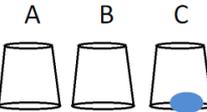
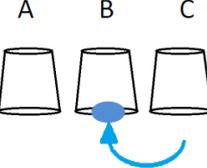
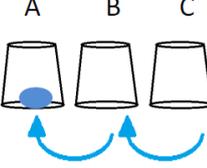
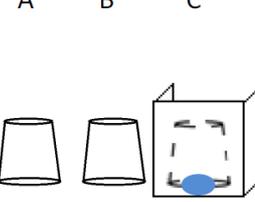
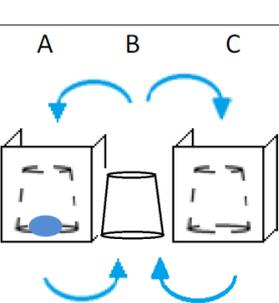
Test 5c: Der Versuchsablauf dieser Testreihe war mit der Testreihe 5b nahezu identisch. Allerdings erfolgte bei dieser Testreihe nach der ersten Verschiebung noch eine weitere, so dass das Belohnungsfutter insgesamt zwei Mal verschoben wurde. Nach der zweimaligen Verschiebung verhielt sich der Experimentator wie in der Testreihe 4a.

Test 6a: Zwei Aluminiumbecher wurden für das Versuchstier sichtbar umgedreht auf das Holzbrett gestellt. Anstelle des dritten Bechers wurde ein an zwei Seiten offener quadratischer Karton gestellt, welcher 25 x 20 x 20 cm (Höhe x Breite x Tiefe) maß. Eine der offenen Seite zeigte zu dem Brett auf dem er stand, die andere zum Experimentator. Auf diese Weise schirmte der Karton den Blick des Versuchstieres ab und ließ dem Experimentator gleichzeitig die Möglichkeit hinter den Sichtschirm zu greifen ohne ihn dabei anheben zu müssen. Dem Versuchstier wurde nun wieder zunächst das Belohnungsfutter, welches zwischen zwei Fingern gehalten wurde, gezeigt. Das Futter wurde daraufhin in die andere Handfläche gelegt und diese dann mit den Fingern verschlossen. Die geschlossene Hand verschwand dann hinter dem Sichtschirm, legte das Belohnungsfutter dort ab und kam wieder geschlossen dahinter hervor. Als nächstes wurde die Hand für das Versuchstier sichtbar geöffnet und die leere Handfläche präsentiert.

Test 6b: Ein Aluminiumbecher wurde für das Versuchstier sichtbar umgedreht auf das Holzbrett gestellt. Anstelle des zweiten und dritten Bechers wurden zwei an zwei Seiten offener quadratischer Kartons gestellt, welcher 25 x 20 x 20 cm (Höhe x Breite x Tiefe) maß. Eine der offenen Seite zeigte zu dem Brett auf dem er stand, die andere zum Experimentator. Dem Versuchstier wurde nun wieder zunächst das Belohnungsfutter, welches zwischen zwei Fingern gehalten wurde, gezeigt. Das Futter wurde daraufhin in die andere Handfläche gelegt und diese dann mit den Fingern verschlossen. Die geschlossene Hand verschwand dann hinter dem Sichtschirm. Dort wurde das Belohnungsfutter jedoch nicht abgelegt sondern in der geschlossenen Hand belassen. Die geschlossene Hand mit dem Belohnungsfutter kam als nächstes für das Versuchstier sichtbar wieder hinter dem Schirm hervor, wurde vor dem Versuchstier geöffnet und wieder geschlossen. Dann wurde die geschlossene Hand hinter den zweiten Schirm geführt und dort wie bei Versuch 6a verfahren. Um auszuschließen, dass das Versuchstier immer den Schirm

wählt hinter dem die Hand als letztes verschwunden ist, wurde bei den letzten fünf Versuchen nach dem Ablegen des Belohnungsfutters hinter dem zweiten Schirm ein dritter Durchgang hinter dem ersten Schirm durchgeführt. Allerdings wurde dem Versuchstier hierbei die bereits leere Hand vorher gezeigt.

Tabelle 4: Übersicht über die Versuche zu den einzelnen Stufen der Objektpermanenz

Ebene		Test
Stage 4a		Der Gegenstand wird für das Versuchstier sichtbar unter dem Hütchen A versteckt.
Stage 4b		Der Gegenstand wird jetzt sichtbar für das Versuchstier unter dem Hütchen B versteckt (Test auf A-not-B-Error).
Stage 5a		Der Gegenstand wird für das Versuchstier sichtbar unter einem beliebigen Hütchen versteckt.
Stage 5b		Der Gegenstand wird für das Versuchstier sichtbar unter einem beliebigen Hütchen versteckt und dann mit dem Hütchen einfach verschoben.
Stage 5c		Der Gegenstand wird für das Versuchstier sichtbar unter einem beliebigen Hütchen versteckt und dann mit dem Hütchen mehrfach verschoben.
Stage 6a		Der Gegenstand wird für das Versuchstier sichtbar in die Hand genommen und in der Faust versteckt. Die Hand verschwindet hinter dem Sichtschirm und der Gegenstand wird unter Becher C gelegt. Dem Versuchstier wird die leere Hand gezeigt.
Stage 6b		Der Gegenstand wird wie bei den Versuchen 6a versteckt und dann mit dem Hütchen mehrfach hinter die Sichtschirme bewegt. Immer wenn das Hütchen für das Tier wieder sichtbar wird, wird es angehoben, so dass das Tier sehen kann, ob sich der Gegenstand noch darunter befindet oder nicht.

Statistische Auswertung der Ergebnisse:

Bei jedem Versuch haben die Versuchstiere die Möglichkeit sich entweder richtig oder falsch zu entscheiden, wobei die richtige Entscheidung jene Wahl des Bechers darstellt unter dem sich die Belohnung befindet. Somit sind die Elementarereignisse in zwei sich ausschließende Klassen einteilbar (richtig oder falsch). Das Eintreten dieser Ereignis ist ungleich wahrscheinlich, da zwei Becher falsch und nur einer richtig ist. Um Herauszufinden, ob sich die Versuchstiere signifikant häufiger für den richtigen als für den falschen Becher entschieden haben, wurde ein Binomial-Test gewählt. Der Binomial-Test wird eingesetzt um für ein dichotomes Merkmal die Wahrscheinlichkeit zu berechnen, dass eine Merkmalsausprägung in einem bestimmten zu errechnen Grad häufiger (bzw. seltener) auftritt. Die Wahrscheinlichkeit für die einzelnen Ereignisklassen ist konstant. Dadurch, dass die Belohnung bei jedem Versuch zufällig unter einem anderen Becher versteckt ist, sind die einzelnen Ereignisse unabhängig voneinander. Damit sind die Voraussetzungen für einen Binomial-Test erfüllt (Leonhart 2009). Der Binomial-Test wurde mit dem Statistikprogramm R berechnet (R Development Core Team 2011).

4.2 Ergebnisse

Zusammenfassend ergab sich das Bild, welches in der Abbildung 8: Ergebnisse der Versuche aller getesteten Versuchstiere zu den Stufen der Objektpermanenz (aufgetragen sind die Mittelwerte [$n_{4a-5a}=9$, $n_{5b,6a-6b}=8$, $n_{5c}=6$] mit Standardabweichungen sowie das Signifikanzniveau [BINOMIALTEST, Signif.codes: . >0.05; *≤0.05; **≤0.01; *** ≤0.001]). gezeigt wird. Im Koordinatensystem sind jeweils auf der Abszissenachse die unterschiedlichen Ebenen der Objektpermanenz und auf der Ordinatenachse die Anzahl der Versuche (Gesamtzahl immer 14) angegeben. Aufgetragen sind dann die richtigen und falschen Entscheidungen der einzelnen Versuchstiere. Bei zufälliger Verteilung bei der Auswahl von drei zur Verfügung stehenden identischen Bechern, müssten die Versuchstiere bei 14 Versuchen 4,67 Mal den richtigen und 9,33 Mal einen der beiden falschen Becher wählen. Mit Hilfe des Binomialtests wurden die Signifikanzen ermittelt.

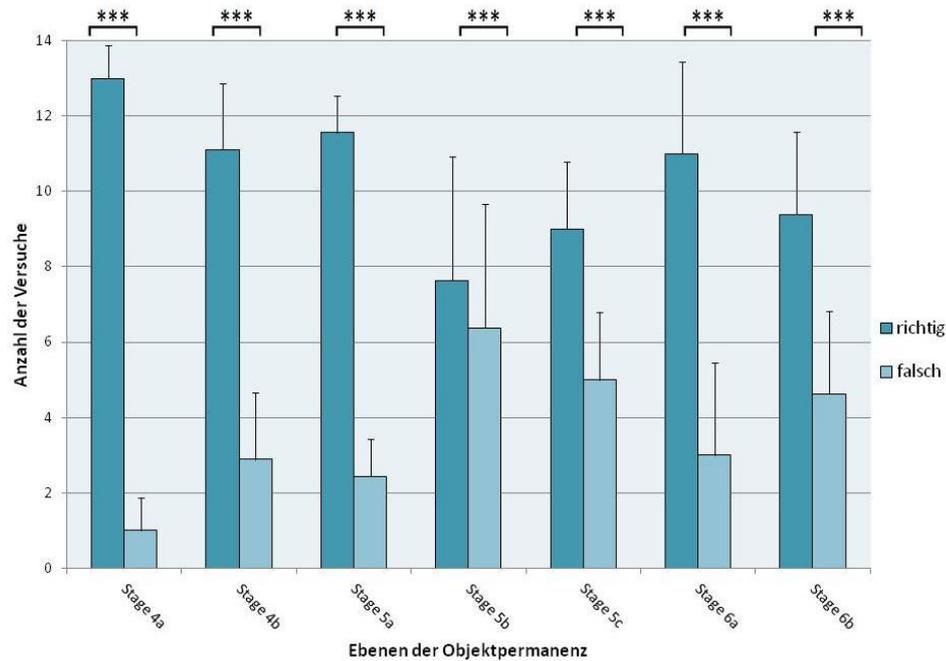


Abbildung 8: Ergebnisse der Versuche aller getesteten Versuchstiere zu den Stufen der Objektpermanenz (aufgetragen sind die Mittelwerte [$n_{4a-5a}=9$, $n_{5b,6a-6b}=8$, $n_{5c}=6$] mit Standardabweichungen sowie das Signifikanzniveau [BINOMIALTEST, Signif.codes: . >0.05 ; * ≤ 0.05 ; ** ≤ 0.01 ; *** ≤ 0.001]).

In allen Ebenen der Objektpermanenz, welche in diesen Versuchen getestet wurden, ergab sich eine hochsignifikant überzufällige Entscheidung für den richtigen Becher. An der relativ hohen Standardabweichung wird jedoch auch deutlich, dass es teilweise große Individuelle Unterschiede zwischen den Versuchstieren gab. Um diese Unterschiede genauer zu beleuchten und die Ergebnisse besser aufzuschlüsseln wurden im Folgenden die Signifikanzunterschiede zwischen den Geschlechtern untersucht.

Zwischen den Geschlechtern gibt es insgesamt einen signifikanten Unterschied. Die Männchen entscheiden sich häufiger für den richtigen Becher ($p = 0,0417$). Bei den Männchen konnte in allen getesteten Stufen der Objektpermanenz eine hochsignifikant überzufällige Entscheidung für den richtigen Becher festgestellt werden. Ein eklatanter Unterschied zu den Weibchen wird in der Ebene 5b deutlich. Hier entschieden sich die Weibchen häufiger falsch als richtig.

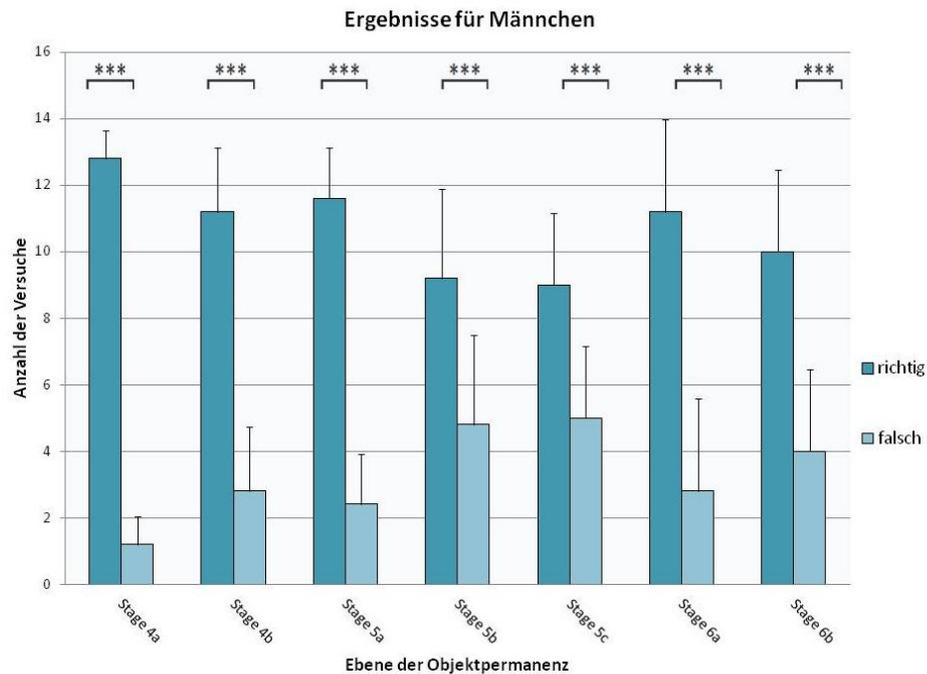


Abbildung 9: Zusammengefasste Ergebnisse der Männchen für die Objektpermanenztests (Mittelwerte für alle Männchen [$n_{4a-5b,6a-6b}=5$, $n_{5c}=4$] mit Standardabweichung sowie das Signifikanzniveau [BINOMIALTEST, Signif.codes: . >0.05 ; * ≤ 0.05 ; ** ≤ 0.01 ; *** ≤ 0.001]).

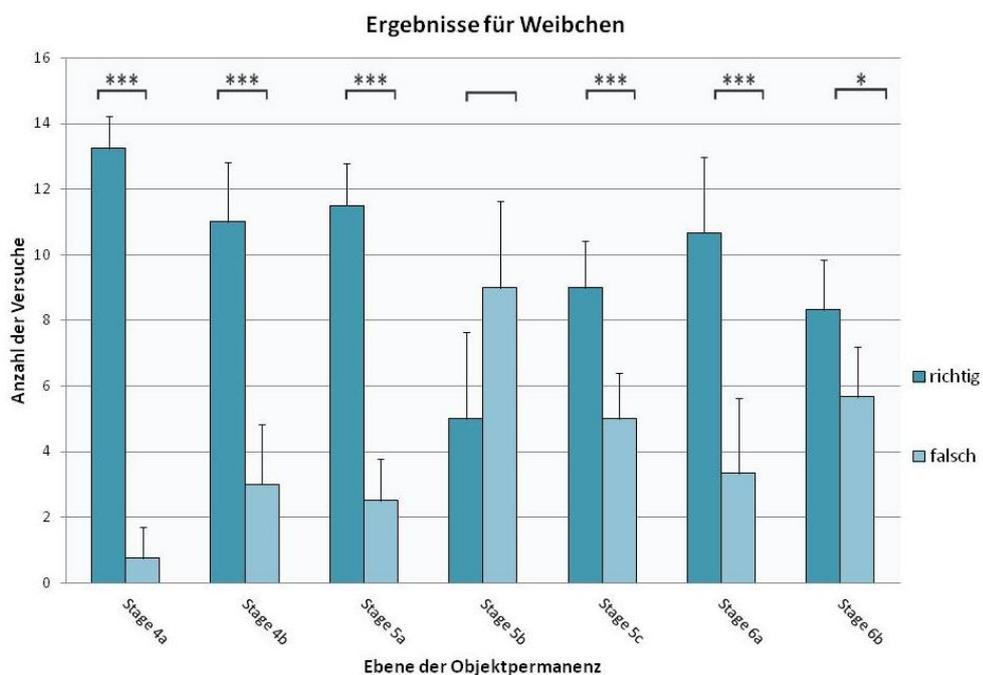


Abbildung 10: Zusammengefasste Ergebnisse der Weibchen für die Objektpermanenztests (Mittelwerte für alle Weibchen [$n_{4a-5a}=4$, $n_{5b,6a-6b}=3$, $n_{5c}=2$] mit Standardabweichung sowie das Signifikanzniveau [BINOMIALTEST, Signif.codes: . >0.05 ; * ≤ 0.05 ; ** ≤ 0.01 ; *** ≤ 0.001]).

Um individuelle Varianzen bei den Versuchstieren genauer zu untersuchen, sind im Folgenden die einzelnen Versuchsergebnisse für jedes Tier dargestellt.

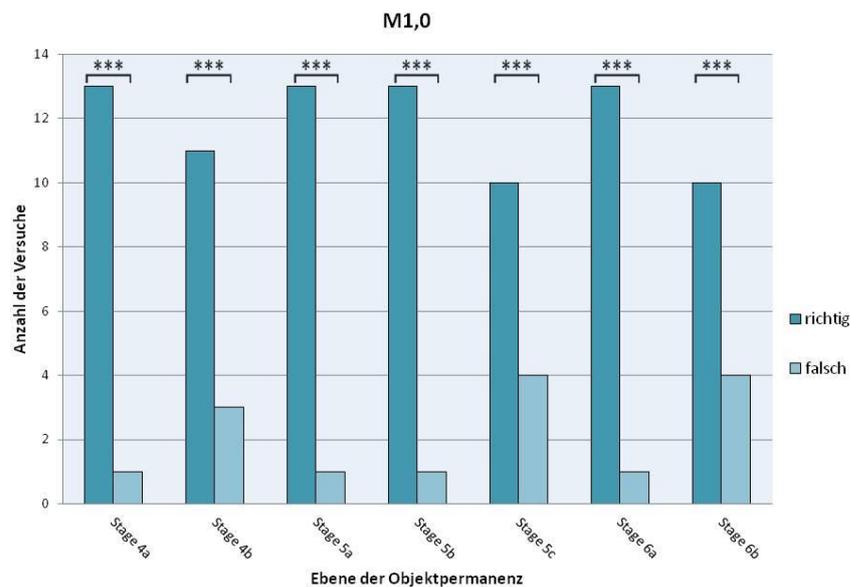


Abbildung 11: Versuchsergebnisse zur Objektpermanenz bei Versuchstier M1,0 (BINOMIALTEST, Signif.codes: . >0.05; * \leq 0.05; ** \leq 0.01; *** \leq 0.001).

Das Versuchstier M1,0 zeigte bei allen Versuchen eine Vorreiterrolle. Obwohl es beispielsweise bei der Futteraufnahme während der normalen Fütterung kein besonderes Dominanzverhalten zeigte, war es bei den Versuchen fast ausnahmslos als erstes in der Versuchsvoliere und musste teilweise wieder ausgesperrt werden, um auch anderen Keas die Chance zu lassen an den Versuchen teilzunehmen. M1,0 hat sich bei allen Versuchen hochsignifikant überzufällig für den richtigen Becher entschieden ($p \leq 0,001$).

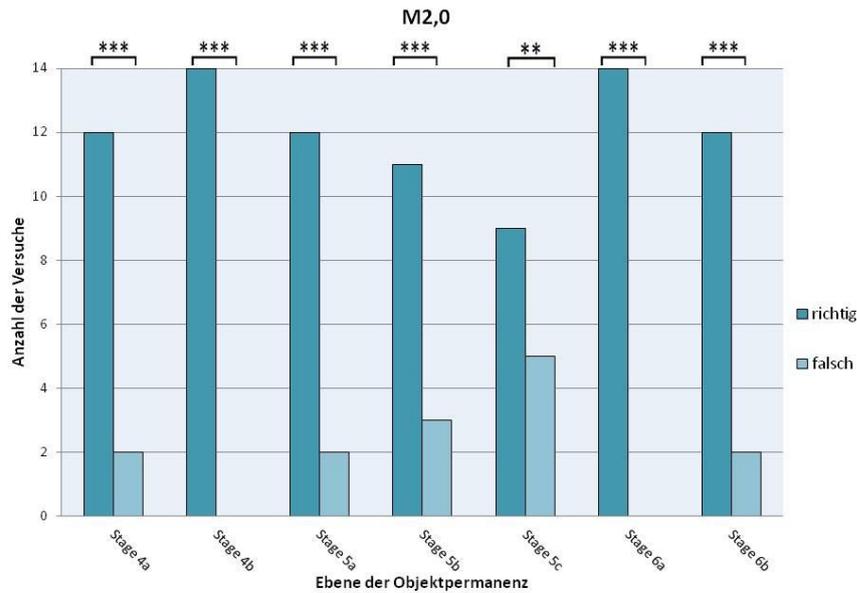


Abbildung 12: Versuchsergebnisse zur Objektpermanenz bei Versuchstier M2,0 (BINOMIALTEST, Signif.codes: . >0.05; * \leq 0.05; ** \leq 0.01; *** \leq 0.001).

Bei Versuchstier M2,0 fällt auf, dass die Ebene 4b fehlerfrei verläuft. Es tritt kein A-nicht-B Fehler auf. Bei den Tests zur Ebene 5 nimmt die Fehlerrate bei jeder neuen Unterstufe zu. Die Tests zur Ebene 6a hingegen verlaufen wieder komplett fehlerfrei und bei 6b zeigt sich eine Fehlerquote, welche mit den Tests zur Ebene 4a und 5a identisch ist. Es ist jedoch festzuhalten, dass sich das Versuchstier M2,0 bei allen getesteten Ebenen, mit Ausnahme der Ebene 5c (hier gibt es einen sehr signifikanten Unterschied zwischen richtig und falsch mit $p \leq 0,01$), hoch signifikant überzufällig für den richtigen Becher entscheidet ($p \leq 0,001$).

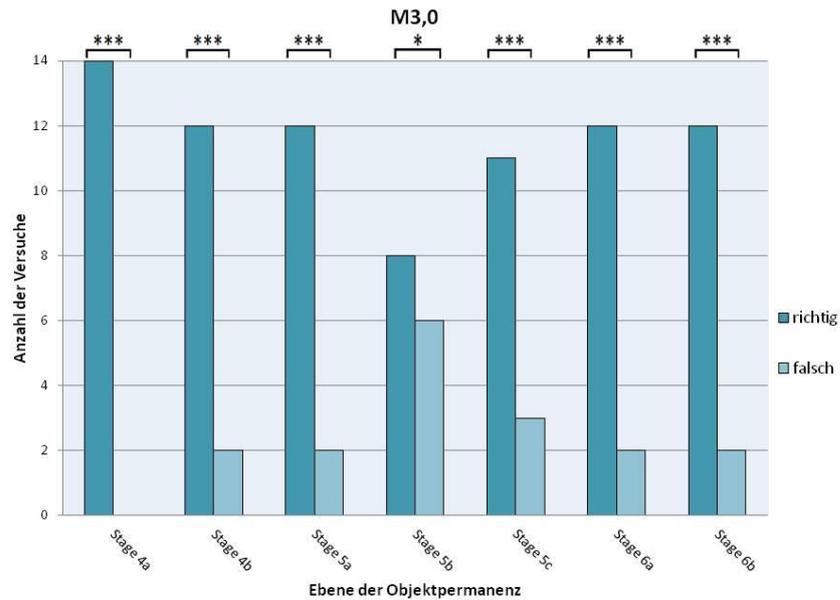


Abbildung 13: Versuchsergebnisse zur Objektpermanenz bei Versuchstier M3,0 (BINOMIALTEST, Signif.codes: . >0.05; * \leq 0.05; ** \leq 0.01; *** \leq 0.001).

Das Versuchstier M3,0 absolvierte die Tests sehr konstant mit zwei Fehlern. Einzig bei den Versuchen zur Ebene 4a blieb es komplett fehlerfrei und bei den Tests zur Ebene 5b hatte es sechs Fehlversuche von vierzehn. Bei den Tests zur Ebene 5c machte M3,0 noch drei Fehler, bei den nachfolgenden Ebenen blieb es wiederum im Fehlerniveau mit zwei Fehlern konstant. Bei allen Ergebnissen zeigte sich eine sehr hohe Signifikanz für eine überzufällige Entscheidung für den richtigen Becher ($p \leq 0,001$). Die Ausnahme hiervon bildet die Stufe 5b, welche aber immer noch einen signifikanten Unterschied zwischen richtig und falsch aufweist ($p \leq 0,05$).

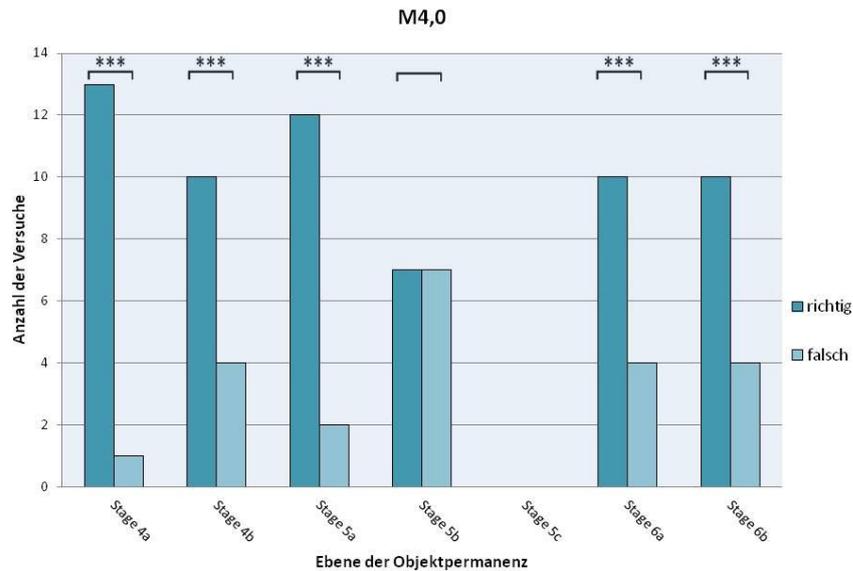


Abbildung 14: Versuchsergebnisse zur Objektpermanenz bei Versuchstier M4,0 (BINOMIALTEST, Signif.codes: . >0.05; * \leq 0.05; ** \leq 0.01; *** \leq 0.001).

Versuchstier M4,0 zeigte bereits bei den Tests zur Ebene 4b eine relativ hohe Fehlerquote. Alle von ihm begangenen Fehler waren A-nicht-B Fehler. Die Tests zur Ebene 5a bestand er jedoch mit nur zwei Fehlern, während bei den Tests 5b keine Signifikanz bei der Auswahl festzustellen war. Leider ließ sich dieses Versuchstier nicht dazu bewegen an den Tests zur Ebene 5c teilzunehmen. Zwar sah sich M4,0 den Versuchsaufbau und das Verschieben der Becher an, wählte jedoch nie einen der Becher aus, sondern verließ das Versuchssetting. An den Tests zur Ebene 6 nahm er jedoch wieder teil. Die Tests zur Ebene 6a und 6b absolvierte er mit jeweils vier Fehlern und zehn richtigen Entscheidungen. Bis auf die Tests zur Ebene 5b und den fehlenden Tests zu 5c entschied sich M4,0 hoch signifikant überzufällig für den richtigen Becher ($p \leq 0,001$).

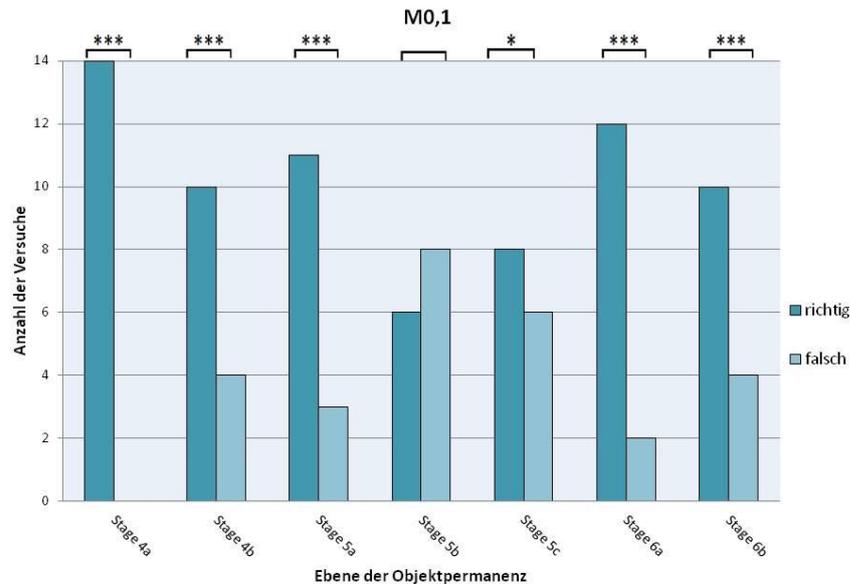


Abbildung 15: Versuchsergebnisse zur Objektpermanenz bei Versuchstier M0,1 (BINOMIALTEST, Signif.codes: . >0.05; *≤0.05; **≤0.01; *** ≤0.001).

Das Weibchen M0,1 zeigte sich bei den Versuchen von den Weibchen am zuverlässigsten und nahm bereitwillig teil. Die Ebene 4a bewältigte sie fehlerlos, während sie bei 4b vier Fehler machte, wovon drei der A-nicht-B Fehler waren. Bei den Tests zur Ebene 5a machte sie insgesamt nur drei Fehler. Die Tests zur Ebene 5b ergaben jedoch ein komplett anderes Bild. Hier traf sie nur sechs richtige Entscheidungen und machte acht Fehler. Bei 5c war es hingegen anders herum (sechs Fehler, acht korrekt). Bei den Tests zur Ebene 6a machte sie lediglich zwei Fehler, bei 6b vier. Bei den Versuchen zur Ebene 4a bis 5a sowie 6a und 6b entschied sich das Versuchstier hoch signifikant überzufällig für den richtigen Becher ($p \leq 0,001$), bei den Tests zur Ebene 5c konnte eine Signifikanz festgestellt werden ($p \leq 0,05$). Die Tests zur Ebene 5b ergaben keinen signifikanten Unterschied bei der Auswahl der Becher.

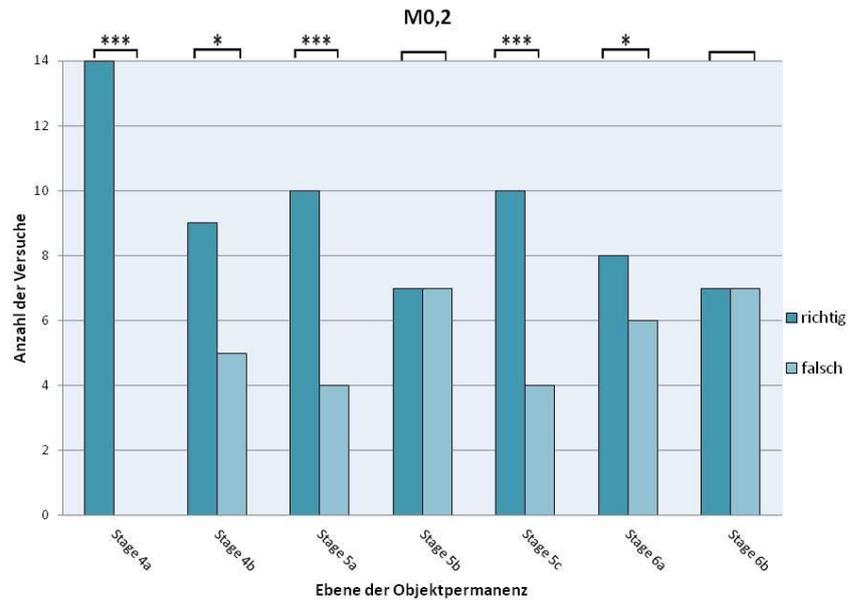


Abbildung 16: Versuchsergebnisse zur Objektpermanenz bei Versuchstier M0,2 (BINOMIALTEST, Signif.codes: . >0.05; * \leq 0.05; ** \leq 0.01; *** \leq 0.001).

Das Versuchstier M0,2 bestand die Tests zur Ebene 4a fehlerlos. Hingegen bei den Tests zu 4b fünf Fehler gemacht wurden, wovon vier A-nicht-B Fehler waren. Bei den Tests zur Ebene 5a wie auch zur Ebene 5c macht sie jeweils vier Fehler, bei denen zur Ebene 5b jedoch sieben. Die Tests zur Ebene 6a wurden mit sechs Fehlversuchen und die zur Ebene 6b mit sieben Fehlversuchen absolviert. Die Tests zur Ebene 4a bis 5a sowie 5c zeigten eine hohe Signifikanz für eine überzufällige Entscheidung für den richtigen Becher ($p \leq 0,001$). Bei der Ebene 6a war diese Signifikanz schwächer ausgeprägt ($p \leq 0,05$) wohingegen sie bei den Tests zur Ebene 5b und 6b komplett fehlte.

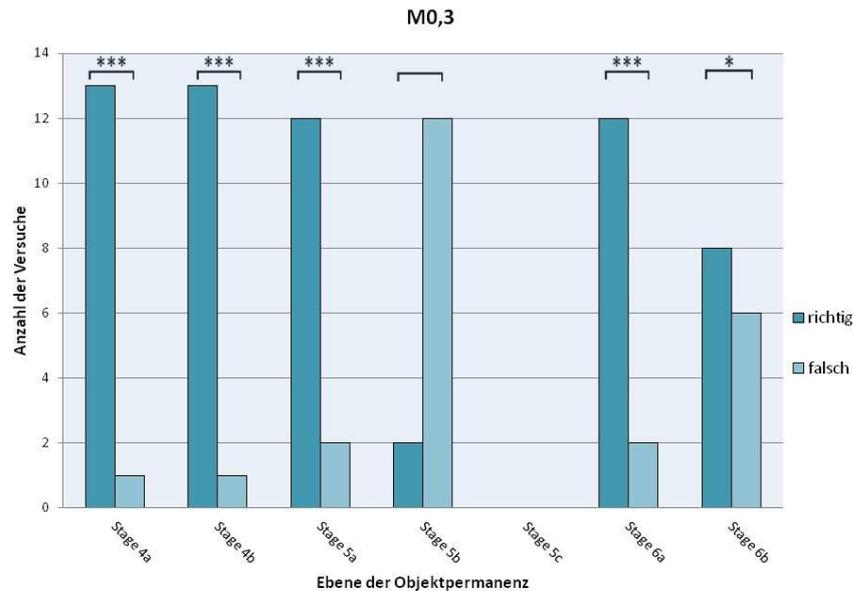


Abbildung 17: Versuchsergebnisse zur Objektpermanenz bei Versuchstier M0,3 (BINOMIALTEST, Signif.codes: . >0.05; *≤0.05; **≤0.01; *** ≤0.001).

Versuchstier M0,3 macht bei den Tests zur Ebene 4a und 4b jeweils nur einen Fehler. Bei dem Test zur Ebene 5a zwei Fehler. Ein völliger Einbruch kam bei den Tests zur Ebene 5b. Hier machte das Versuchstier zwölf Fehler. Zu den Tests zur Ebene 5c war es danach nicht mehr zu bewegen. Die Tests zur Ebene 6a absolvierte das Versuchstier M0,3 dann aber wieder, vielleicht aufgrund des anderen Versuchsaufbaus. Bei diesen Tests machte es für 6a zwei und für 6b sechs Fehler. Bei der Überprüfung der Ergebnisse auf Signifikanz mit Hilfe des Binomialtests zeigte sich, dass das Versuchstier M0,3 bei den Tests zur Ebene 4a bis 5a sowie 6a mit sehr hoher Signifikanz überzufällig den richtigen Becher wählte ($p \leq 0,001$), bei den Tests zur Ebene 6b nur mit einfacher Signifikanz ($p \leq 0,05$).

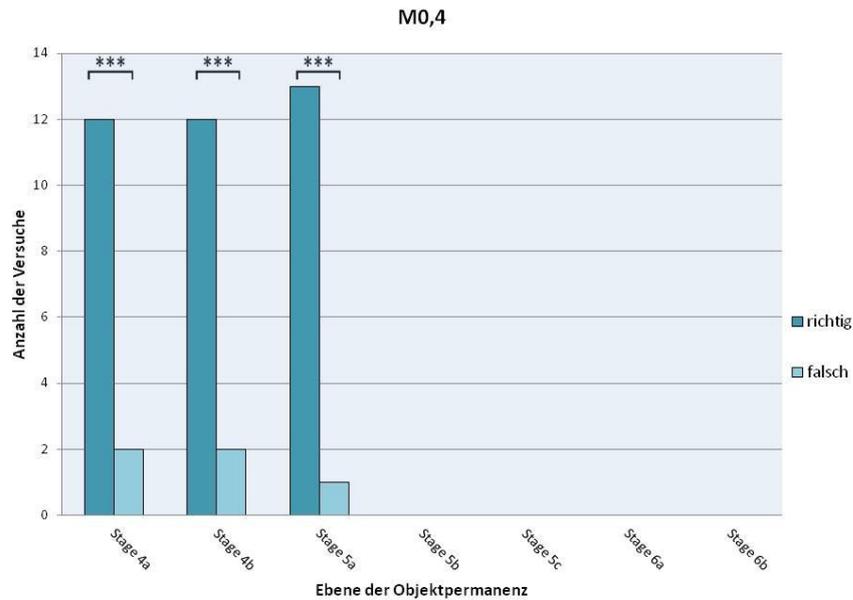


Abbildung 18: Versuchsergebnisse zur Objektpermanenz bei Versuchstier M0,4 (BINOMIALTEST, Signif.codes: . >0.05; * \leq 0.05; ** \leq 0.01; *** \leq 0.001).

Versuchstier M0,4 nahm trotz häufiger Versuche es doch zu motivieren nur an den Tests zu den Ebenen 4a (zwei Fehler), 4b (zwei Fehler, beide A-nicht-B Fehler) und 5a (ein Fehler) teil. Bei diesen drei Versuchsreihen entschied sich M0,4 hoch signifikant überzufällig für den richtigen Becher ($p \leq 0,001$).

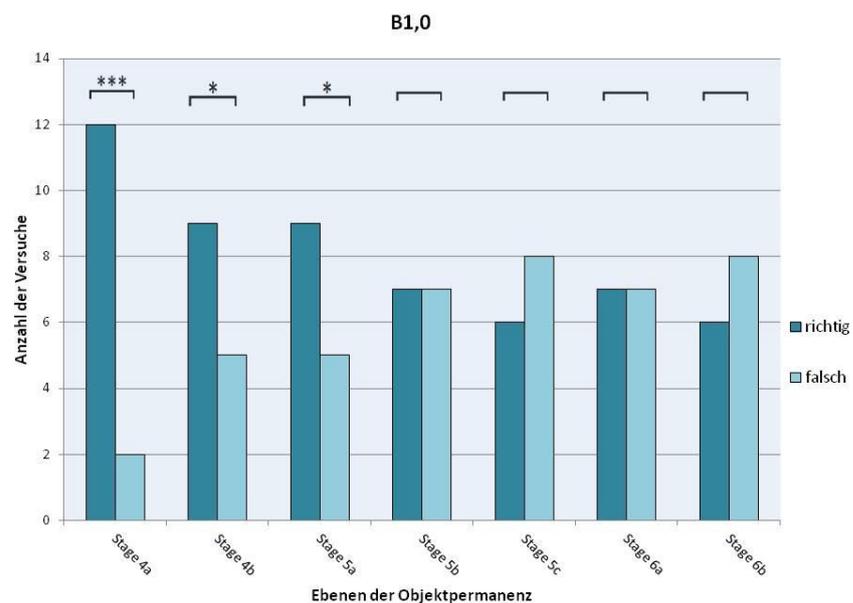


Abbildung 19: Versuchsergebnisse zur Objektpermanenz bei Versuchstier B1,0 (BINOMIALTEST, Signif.codes: . >0.05; * \leq 0.05; ** \leq 0.01; *** \leq 0.001).

Das Versuchstier B1,0 machte bei den Tests zur Ebene 4a zwei Fehler. Die Tests zur Ebene 4b und 5a absolvierte es jeweils mit fünf Fehlern, wobei beim Test 4b vier Fehler

davon A-nicht-B Fehler waren. Die Tests zu 5b wurden mit sieben Fehlern, die zur Ebene 5c mit acht Fehlern absolviert. Bei den Tests zu 6a machte das Versuchstier sieben und bei denen zu 6b acht Fehler. Bei den Tests zur Ebene 4a bis 5a entschied sich das Versuchstier B1,0 mit hoher Signifikanz überzufällig für den richtigen Becher ($p \leq 0,001$). Bei Ebene 5c und 6b war eine einfache Signifikanz festzustellen ($p \leq 0,05$).

Trotz sehr langer Habituationsphase und erhöhtem Nahrungsanreiz war das Versuchstier B0,1 leider nicht dazu zu bewegen an den Versuchen teilzunehmen.

4.3 Diskussion

Die Ergebnisse waren individuellen Schwankungen unterworfen. Dieses war jedoch aufgrund der Versuchstierauswahl auch zu erwarten. Bei den Keas M1,0 - M4,0 sowie M0,1 - M0,3 handelte es sich um *Subadults* (Diamond & Bond 1999). Sie hatten die Geschlechtsreife noch nicht erreicht und besaßen einen ausgesprochen hohen Spieltrieb. Dieses hatte den Vorteil, dass sie neuen Objekten gegenüber zwar sehr aufgeschlossen waren aber auch den Nachteil, dass sie eine geringere Aufmerksamkeitsspanne hatten. Wie auch schon Range et al. (2009) festgestellt hatten, existierte innerhalb einer Keagruppe eine große individuelle Bandbreite an Aufmerksamkeitswilligkeit, welche sich weder mit dem Alter noch der Hierarchiehöhe der Tiere erklären ließ.

Alle getesteten Tiere hatten die Tests zur Ebene 4a der Objektpermanenz bestanden, keines der Versuchstiere machte bei diesen Tests mehr als zwei Fehler. Es wurde aktiv nach dem verschwundenen Gegenstand gesucht, so dass eine Koordination zwischen der visuellen und der taktilen Permanenz bei Keas festzustellen war. Durch die aktive Suche nach dem Gegenstand konnte nicht mehr von einer reinen Verlängerung der Akkommodationsbewegung gesprochen werden, wie sie in den Phasen eins bis drei der Objektpermanenz noch zu finden war.

Bei den Tests zur Ebene 4b der Objektpermanenz wurden im Durchschnitt mehr Fehler von den Versuchstieren gemacht. Es zeigte sich, dass bei den Keas, welche bei diesem Test vier oder mehr Fehler machten (Versuchstiere: M4,0; M0,1; M0,2 und B1,0) die überwiegende Anzahl A-nicht-B Fehler waren. Dennoch konnte man nicht von einem Residualverhalten (Piaget 1969) sprechen, denn in der Gesamtheit der Versuchsergebnisse entschied sich jedes der Versuchstiere mit hoher Signifikanz überzufällig für den richtigen Becher. Wahrscheinlich wäre in diesem Fall eine geringere Aufmerksamkeit und deshalb der Versuch das Futter wieder an dem Ort zu finden, wo sie bereits erfolgreich waren. Diese Vermutung wurde auch durch die Ergebnisse der Tests zu der Ebene 5 gestützt.

Bei den Tests zur Ebene 5 sollten die Keas zeigen, dass sie den Gegenstand nur dort suchen, wo sie ihn auch zuletzt wahrgenommen haben. Bei den Tests zur Ebene 5a, bei

denen der Gegenstand für die Keas sichtbar unter einem beliebigen Becher versteckt wurde, entschieden sich alle Versuchstiere mit hoher Signifikanz überzufällig für den richtigen Becher und gelangten so zu der Belohnung. Die Tests 5b und 5c verlangten eine längere Aufmerksamkeitsspanne. Bei 5b wurde der Gegenstand für die Keas sichtbar unter einem Becher verborgen und dann verschoben. Der Übergang von den Versuchen 5a zu 5b fiel auch aus technischer Sicht teilweise schwierig aus, da die Keas gelegentlich versuchten sofort an die Belohnung zu gelangen als der Gegenstand unter dem Becher verschwand. Es war viel Training nötig, den Tieren beizubringen, dass sie sich erst dann für einen der Becher entscheiden durften, wenn der Experimentator sich abgewendet hatte. Während dieser ‚Wartezeit‘ für die Tiere, kam es gelegentlich vor, dass sie nicht mehr die volle Aufmerksamkeit auf den Versuchsaufbau richteten, sondern zu anderen Bereichen inner- und außerhalb der Voliere blickten. Trotz der erhöhten Fehleranzahl entschieden sich die Versuchstiere M1,0; M2,0 und M3,0 mit hoher Signifikanz überzufällig für den richtigen Becher. Besonders auffällig sind die Ergebnisse bei dem Versuchstier M0,3. Dieses Versuchstier wählte bei den Versuchen zur Ebene 5b der Objektpermanenz fast immer den Becher unter dem sich die Belohnung vor dem Verschieben befunden hatte. Lediglich zwei Mal entschied sie sich zufällig für den richtigen Becher. Von den zwölf Fehlversuchen, wählte sie neun Mal den Becher des ersten Verstecks. Dieses Ergebnis war überzufällig, so dass man bei diesem Tier davon ausgehen musste, dass sie die Ebene 5 nicht komplett erreichte. Einige der Versuchstiere (M4,0 und M0,3), die bei den Tests zur Ebene 5b viele Fehlentscheidungen trafen und damit weniger Belohnungsfutter erhielten, verloren danach völlig das Interesse und nahmen nicht mehr an den Versuchen zur Ebene 5c teil. Bei den Versuchstieren M0,1 und B1,0 nahm die Anzahl der Fehler im Gegensatz zu den Tests zur Ebene 5b leicht ab und es wurde eine leichte Signifikanz für eine überzufällige Entscheidung für den richtigen Becher festgestellt. Diese Verschiebung könnte allerdings auch auf Lerneffekte durch die Versuche zur Ebene 5b hervorgerufen worden sein. Besonders auffällig sind die Ergebnisse von Versuchstier M0,2, welches bei den Tests zur Ebene 5b keine überzufällige Entscheidung für den richtigen Becher traf, allerdings bei den Tests zur Ebene 5c, welche eine längere Aufmerksamkeit erfordert, eine hohe Signifikanz für eine überzufällige Entscheidung für den richtigen Becher erreicht. Möglich wäre es, dass dieses Tier das Verschieben der Belohnung mit dem Becher erst in diesen Versuchen erlernte und somit die Versuche 5b als Lernversuche genutzt hat. Diese These lässt sich jedoch nicht abschließend stützen.

Bei den Tests zur Ebene 6 erzielten alle Männchen (M1,0 – M4,0) aus Marlow eine hohe Signifikanz für eine überzufällig richtige Entscheidung. Dieses galt sowohl für die Tests 6a als auch für die Tests 6b. Bei diesen Tests müssen die Versuchstiere die Methode der Vorstellung beherrschen. Sie sehen nicht, wie das Objekt versteckt wird und dennoch müssen sie Schlussfolgern, wo es versteckt wurde. Durch das Nachvollziehen

des gesamten Weges des Objektes ist es konstituiert und wird von den Keas als nicht mit sich selbst identisch aufgefasst. Das Objekt unterliegt physikalischen Gesetzen und ist unabhängig von der eigenen Handlung existent. Erst wenn Keas diese Phase erreicht haben, können damit auch einfache Ursache- und Wirkungsprinzipien erklärt werden, die zur Lösung von Versuchen des physikalischen Verständnisses gemacht wurden (Huber & Gajdon 2006a). Das etwas schwächere Abschneiden der Weibchen bei den Versuchen zur Ebene 6, lässt sich vielleicht mit der besonderen Dominanz der Männchen begründen. Wurde die gesamte Gruppe mit einem neuen Objekt konfrontiert, dominierten die Männchen dieses Objekt und die Weibchen zogen sich zurück. Es ist also zu vermuten, dass die Männchen eine größere Erfahrung im Umgang mit unterschiedlichen Objekten und demzufolge auch ihren physikalischen Eigenschaften gewinnen konnten. Nichtsdestotrotz zeigten sowohl das Weibchen M0,1 als auch das Weibchen M0,3 eine hohe Signifikanz für eine überzufällig richtige Entscheidung. Den Gedanken von Albiach-Serrano (2010) folgend ist also ein allozentrisches, räumliches Aufschlüsseln von gesehenen und nicht gesehenen Vorgängen auch für Keas zu postulieren. So müssen sie neben der Objektpermanenz auch über ein episodisches Gedächtnis verfügen. Ähnlich wie bei Kindern das Erlangen von Objektpermanenz weitreichende kognitive Folgen hat, könnte dieses auch bei Keas möglich sein. Vielleicht sind auch sie in der Lage ihren Körper als Objekt zu begreifen und ihn sich als Analogie zu anderen vorzustellen. Um diese Frage zu klären, sind allerdings Tests zur Selbsterkennung notwendig, welche in Kapitel 6 beschrieben werden.

5 Versuche zur Kategorienbildung

5.1 Material und Methoden

Die Tests zur Kategorienbildung wurden mit den Versuchstieren aus Marlow (M1,0-M0,4) und dem Berliner Kea B1,0 durchgeführt.

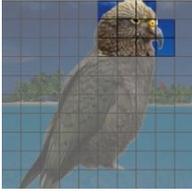
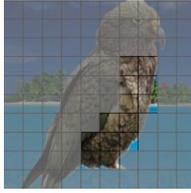
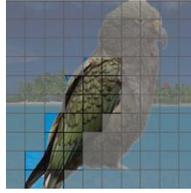
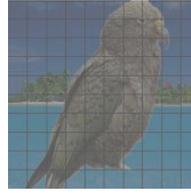
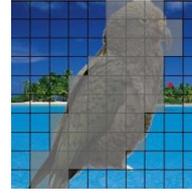
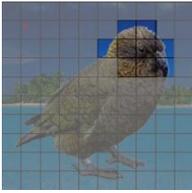
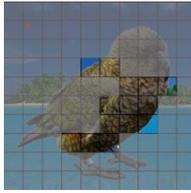
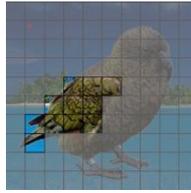
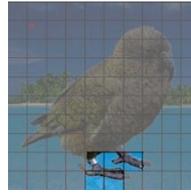
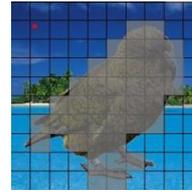
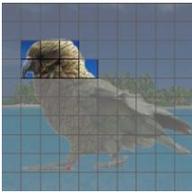
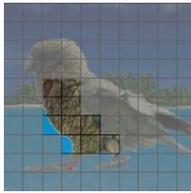
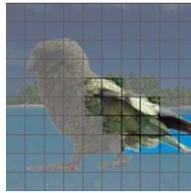
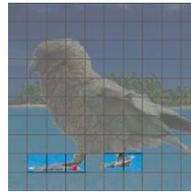
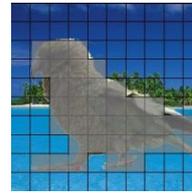
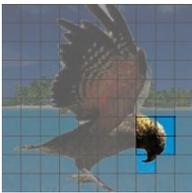
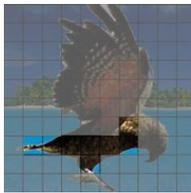
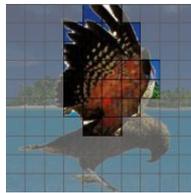
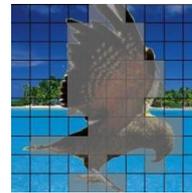
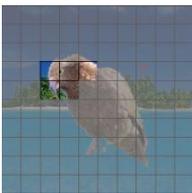
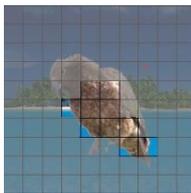
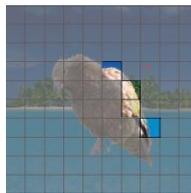
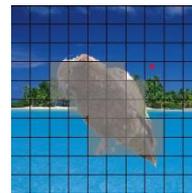
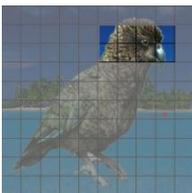
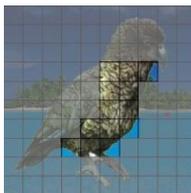
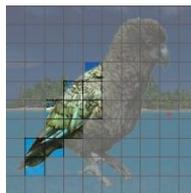
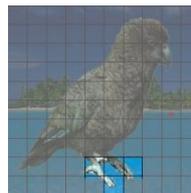
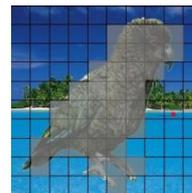
Versuchsaufbau

Zur Auswahl der Kategorien wird ein Touchscreenmonitor verwendet. Da sich CRT Bildschirme als weniger tauglich erwiesen haben (Yamaguchi et al. 2003), wird für die Versuche ein LCD Touchscreenmonitor benutzt. Bei dem Bildschirm handelte es sich um ein 10,4“ VGA-Touchdisplay der Marke Faytech. Das Gerät verfügt über eine Auflösung von 1360 x 768 Pixeln (768p), einer Helligkeit von 300 cd/m², einem Kontrast von 320:1 und einem Sichtwinkel von 150°. Der Bildschirm wurde eingehaust in einen Aluminiumrahmen, dessen Flächen mit weißem Sperrholz verschalt wurden. Die Außenmaße der Kiste betragen 31 x 32 x 8 cm (Länge x Höhe x Breite). In einer Entfernung von 14 cm von der unteren Kante der Kiste wurde mittig ein 12 x 21 cm großes Sichtfenster in die Sperrholzplatte eingefügt, hinter dem die Touchscreenfläche des Monitors positioniert wurde. 6,5 cm mittig unterhalb des Sichtfensters wurde eine kreisrunde Öffnung mit einem Durchmesser von 4 cm eingefügt und innerhalb der Kiste mit einem Rohr gleichen Durchmessers und einer leichten Steigung verbunden, welches auf der Rückseite der Kiste wieder austrat. Durch dieses Rohr konnte von hinten das Belohnungsfutter eingeworfen werden und gelangte durch das abfallende Rohr zum Versuchstier. Ebenfalls auf der Rückseite der Kiste befand sich eine kleine Öffnung durch die die Kabel des Bildschirmes (Stromkabel und VGA-Kabel) nach außen gelangen konnten. Diese Kabel wurden durch das Volierengitter gezogen und mit einer Stromquelle bzw. dem Computer verbunden.



Abbildung 20: Touchscreenaufbau für die Tests zur Kategorienbildung in Marlow (l.) und Berlin.

Die gesamte Box konnte mit Haken, welche sich an der Hinterseite befanden am Gitter befestigt werden, um so ein Umreißen der Box durch die Versuchstiere zu verhindern. Die Bildschirmfläche war in der Mitte unterteilt und das Versuchstier hatte jeweils die Wahl zwischen einem Bild, welches belohnt wurde und einem anderen ohne Belohnung. Wenn es das richtige Bild auswählte wurde der Bildschirm 2 Sekunden schwarz, der Experimentator am Laptop hinter der Touchscreenbox bekam auf seinem Bildschirm ein Signal, klickte einmal mit dem Belohnungsklicker und warf ein Belohnungsfutter in die Röhre, welches dann nach vorne zum Versuchstier gelangte. Entschied sich das Versuchstier hingegen für das falsche Bild wurde der Bildschirm für 5 Sekunden rot und es erfolgte kein Belohnungsgeräusch und kein Futter. Entscheidend war jeweils die erste Berührung. Zur Aufnahme der Daten wurde ein Programm auf Microsoft®-basierenden Oberflächen geschrieben. Das Programm wurde auf der Benutzeroberfläche WPF (Windows Presentation Foundation) in C-Shape geschrieben. Die Runtime, auf dem das Programm läuft, war das „NET-Framework“. Dieses Programm wählt aus zwei Ordnern jeweils ein Bild aus und legt es in einem Zufallsmodus entweder auf die linke oder die rechte Bildschirmseite, so dass jeweils ein zu belohnendes Bild und eines ohne Belohnung auf dem Bildschirm erschienen. Das Programm zeichnete nicht nur auf für welches Bild sich das Versuchstier entschieden hatte und wählte dementsprechend die Einfärbung des Bildschirms aus, sondern es zeichnete auch auf, wo genau das Versuchstier den Bildschirm berührt hatte. Diese Zusatzinformation wurde aufgrund der Ergebnisse von Dittrich et al. (2009) aufgenommen. In ihren Versuchen stellte sich heraus, dass Tauben bei den Bildern für die sie sich entschieden signifikant häufiger direkt auf die kritischen Features für die Kategorie pickten. Wurde dieses Feature aus dem Bild entfernt gelang es den Tauben nur noch mit einer sehr hohen Fehlerquote die Kategorie zu bilden. Da dieses vielleicht auch bei den Keas der Fall sein könnte, wurden diese Daten ebenfalls erhoben. Um festzustellen, ob bestimmte Körperregionen des gezeigten Keabildes entscheidend für die Kategorienbildung sind, wurden Zonen auf den Bildern definiert, in denen entweder Flügel, Kopf, Rumpf, Füße oder Hintergrund zu sehen waren. Die Einteilung der Zonen und ihre Größe (Anzahl der Rasterkästchen) kann der folgenden Abbildung entnommen werden:

	Kopf	Rumpf	Flügel	Füße	Hintergrund
Kea - bild Nr. 1					
	11	13	18	0	58
Kea - bild Nr.2					
	9	14	11	5	61
Kea - bild Nr. 3					
	7	10	15	5	63
Kea - bild Nr. 4					
	5	8	26	3	58
Kea - bild Nr. 5					
	5	10	4	2	79
Kea - bild Nr. 6					
	8	13	11	4	64

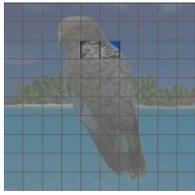
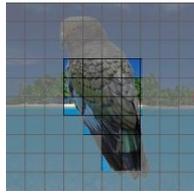
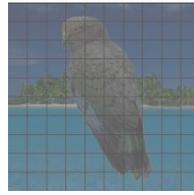
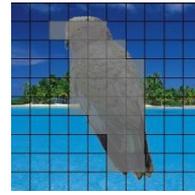
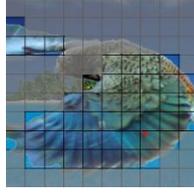
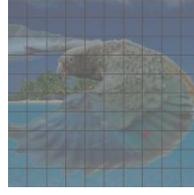
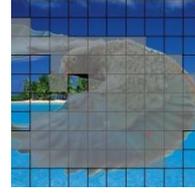
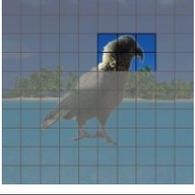
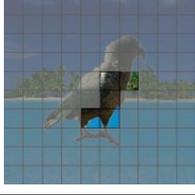
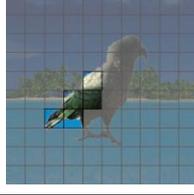
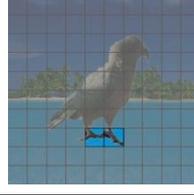
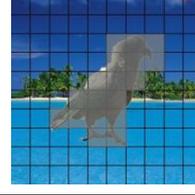
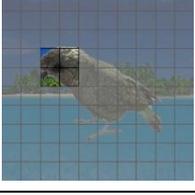
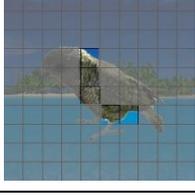
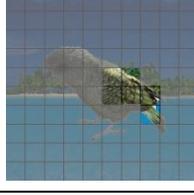
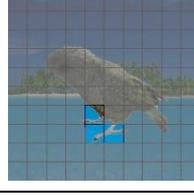
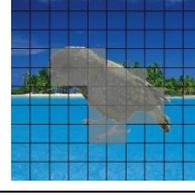
Kea - bild Nr. 7					
	4	2	19	0	75
Kea - bild Nr. 8					
	5	3	46	0	46
Kea - bild Nr. 9					
	6	5	5	2	82
Kea - bild Nr. 10					
	4	5	6	3	82

Abbildung 21: Zoneneinteilung der Keabilder und deren Größe

Um bei den ausgewählten Bildern, den Teil des Bildes hervorzuheben, anhand dessen die Kategorie gebildet werden sollte, wurden die Hintergründe bei allen Bildern mit Photoshop[®] gleich gestaltet. Statt eines einfarbigen Hintergrundes wurde hierfür eine Landschaftsaufnahmen gewählt, welche jedoch nicht durch zu starke Formen und Farben vom eigentlichen Bild ablenkte. Kategorientests werden mit natürlichen Objekten gemacht (Huber 2001b). Es gelingt Tauben schneller und nachhaltiger Kategorien mit natürlichen Objekten zu machen, allerdings ist es damit auch schwieriger herauszufinden, woran die Tauben die Kategorie festgemacht haben (Aust, Huber 2001). Bei natürlichen Objekten kann es fast ausgeschlossen werden, dass Kategorien anhand von Items gebildet werden, da immer sehr viele unterschiedliche Features zusammengenommen werden müssen (Aust, Huber 2002; Jitsumori 2001). Die natürlichen Stimuli reichen außerdem näher an die Lebenswelt der Versuchstiere heran (Huber et al. 2006b). Bei reduzierten Stimuli gehen Informationen verloren, die eventuell nötig sind (Cerella 1982). Außerdem lösen natürliche Bilder perceptual processes aus, die bei vereinfachten Bildern unterbleiben (Watanabe 2001a). Aus diesen Gründen wurden natürliche, den Tieren bekannte Gegenstände Bildern von Keas gegenübergestellt. Die Bilder der anderen Keas wurden hierbei belohnt, die Gegenstände nicht. Es handelte sich also um die Bildung von Basiskategorien (Lazareva & Wasserman 2009). Bei den Bildern der Keas handelte es sich um den Versuchstieren unbekannte Keas. Hierfür wurden Bilder von Keas aus dem Freiland und anderen Zoos verwendet. Nach einem erfolgreichen Training auf die Kategorien wurden die Tiere getestet.

Trainingssetting

Die Tiere wurden anhand von zwei Bildern trainiert. Belohnt wurden sie jeweils nur, wenn sie das Keabild berührten. Jede Trainingseinheit wurde auf zehn Versuche beschränkt, um zu verhindern, dass die Versuchstiere wahllos auf den Bildschirm drücken, bis sie genügend Belohnungsfutter erhalten hatten. Wie bei den Tests zur Objektpermanenz auch, wurden hierbei immer zwei Tiere gemeinsam trainiert, da einzelne Tiere im Versuchsgehege zu stark damit beschäftigt waren, Wege zurück zur Gruppe zu suchen und nicht an den Versuchen teilnahmen. Die Bilder wechselten im Zufallsmodus in der Seitenorientierung, um zu verhindern, dass die Keas immer nur auf eine Seite des Bildschirms pickten.



Abbildung 22: Bilder für das Trainingssetting

Das Trainingssetting wurde in das Testsetting umgewandelt, wenn das Versuchstier sich bei 80 % oder mehr (also 12 oder mehr richtige Versuche pro Trainingseinheit) für das Keabild entschied.

Testsetting

Nach erfolgreichem Trainingssetting wurde das Testsetting aufgerufen. Hierbei standen den Versuchstieren unbekannte Bilder zur Verfügung, welche im Zufallsverfahren aus den Ordnern für zu belohnende bzw. nicht zu belohnende Bilder ausgewählt wurden. Wie auch beim Trainingssetting bestand ein Testsetting aus zehn Wahlmöglichkeiten. Es wurde sowohl die getroffene Wahl als auch die Berührungslokalität aufgenommen. Jede richtige Berührung wurde mit einer Belohnungsfuttereinheit und einem Klick belohnt. Für das Testsetting standen als Keabilder, jene in Abbildung 22, als Gegenstandsbilder, jene unter Abbildung 23 aufgeführten, zur Verfügung.



Abbildung 23: Bilder der Keas für das Testsetting



Abbildung 24: Bilder der Gegenstände für das Testsetting

Wie beim Trainingssetting wurden jeweils zwei Tiere gemeinsam getestet. Die Kombinationen hierfür waren: M1,0 und M3,0; M2,0 und M4,0; M0,1 und M0,2; sowie M0,3 und M0,4.

Statistische Auswertung der Ergebnisse

Drei Datensätze werden getrennt statistisch ausgewertet und das Signifikanzniveau bestimmt. Zum einen wird berechnet, ob sich die Versuchstiere signifikant häufiger für das Keabild als für das Objektbild entscheiden. Da es sich hierbei um ein dichotomes Merkmal handelt, welches binomialverteilt ist, wird hierfür ein exakter Binomialtest durchgeführt. Da jeder Versuch einzeln betrachtet werden kann und durch die geringe Wiederholung der einzelnen Bilder ein Lerneffekt ausgeschlossen oder gegebenenfalls erkannt werden kann, sind die Versuche unabhängig voneinander. Die Tatsachen, dass die einzelnen Bilder zufällig ausgewählt werden und auch die jeweilige Lage auf dem Bildschirm rein zufällig bestimmt wird, können weiterhin als Belege für die Unabhängigkeit der Tests gelten. Die Tests wurden mithilfe der frei zugänglichen Statistiksoftware R erstellt (R Development Core Team 2011).

Des Weiteren wurden die beiden Datensätze zum Berührungsort auf dem Bildschirm ausgewertet. Hierbei wurden die beiden Hypothesen, dass die Keas sich räumlich auf dem Bildschirm orientieren (also einen speziellen Bereich des Bildschirms generell bevorzugen) und jene, dass sie sich thematisch auf dem Bildschirm orientieren (also abhängig von dem jeweils gezeigten Bild auf eine bestimmte Region des Bildes picken).

Die räumliche Zonenunterscheidung: Die Entscheidung, ob sich das einzelne Versuchstier häufiger für eine spezielle Bildzone entscheidet, als dieses aufgrund der Größe dieser Bildzone zufällig zu erwarten wäre, muss als abhängig von einander betrachtet werden, da die konkrete Tendenz der Versuchstiere bestimmt wird. Es wird also an ein und derselben Versuchsgruppe getestet und die Ergebnisse sind paarweise zuordnungsfähig. Dieselbe inhaltliche Variabel wird bei derselben Gruppe gemessen. Für eine solche abhängige Stichprobe mit Messwerten einer Variablen auf Ordinalskalenniveau lässt sich der Wilcoxon gepaarter Vorzeichen-Rang-Test anwenden (Leonhart 2009).

Die thematische Zonenunterscheidung: Auch bei der thematischen Unterscheidung der Bildregionen wird der Wilcoxon gepaarter Vorzeichen-Rang-Test angewandt. Auch bei diesem Test handelt es sich aus den gleichen argumentativen Gründen um abhängige Stichproben, welche eine Variabel auf Ordinalskalenniveau messen (Leonhard ebd.)

Beide Tests wurden mithilfe der frei zugänglichen Statistiksoftware R erstellt (R Development Core Team 2011).

5.2 Ergebnisse

Die Versuchstiere zeigten großes Interesse an dem Versuchsaufbau und versuchten die Box mit dem Bildschirm an allen möglichen Stellen aufzuhebeln. Mehrfach musste die Box erneut, verstärkt und gesichert werden, damit die Tiere nicht an die Kabel gelangen konnten.

Bei der Präsentation der Ergebnisse zur Kategorienbildung wurde zunächst zwischen der Trainingsphase und der Testphase unterschieden. Bei der Testphase wurden dann die Ergebnisse nach den einzelnen Versuchstieren aufgeschlüsselt und später miteinander verglichen.

Trainingsphase

Die Versuchstiere lernten unterschiedlich schnell, dass sie nur für das Berühren des Keabildes belohnt wurden. Versuchstier M0,4 zeigte nach acht Versuchseinheiten kein Interesse mehr an dem Versuchsaufbau und war nicht mehr dazu zu bewegen an den Versuchen teilzunehmen.

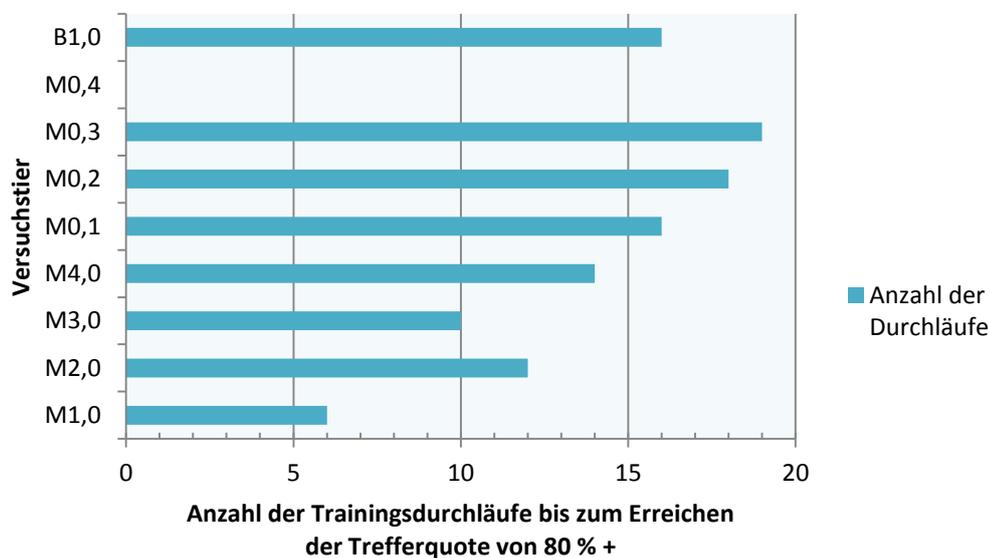


Abbildung 25: *Trainingsphase*: In der Abbildung sind die Anzahl der Trainingsdurchläufe bestehend aus jeweils 10 Entscheidungen für jedes Versuchstier dargestellt, die benötigt wurden um eine Trefferquote von 80 % oder mehr zu erreichen.

Versuchstier M1,0 erlernte die Auswahl des Keabildes am schnellsten. Alle Keamännchen aus Marlow erlernten die richtige Auswahl schneller als die Weibchen. Das Berliner Keamännchen benötigte genauso viele Trainingseinheiten wie das schnellste Marlower Weibchen (M0,1).

In der Trainingsphase wurde neben den richtigen und falschen Berührungen ebenfalls der Ort der Berührung aufgenommen. In Abbildung 25 ist das angelegte Raster mit dem passenden Bild hinterlegt. In den Kästchen des Rasters ist der Anteil des jeweiligen Kästchens an der gesamten Berührungshäufigkeit aller Tiere in Prozent aufgeführt. Keines der Kästchen wird in einem besonderen Maße häufiger berührt als andere. Nur wenige erreichen einen Wert von über 2 %, keines jedoch über 2,6 %. Es gibt leichte Indizien dafür, dass die Gestalt des Keas häufiger berührt wird als der Hintergrund und

hierbei speziell die Kehle, die Körpermitte und die Füße. Diese Indizien müssen in der Testphase überprüft werden.

1,17	0,45	0,45	0,72	0,09	0	0,54	0,99	0,81	0,9
0,54	1,44	0,81	0,9	0,45	0,18	1,08	0,81	0,54	0,81
0,72	0,81	1,62	0,99	1,08	0,27	0,99	0,63	0,36	0,54
2,25	1,17	1,35	0,99	1,17	1,44	1,53	1,08	0,45	0
1,44	1,89	0,99	1,08	2,52	0,72	0,72	1,53	0,72	0,36
0,81	0,9	1,53	1,08	0,99	0,81	1,08	1,17	0,99	0,72
0,72	1,08	0,99	1,71	0,81	0,99	0,9	0,81	1,17	0,72
1,26	0,72	1,71	1,08	1,08	1,44	1,17	1,26	0,9	0,9
0,99	0,81	0,9	0,81	1,26	0,81	0,9	1,62	0,99	1,44
1,08	1,08	1,71	2,25	0,81	0,81	0,36	1,35	1,26	2,07

Abbildung 26: *Trainingsphase*: Die Prozentzahlen in den Kästchen geben an, wie häufig bei der Auswahl dieses Bildes in das entsprechende Kästchen von allen Versuchstieren insgesamt getippt wurde.

Testphase

Zusammengefasst lässt sich in der Testphase ein deutlich signifikanter Unterschied zwischen der prozentualen Berührungshäufigkeit des Keabildes im Gegensatz zum Objektbild erkennen (siehe Abbildung 27: *Testphase*: Gemittelte Daten aller neun Versuchstier mit zugehöriger Standardabweichung (BINOMIALTEST, Signif.code: *** ≤ 0.001).

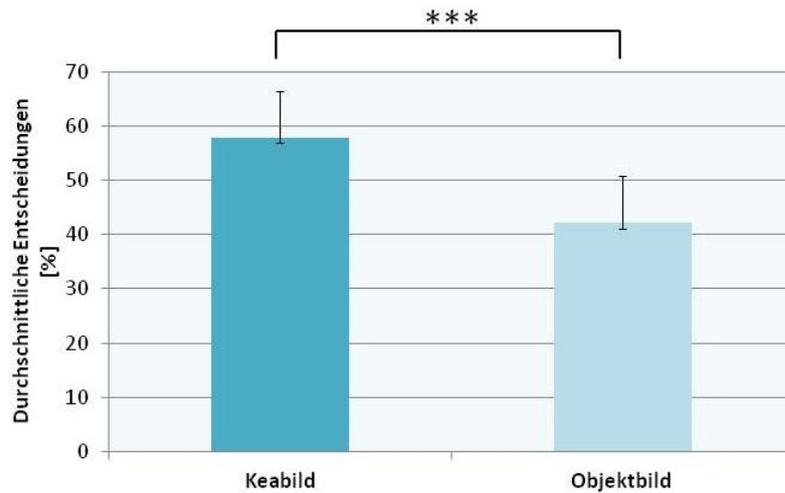


Abbildung 27: *Testphase*: Gemittelte Daten aller neun Versuchstier mit zugehöriger Standardabweichung (BINOMIALTEST, Signif.code: *** ≤ 0.001).

Bei der Auswertung der Versuchsergebnisse wurde nun zwischen den ersten drei Testreihen und den darauf folgenden unterschieden. Diese Unterscheidung wurde gewählt, da eventuelle Lerneffekte bei weiteren Versuchen zu vermuten wären. Da die Auswahl bewusst nur auf eine kleine Zahl von Bildern beschränkt wurde, konnte ein solcher Lerneffekt daran untersucht werden.

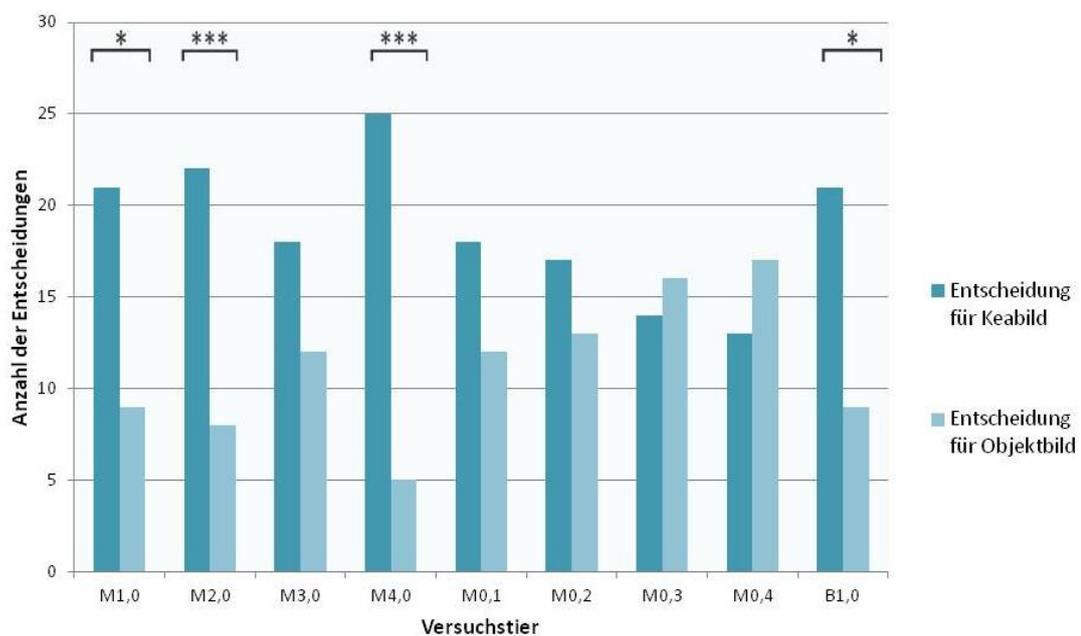


Abbildung 28: *Testphase*: Ergebnisse der ersten drei Durchläufe (jeweils 10 Versuche) der Testphase der Kategorienbildung (BINOMIALTEST, Signif.codes: . > 0.05 ; * ≤ 0.05 ; ** ≤ 0.01 ; *** ≤ 0.001).

Das gleiche Level der Fehlerquote, wie in der Trainingsphase, erreichte spontan in den ersten 30 Versuchen lediglich Versuchstier M4,0. Dieser Unterschied zwischen der Entscheidung für das Keabild im Gegensatz zur Entscheidung für das Objektbild ist hoch signifikant (Binomialtest; $p = 0,0001$). Das Versuchstier M2,0 erreichte eine Trefferquote von 73 % (ebenfalls hochsignifikant; $p = 0,005$), M1,0 und B1,0 jeweils 70 % (signifikant; $p = 0,013$). Das Männchen M3,0 und das Weibchen M0,1 erreichten jeweils eine Trefferquote von 60 %. Damit erzielte das Weibchen M0,1 die höchste Trefferquote unter den Weibchen. Die Weibchen M0,2, M0,3 und M0,4 erzielten jeweils 57, 47 bzw. 43 % Entscheidungen für das Keabild.

Um Lerneffekt beobachten zu können, wurde im Folgenden die Entwicklung der Trefferquote über die Versuchsdauer aufgetragen:

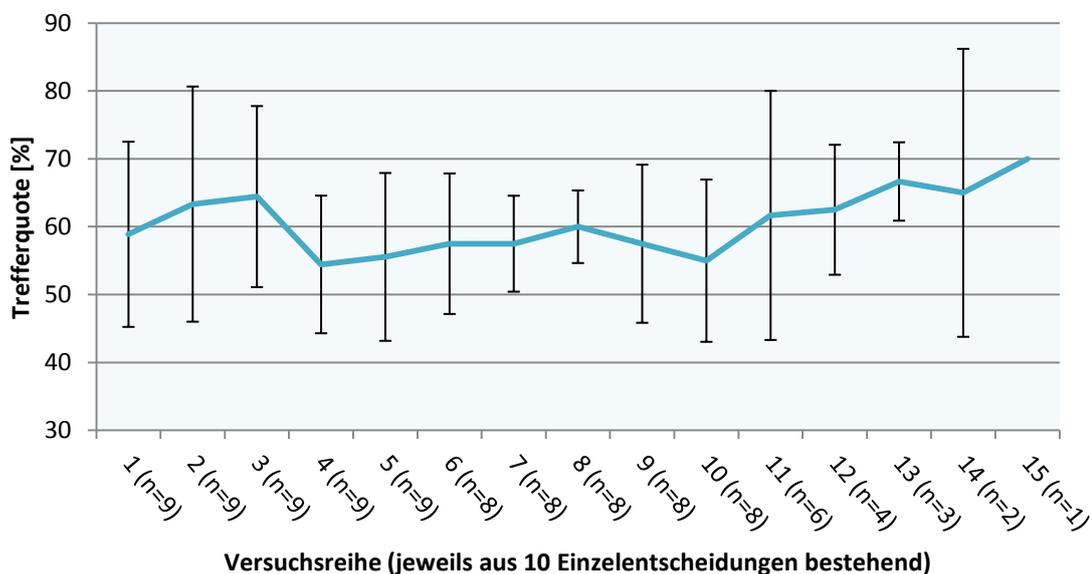


Abbildung 29: Entwicklung der Trefferquote über die Versuchsdauer. Aufgetragen ist die jeweils gemittelte Trefferquote in Prozent bei den Versuchsreihen 1-15 mit den dazugehörigen Standardabweichungen. Die Anzahl der Versuchstiere ist bei jedem Versuchsdurchlauf angegeben.

Eine Lernkurve, welche vielleicht zu vermuten gewesen wäre, lässt sich nicht erkennen. Es gibt keine signifikanten Unterschiede in der Trefferquote zwischen den ersten drei und den letzten drei Durchläufen. Da sich die Individuen jedoch teilweise stark unterscheiden, soll im Folgenden ein Blick auf die einzelnen Versuchstiere geworfen werden.

M1,0

Das relativ dominante Versuchstier M1,0 beteiligte sich an 14 Versuchsreihen. Es wurde wie in der Testphase mit dem Versuchstier M3,0 gemeinsam getestet, wobei M3,0 bei den letzten drei Durchläufen zwar anwesend war, aber sich nicht an den Tests beteiligte.

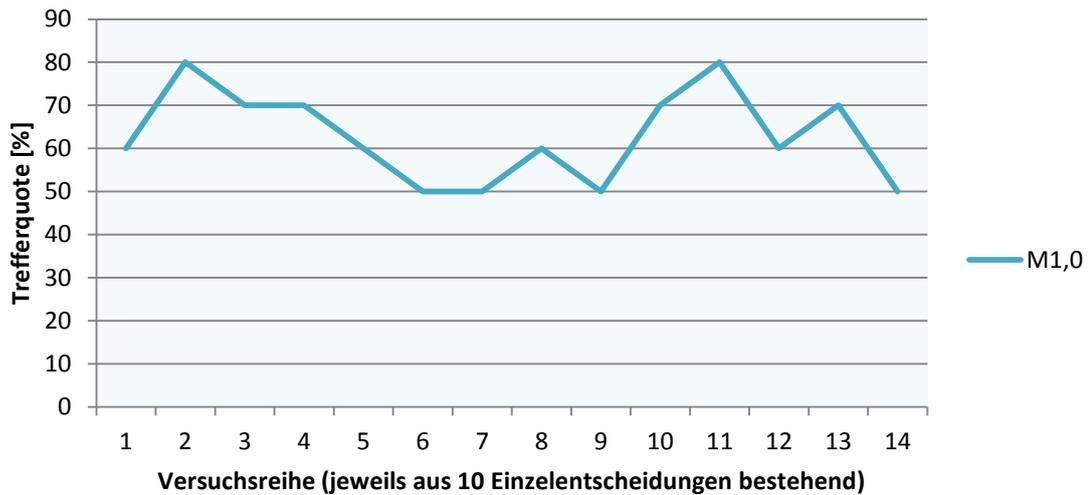


Abbildung 30: *Testphase*: Ergebnisse des Versuchstieres M1,0.

Es zeigte sich, dass M1,0 nach einer Anfangsphase, welche die ersten vier Durchläufe andauerte, auf das Chancelevel abfiel. Eine Steigerung zurück zu den Ausgangswerten gab es erst wieder im zehnten und elften Durchgang. Hier stieg dann Versuchstier M3,0 aus der Versuchsreihe aus. Aber auch dieses hoch verebbte wieder im zwölften und vierzehnten Durchlauf.

M2,0

Versuchstier M2,0 nahm an dreizehn Versuchsdurchläufen teil. Es wurde wie auch in den Trainingsversuchen gemeinsam mit M4,0 getestet, wobei M4,0 bei den letzten drei Durchläufen zwar anwesend war, sich aber nicht an den Versuchen beteiligte.

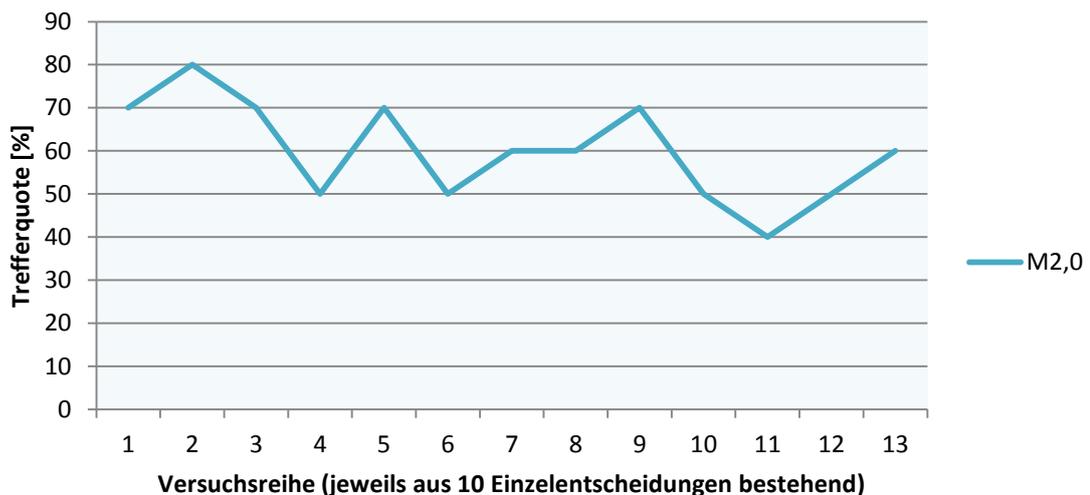


Abbildung 31: *Testphase*: Ergebnisse des Versuchstieres M2,0.

Versuchstier M2,0 lässt nach drei guten Durchläufen stark nach und fällt auf das Chancelevel von 50 % zurück. Lediglich im neunten Durchlauf steigert es sich noch einmal auf 70 %, um danach aber gleich wieder stark abzufallen.

M3,0

Das Versuchstier M3,0 absolvierte die Tests gemeinsam mit dem dominanteren Tier M1,0.

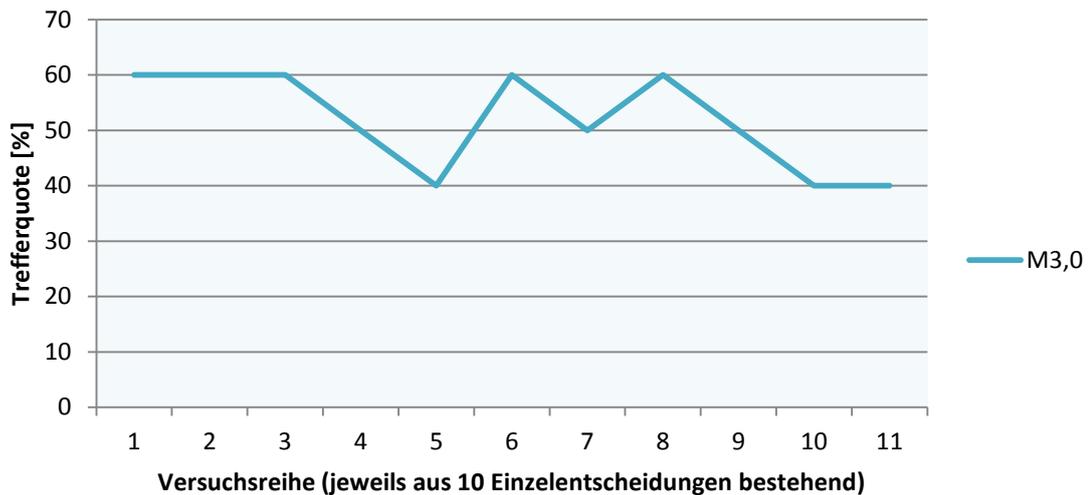


Abbildung 32: *Testphase*: Ergebnisse des Versuchstieres M3,0.

Während M3,0 in den ersten drei Durchläufen eine Trefferquote von 60 % erreicht, fällt es danach auf bis zu 40 % ab. Insgesamt erreicht M3,0 bei allen elf Durchgängen nie eine höhere Trefferquote als 60 %.

M4,0

Versuchstier M4,0 wurde gemeinsam mit M2,0 getestet.

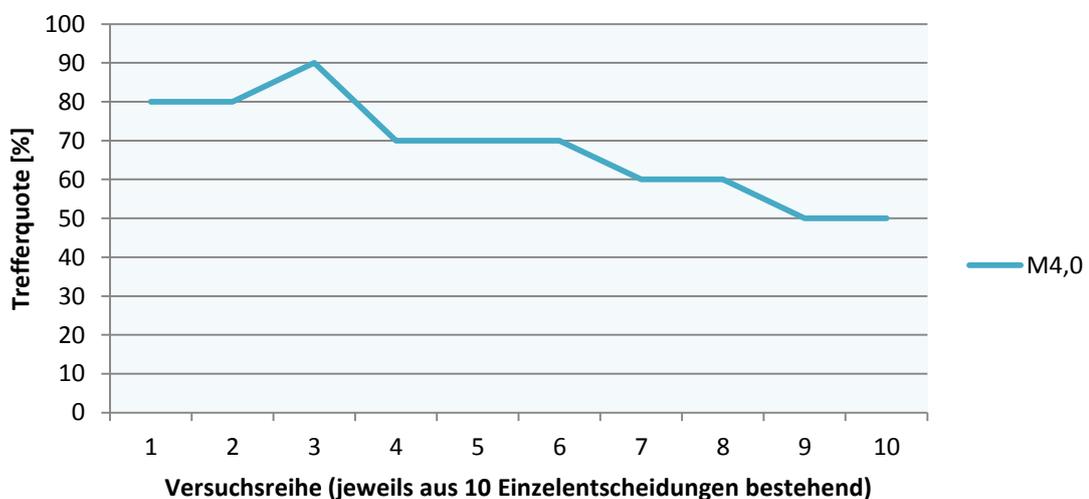


Abbildung 33: *Testphase*: Ergebnisse des Versuchstieres M4,0.

Während M4,0 in den ersten drei Durchläufen eine sehr hohe Trefferquote für das Keabild aufweist, fällt die Trefferquote in den darauf folgenden Versuchen kontinuierlich ab. In den letzten beiden Durchläufen beträgt die Trefferquote noch 50 %.

M0,1

Versuchstier M0,1 wurde gemeinsam mit M0,2 getestet.

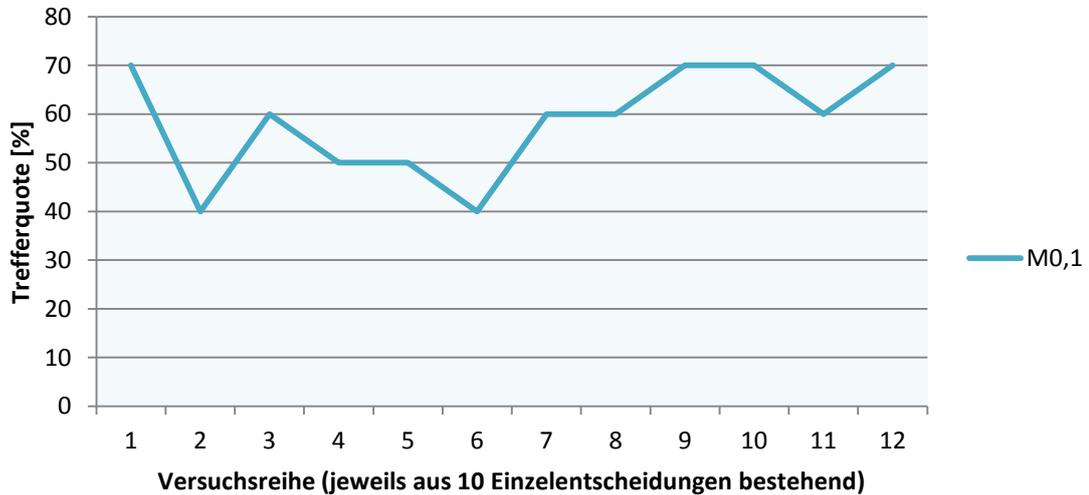


Abbildung 34: *Testphase*: Ergebnisse des Versuchstieres M0,1.

Bei dem Versuchstier M0,1 ist eine relativ stark schwankende Anfangsphase festzustellen. Die Trefferquoten für das Keabild variieren hier zwischen 40 und 70 %. Ab dem neunten Durchlauf stabilisiert sich der Wert bei 70 %.

M0,2

Das Versuchstier M0,2 wurde gemeinsam mit M0,1 getestet.

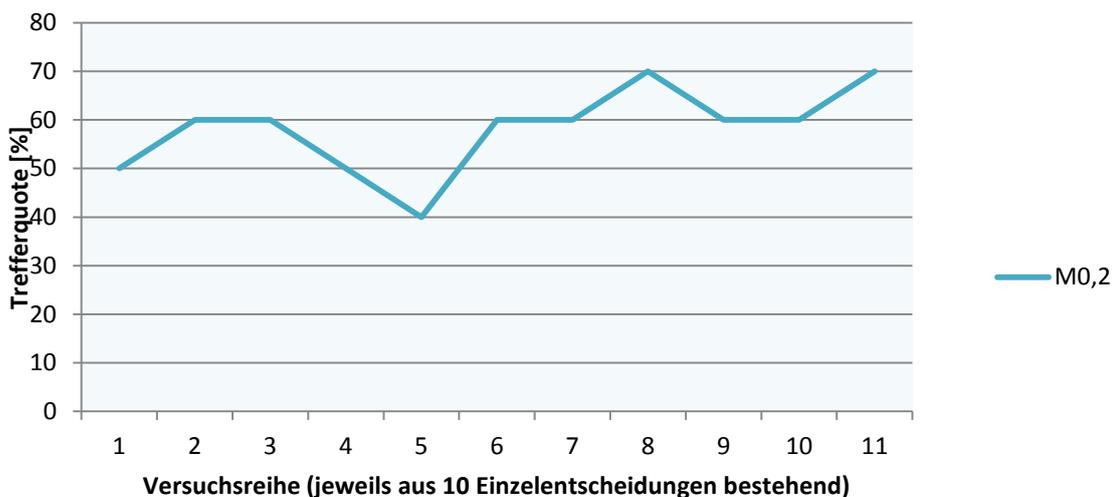


Abbildung 35: *Testphase*: Ergebnisse des Versuchstieres M0,2.

Auch bei M0,2 zeigte sich eine etwas un stabile Anfangsphase. Ab dem Durchlauf stieg die Trefferquote jedoch an und stabilisierte sich bei 60 %.

M0,3

Das Versuchstier M0,3 wurde gemeinsam mit M0,4 getestet.

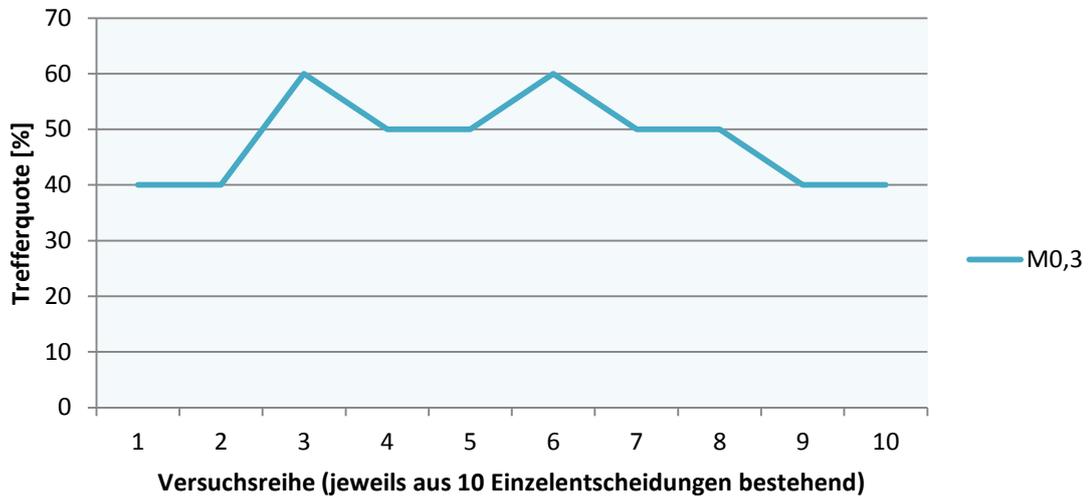


Abbildung 36: *Testphase*: Ergebnisse des Versuchstieres M0,3.

Nach den ersten beiden Durchläufen mit einer Trefferquote von 40 % pendelt sie sich in den darauf folgenden Durchläufen zwischen 50 und 60 % ein. Erst in den letzten beiden Durchläufen fällt sie wieder auf 40 %.

M4,0

Versuchstier M0,4 wurde gemeinsam mit M0,3 getestet.

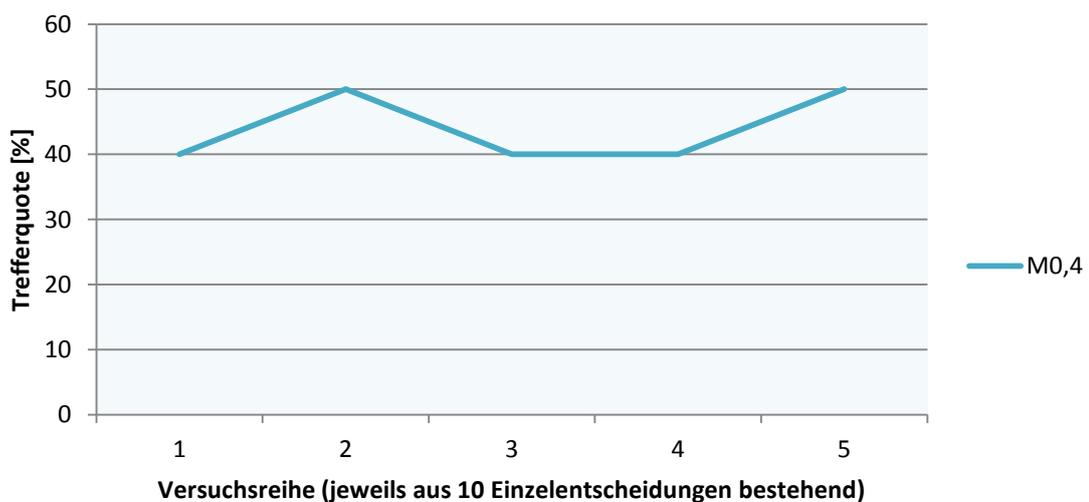


Abbildung 37: *Testphase*: Ergebnisse des Versuchstieres M0,4.

Versuchstier M0,4 nahm nur an fünf Durchläufen teil. Danach hielt es sich zwar noch n der Versuchsvoliere auf, berührte aber nicht mehr den Bildschirm. Die Trefferquote von M0,4 schwankte zwischen 40 und 50 %.

B1,0

Versuchstier B1,0 konnte alleine getestet werden.

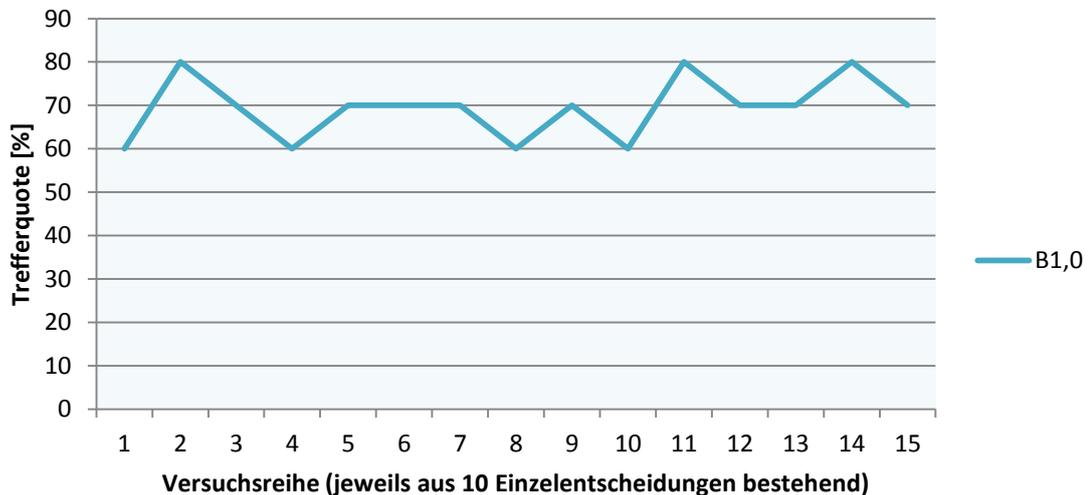


Abbildung 38: *Testphase*: Ergebnisse des Versuchstieres B1,0.

Versuchstier B1,0 ist der Kea mit der höchsten Trefferquote. Sie pendelt sich von Anfang an recht stabil bei 70 % ein. Mit 15 Versuchsdurchläufen hat dieses Tier auch die größte Anzahl an Versuchen gemacht.

Zusammenfassend sind die Ergebnisse von allen Durchläufen und allen Versuchstieren in Abbildung 39: Gesamtergebnisse der Kategorienbildungstests. Dargestellt sind die durchschnittlichen prozentualen Entscheidungen für das jeweilige Bild mit den Standardabweichungen und dem jeweiligen Signifikanzniveau (BINOMIALTEST, Signif.codes: . >0.05; *≤0.05; **≤0.01; *** ≤0.001). dargestellt. Es zeigte sich hierbei, dass nicht alle Versuchstiere die Kategorie für Keas bilden konnten. Gesamtbetrachtet gelang dieses den Männchen M1,0, M2,0, M4,0 und B1,0 mit hoher Signifikanz ($p \leq 0,001$). Dieses entspricht auch den Ergebnissen der ersten drei Durchläufe. Ebenfalls gesamtbetrachtet erreichen auch die Weibchen M0,1 und M0,2 einen signifikanten Unterschied zwischen den Entscheidungen für das Keabild und denen für das Objektbild ($p \leq 0,05$). Auf diese Unterschiede wird in der Diskussion genauer eingegangen werden.

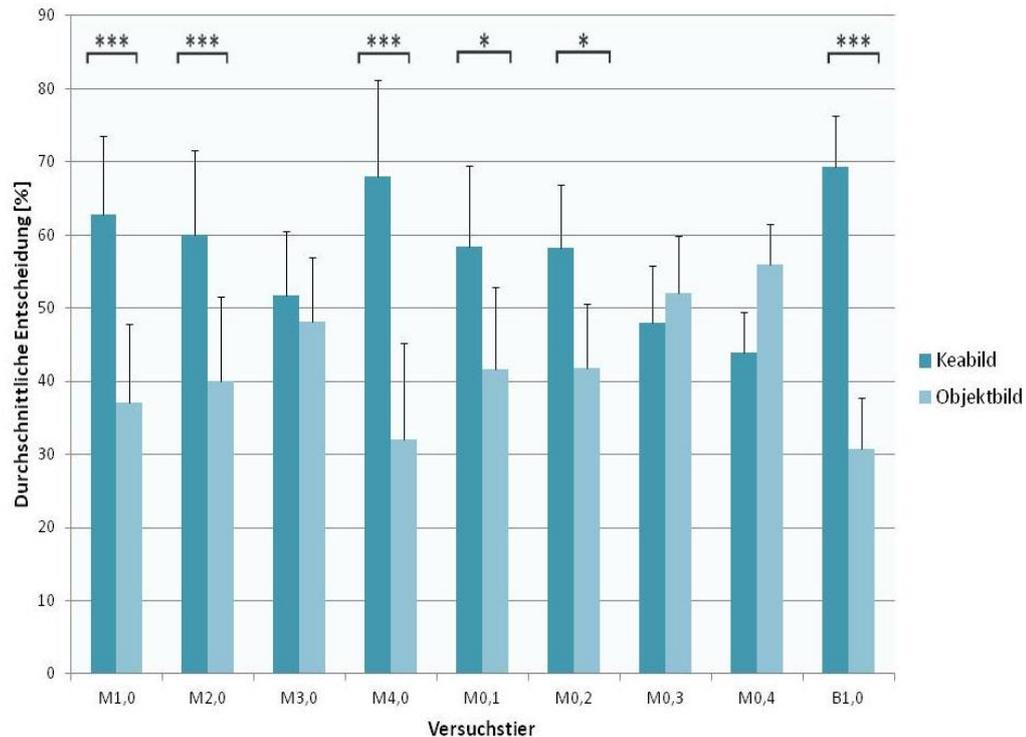


Abbildung 39: Gesamtergebnisse der Kategorienbildungstests. Dargestellt sind die durchschnittlichen prozentualen Entscheidungen für das jeweilige Bild mit den Standardabweichungen und dem jeweiligen Signifikanzniveau (BINOMIALTEST, Signif.codes: . >0.05; *≤0.05; **≤0.01; *** ≤0.001).

Bei den gesamten Daten zur Kategorienbildung offenbart sich ein hoch signifikanter Unterschied zwischen den Ergebnissen der Männchen und der Weibchen (Binomialtest; $p = 0,0004$).

Berührungsorte:

Räumliche Unterteilung

Neben einer Einteilung in Zonen, welche auf das jeweilige Bild abgestimmt sind, wäre es auch möglich, dass die Versuchstiere sich speziell für einen bestimmten Ort auf dem Monitor entschieden haben. Um dieses zu überprüfen, wurden systematische Zonen gebildet, welche von dem eigentlichen Bild unabhängig sind und nur räumliche Übereinstimmung besitzen. Diese Zonen sind in konzentrischer Form aufgebaut:

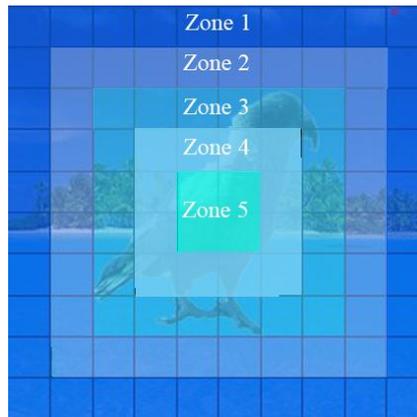


Abbildung 40: Räumliche Bildeinteilung

Aus den Größenverhältnissen der einzelnen Zonen ergibt sich ein Erwartungswert, der von einer Normalverteilung ausgeht. Dieser Erwartungswert wird im Folgenden mit dem tatsächlich erzielten Ergebnis verglichen. In Abbildung 38 sind die erhaltenen Mittelwerte mit den zugehörigen Standardabweichungen der erhaltenen Entscheidungen für die entsprechenden Zonen aufgetragen und werden dem Erwartungswert der entsprechenden Zone gegenübergestellt.

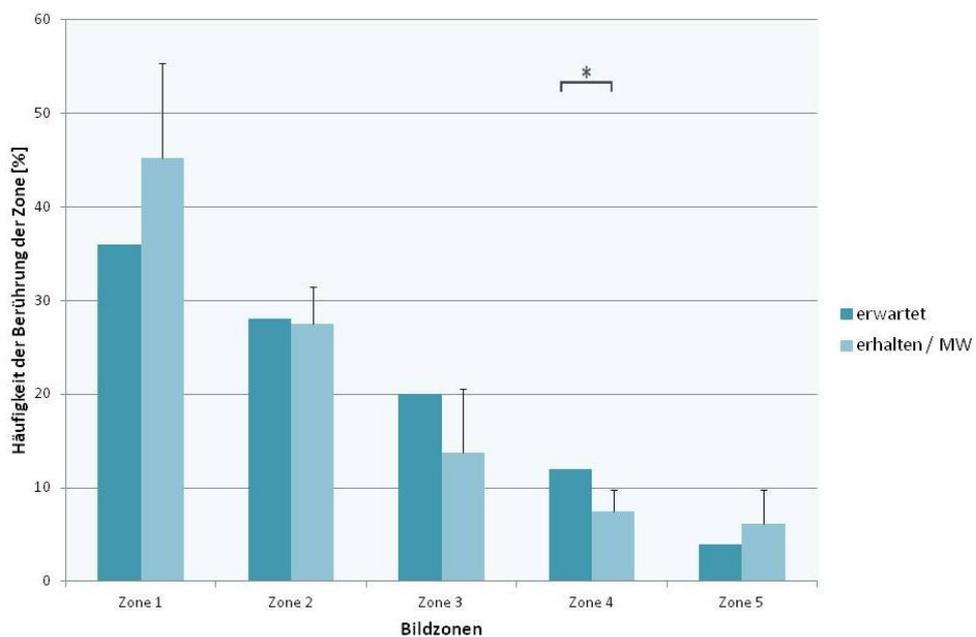


Abbildung 41: Erwartete Berührungshäufigkeit für die einzelnen Bildzonen und tatsächlich erhaltener Mittelwert aus den Versuchen mit zugehöriger Standardabweichung und Signifikanzen (WILCOXON GEPAARTER VORZEICHEN-RANG-TEST, Signif.codes: . >0.05; * ≤ 0.05 ; ** ≤ 0.01 ; *** ≤ 0.001).

Lediglich bei Zone 4 ist eine Signifikanz festzustellen (Wilcoxon; $p = 0,014$). Diese Zone wird also signifikant seltener berührt als erwartet. Alle anderen Zonen entsprechen den Erwartungen.

Thematische Unterteilung

Neben der Einteilung in räumliche Zonen, ist auch Einteilung in thematische Zonen möglich, die sich bei jedem Bild unterscheiden. Thematisch wurden alle zehn Bilder unterteilt in die Zonen Kopf, Rumpf, Flügel, Füße und Hintergrund. Zusammenfassend ergibt sich für alle zehn Bilder in den gesamten Versuchsdurchläufen folgendes Bild:

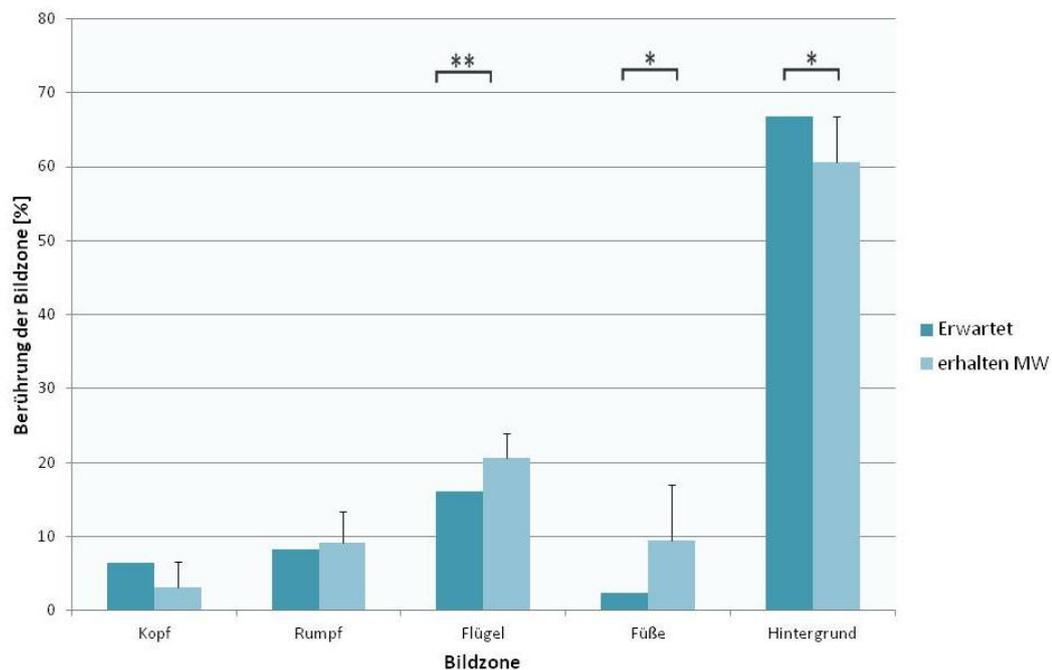


Abbildung 42: Aufgrund der Zonengröße erwartete Berührungshäufigkeiten und die tatsächlich erhaltenen Mittelwerte aller Versuche mit den zugehörigen Standardabweichungen und Signifikanzen (WILCOXON GEPAARTER VORZEICHEN-RANG-TEST, Signif.codes: . >0.05 ; * ≤ 0.05 ; ** ≤ 0.01 ; *** ≤ 0.001).

Die tatsächlich erhaltenen Mittelwerte der Berührungshäufigkeit unterscheiden sich in drei Bildzonen von den erwarteten. Die Flügel (Wilcoxon; $V = 36$; $p = 0,0078$) und die Füße (Wilcoxon; $V = 36$; $p = 0,0140$) wurden signifikant häufiger berührt als erwartet. Der Hintergrund hingegen wurde signifikant seltener berührt als erwartet (Wilcoxon; $V=2$; $p = 0,0234$).

5.3 Diskussion

Zusammenfassend lässt sich aus den Ergebnissen der Versuche zur Kategorienbildung bei Keas trotz großer individueller Unterschiede festhalten, dass Keas in der Lage sind,

anhand von gezeigten Bildern auf einem Touchscreenmonitor Kategorien zu bilden. Dieses Bilden von Kategorien kann unter Umständen sehr spontan erfolgen, wie bei den Versuchstieren M1,0, M2,0, M4,0 und B1,0. Eine solche spontane Kategorienbildung gelang in den vorgelegten Versuchen jedoch nur männlichen Tieren. Die Gründe für diesen auffälligen Geschlechtsunterschied könnten in der Struktur der Gruppe liegen. Wie bereits bei den Versuchen zur Objektpermanenz zu erkennen war, dominieren die Männchen neue Objekte in ihrer Voliere und die Weibchen werden hiervon verdrängt. Sie ziehen sich häufig zurück und beobachten die Männchen bei dem Umgang mit den neuen Objekten. Es wäre also durchaus denkbar, dass sie sich eine generell andere Strategie zum Erlernen vom Umgang mit neuen Objekten angeeignet haben. Während die Männchen sofort den Kontakt zu neuen Dingen suchen und unterschiedliche Mechanismen ausprobieren, könnten die Weibchen eher durch Beobachtung lernen. In den gezeigten Versuchen war eine solche Beobachtungsphase jedoch nicht vorgesehen und die Weibchen waren dadurch gezwungen in die ungewohnte Rolle des Eigenexperimentes zu schlüpfen. Möglicherweise fielen ihnen deshalb die Experimente schwerer. Dieser Geschlechtsunterschied müsste in einer weiteren, vielleicht anders strukturierten Gruppe genauer untersucht werden, um diese Hypothese entweder zu bestätigen oder zu verwerfen.

In der Versuchsreihe zur Kategorienbildung bei Keas zeigte sich recht deutlich eine individuelle Variabilität bei diesen Tieren. Diese deutlichen Unterschiede zeigen sich bereits in der Trainingsphase. Während das dominante Männchen M1,0 lediglich sechs Trainingsdurchläufe benötigte um eine Trefferquote von 80 % für das Keabild zu erreichen, benötigte beispielsweise das Weibchen M0,1 doppelt so viele Durchläufe, M0,3 sogar 19 und das Weibchen M0,4 erlernte die korrekte Unterscheidung auch nach 20 Durchläufen noch nicht. Diese individuellen Unterschiede folgen nicht stringent der Hierarchielinie. Auffällig ist jedoch, dass alle Marlower Männchen die Trainingsphase schneller absolvieren als die Weibchen. Das Berliner Männchen (B1,0) benötigt hierfür genauso viele Durchläufe, wie das schnellste Marlower Weibchen (M0,1). Die Ergebnisse der Testphase legen also bereits einen Geschlechtsunterschied nahe. Mögliche Gründe hierfür werden weiter unten diskutiert.

In der auf die Trainingsphase folgenden Testphase wurde bei den Ergebnissen zwischen den ersten drei Durchläufen und den gesamten Durchläufen unterschieden. Eine solche Unterscheidung wurde gemacht, um mögliche Lerneffekte zu untersuchen. Während der ersten drei Durchgänge waren die neuen Kea- und Gegenstandsbilder für die Versuchstiere fremd und mussten einer Kategorie zugeordnet werden, die nur aufgrund des einen Bildes in der Trainingsphase gebildet wurde. In dieser Phase konnte ein Lerneffekt ausgeschlossen werden, da nur halb so viele Versuche gemacht wurden, wie das schnellste Versuchstier (M1,0) in der Trainingsphase benötigte, um einen Lerneffekt zu erzielen. Es musste also eine spontane Kategorienbildung erfolgen. Diese spontane Kategorien-

bildung gelang vier der Versuchstiere. Auffällig war hierbei erneut, dass es sich um vier Männchen handelte. Dieser generelle Unterschied bei den Geschlechtern lässt sich auch in den individuellen Trefferquoten der Kategorientests wiederfinden. Bei den Testergebnissen der Männchen halten sich die Trefferquoten entweder auf einem relativ hohen Niveau von Anfang an (wie z.B. bei B1,0) oder beginnen auf hohem Niveau und fallen dann ab (wie z.B. bei M4,0). Gerade dieses kontinuierliche Absinken der Trefferquote lässt auf Unkonzentriertheit oder nachlassendes Interesse an dem Versuch schließen. Bei den Weibchen hingegen ist eine eher steigende Trefferquote zu beobachten (z.B. bei M0,1 und M0,2). Eine solche steigende Erfolgsrate kann als Indiz für einen Lernprozess angesehen werden. Die Weibchen scheinen also die neuen Bilder durch einen Lernprozess in Belohnungsbilder und Bilder ohne Belohnung einzuteilen. Sie werden also auf die Keabilder konditioniert anstatt sie zu kategorisieren. Hierdurch entsteht bei der Zusammenfassung der Daten leicht der Eindruck, dass die Weibchen M0,1 und M0,2 ebenfalls Kategorien bilden. Diese Hinweise können aber nicht bedenkenlos übernommen werden. Hingegen sind bei den Versuchstieren M1,0, M2,0, M4,0 und B1,0 klare Indizien dafür gefunden worden, dass sie spontan Kategorien gebildet haben.

Aufgrund der Erkenntnisse aus den Versuchen von Dittrich et al. (2009), welche bei Tauben belegen, dass der Ort der Bildschirmberührung einen Hinweis auf kritische Items zur Kategorienbildung liefern, wurde bei der Kategorienbildung der Keas ebenfalls der Ort der Bildschirmberührung ermittelt. Hierbei wurden zwei Theorien gegenübergestellt. Zum einen wäre es möglich, dass die Keas sich unabhängig von dem abgebildeten Foto räumlich auf dem Bildschirm für eine bestimmte Region entscheiden (z.B. der äußere Rand), zum anderen besteht die Möglichkeit eines thematischen Berührungsortes abhängig vom gezeigten Bild (z.B. der Kopf des Keas). Beide Theorien erwiesen sich jedoch nur als bedingt tragfähig. Bei der räumlichen Entscheidung wurde keine Zone signifikant häufiger berührt als dieses durch die Zonengröße auch zu erwarten war. Lediglich Zone 4, welche direkt um das Zentrum des Bildes lag, wurde signifikant seltener berührt. Hierfür lässt sich allerdings aufgrund der Bilder keine logische Erklärung finden, so dass die Möglichkeit besteht, dass es sich hierbei um ein Artefakt handelt. Bei den thematischen Entscheidungen zeigte sich, dass die Flügel und die Füße signifikant häufiger berührt wurden als dieses aufgrund der Größe dieser Zonen zu erwarten gewesen wäre. Der Hintergrund hingegen wurde signifikant seltener berührt. Ob sich hieraus jedoch kritische Items für eine Kategorienbildung ableiten lassen, kann nicht abschließend gesagt werden und war auch nicht primäres Ziel dieser Untersuchung. Die Füße können jedoch als kritisches Item ausgeschlossen werden, da sie auf einigen der Bilder nicht zu sehen waren und diese trotzdem als zur Kategorie gehörig erkannt wurden. Da die Tiere nur anhand eines Bildes trainiert wurden, ist es wahrscheinlicher, dass die Kategorie nicht anhand Item-spezifischer Informationen des Trainingsbildes gemerkt wurde, welche dann auf den anderen Bildern gesucht wurden, son-

dern eher eine mentale Liste von Gemeinsamkeiten zu einer Art Prototyp für die Kategorie geführt hat. Dieses würde auch erklären, warum der Hintergrund signifikant seltener berührt wurde, als dieses aufgrund der Größe zu vermuten wäre. Um eine solche Theorie zu untermauern, sind allerdings noch weitere Versuche notwendig, welche mit einer größeren und variablen Anzahl von Bildern arbeiten müsste. Die genaue Klärung dieser Frage war aber nicht Ziel dieser Forschung, welche jedoch erste Hinweise liefern konnte.

Bei diesem Versuch musste der im Vergleich zum Menschen anderen visuellen Wahrnehmung der Vögel Rechenschaft getragen werden. Vögel erkennen auch im nahen Ultraviolett (unterhalb von 400 Nanometer) Farben. Dieser Bereich ist für Menschen nicht sichtbar. Vögel verfügen über vier unterschiedliche Zapfenpigmente und sehen deshalb Bilder tetrachromatisch (Goldsmith et al. 2005). Die UV-Wellenlängen werden für Vögel als eigene Farben und Farbnuancen dargestellt. Touchscreen-Bildschirme sind für das menschliche Auge konstruiert und arbeiten deshalb trichromatisch (mit Wellenlängen für rot-grün-blau). Aus diesem Grund war davon auszugehen, dass die Keas ein farbig anderes Bild auf dem Bildschirm sehen, als ein Mensch. Ein solcher Unterschied hatte zwar keine Auswirkung auf die Tests zur Kategorienbildung, da hierbei zwei Bilder auf dem Monitor miteinander verglichen wurden, welche beide den selben Makel (nämlich das trichromatische Bild) hatten, aber es hat Auswirkungen auf den Transfer des Bildes in die reale Welt, also seine Widererkennung als reales Objekt. Die Ergebnisse bedeuten somit nicht, dass sie eine Kategorie für Keas, sondern dass sie eine solche für Keabilder bilden könnten. Auf die grundsätzliche Fähigkeit zur Kategorienbildung hat dieser Aspekt somit keine Auswirkung, wohl jedoch auf die mentale Repräsentation. Dieser Unterschied wurde bereits in den Versuchen von Dittrich et al. (2010) deutlich, die bei Tauben zeigten, dass eine zusätzliche kognitive Entwicklung notwendig ist, um von dem auf einem Bild dargestellten Menschen auf den realen zu schließen. Ähnliches ist vermutlich auch bei den Keas der Fall. Weitere Versuche müssten diesen Sachverhalt klären.

6 Versuche zur Selbsterkennung im Spiegel

6.1 Material und Methoden

Verwendete Versuchsmaterialien: Während der Versuche zur Selbsterkennung wurden die Keas mit ihrem Spiegelbild unter unterschiedlichen Voraussetzungen konfrontiert. Der Versuchsspiegel hatte eine Größe von 50 x 40 cm und eine Dicke von 0,3 cm. Wenn die Keas am Boden mit dem Spiegel konfrontiert wurden, befand sich der Spiegel aus Stabilitätsgründen in einer Holzfassung. Dieser Holzrahmen hatte einen Außenabmessung von 54 x 42 cm und eine Breite von 15 cm. Durch diesen Rahmen konnte das Risiko minimiert werden, dass die Keas den Spiegel umwarfen und sich eventuell verletzen oder den Spiegel zerstörten. Der Spiegelrahmen konnte mit einem Metallhaken an dem Volierengitter befestigt werden. Die Größe des Spiegels erlaubte eine Spiegelung des gesamten Keakörpers sowohl bei frontaler Gegenüberstellung als auch bei paralleler Stellung zum Spiegel. Die Außenmaße des Spiegels waren außerdem so gewählt, dass der Spiegel genau vor das Einflugfenster zwischen Umsperrgehege und Versuchsvoliere passte und hier mit einfachem Doppelseitigem Klebeband befestigt werden konnte. Die Kanten des Spiegels waren rund geschliffen um Verletzungen der Tiere zu vermeiden.

Im zweiten Teil des Versuchs wurden die Tiere mit Farbe markiert. Hierfür wurde Fingerfarbe für Kinder von ‚The Toy Company‘ (SES) verwendet. Hierbei wurden einerseits die Farben Gelb und Rot verwendet aber auch in einem Kontrollversuch eine Mischung aus Grün, Gelb und Blau.

Für die Videoaufzeichnung der Versuche wurde die Videokamera NV-GS330 von Panasonic verwendet, welche auf einem Stativ im Gehege aufgestellt wurde und sich per Fernbedienung ein- und ausschalten ließ. Die Verhaltensweisen wurden von zwei Protokollanten parallel festgehalten, da die Videoaufnahmen aufgrund der Witterung und des Aufnahmewinkels nicht immer eindeutig sein konnten.

Versuchstiere: Die Versuche wurden im Vogelpark Marlow durchgeführt. Versuchstiere waren hier M1,0; M2,0; M3,0; M4,0; M0,1; M0,2 und M0,3. Versuchstier M0,4 zeigte sich nicht in der Nähe des Spiegels. In Berlin konnten die Tests aufgrund von Bauarbeiten am Vogelhaus und dem damit verbundenen Umsetzen der Tiere nicht gemacht werden.

Versuchsaufbau: Die Keas aus dem Vogelpark Marlow wurden in beiden Volierenbereichen, also sowohl in der Versuchsvoliere als auch in der Hauptvoliere, an den Spiegel gewöhnt. Insgesamt wurde der Spiegel an drei unterschiedlichen Positionen

aufgestellt: In der Hauptvoliere wurde er am Eingang für die Tierpfleger im vorderen Bereich der Hauptvoliere aufgestellt, in der Versuchsvoliere wurde er an zwei Orten positioniert. Zum einen auf dem Boden am Volierenzaun gegenüber des Einflugloches, zum anderen direkt vor dem Einflugloch mit der Spiegelseite zur Versuchsvoliere. Speziell diese letzte Position des Spiegels erwies sich als besonders geeignet, da durch den Ansitz direkt vor dem Spiegel eindeutig festgestellt werden konnte, wann das Versuchstier sich mit dem Spiegelbild beschäftigt.

Datenaufnahme: Die Beobachtungen wurden doppelt protokolliert und teilweise mit einer Videokamera, welche im Gehege aufgestellt wurde, festgehalten.

Durchführung der Versuche: Für die Durchführung der Versuche wurden die Keas getrennt. Wie auch bei den vorherigen Versuchen erwies es sich nicht als praktikabel einzelnen Tiere abzutrennen und die Versuche mit ihnen durchzuführen. Aus diesem Grund wurden die Männchen und die Weibchen getrennt. Die Männchen wurden in der Versuchsvoliere getestet und die Weibchen in der Hauptvoliere. Diese Trennung nach Geschlechtern war vor allem dem Dominanzverhalten der Männchen geschuldet, denn bei einem Vortest in der Hauptvoliere hatte sich gezeigt, dass die Männchen den Spiegel für sich beanspruchen und die Weibchen nicht an das neue Objekt heranließen. Bei einer Trennung nach Geschlechtern hatten alle Tiere die Möglichkeit ihr Spiegelbild zu betrachten. Zunächst wurden alle Tiere an den Versuchsaufbau habituiert. Hierfür wurde der Holzrahmen mit dem umgedrehten Spiegel an die spätere Versuchsposition gestellt. Hierdurch konnten sich die Tiere zwar nicht spiegeln aber ansonsten alle Versuchsgegenstände inspizieren und sich daran gewöhnen. Nachdem die Versuchsgegenstände keine größere Beachtung mehr gefunden hatten als andere Gegenstände in der Voliere wurden die Versuche gestartet. Die Durchführung der Versuche gliederte sich in mehrere Teile, welche aufeinander folgten. Grundlage für die Abfolge der Versuche, war die von Keenan (2005) genannten vier Stadien, welche typischer Weise bei der Konfrontation mit dem Spiegelbild durchlaufen werden. Für das Durchlaufen der ersten drei Stadien, war kein weiterer Versuchsaufbau als der Spiegel selbst notwendig. Die Konfrontation mit dem Spiegel dauert pro Versuchstier und Versuchseinheit zwischen drei und fünf Minuten. Die Zeitspanne ergibt sich daraus, dass es einigen Versuchstiere bereits nach drei Minuten gelang den Spiegel aus der Fassung zu hebeln und der Versuch abgebrochen werden musste. Spätestens nach fünf Minuten wurde der Versuch beendet, damit die Tiere nicht das Interesse an dem Spiegel verloren. Das Verhalten wurde protokolliert wenn sich das Versuchstier in einer Entfernung von mindestens 30 cm vor dem Spiegel befand. Aufgrund des Verhaltens sollen die drei Phasen, welche ohne Markierung vor dem Spiegel zu erwarten sind, eingeteilt werden (eine Definition der Verhaltensweisen findet sich im Anhang auf S. 169 f.):

- (1) Soziales Ansprechverhalten: Diese Phase ist durch ähnliches Verhalten gekennzeichnet, wie es auch bei einem potentiellen Artgenossen zu vermuten wäre. Typische

Verhaltensweisen hierfür sind: Aufstellen des Nackengefieders, Plustern, Vokalisation, Scheinangriff oder Flucht.

- (2) Physische Inspektion: Hierfür ist eine konkrete Interaktion mit dem Gegenstand des Spiegels notwendig. Die Verhaltensweisen hierfür sind: Berührung mit Schnabelspitze, Berührung mit Schnabelwurzel, Berührung mit der Zunge, Hebeln, Blick hinter den Spiegel, Zerren am Rahmen.
- (3) Wiederholtes Testen der Spiegelfunktion: Hierfür sind einerseits direkte Wiederholungen von Bewegungen und andererseits untypische Verhaltensweisen, welche in direkte Verbindung mit dem Spiegel gebracht werden können, charakteristisch. Typische Verhaltensweisen sind hierfür: schnelle Kopfdrehungen, Schnabelöffnen, Putzen und Inspektion von nicht sichtbaren Regionen.

In einem Vorversuch mit den Keas aus dem Zoologischen Garten Berlins, welcher im Sommer 2009 durchgeführt wurde, ergab sich eine weitere Verhaltensweise, welche die Keas gelegentlich zeigten. Hierbei hält sich das Versuchstier im Versuchsradius des Spiegels auf und ist diesem mit mindestens einem Auge zugewandt. Das Spiegelbild befindet sich also im Sichtfeld des Versuchstieres. Das Versuchstier selbst verhält sich völlig ruhig. Nur hin und wieder erfolgt ein Positionswechsel des Kopfes. Da diese Verhaltensweise nicht eindeutig einer der drei Kategorien zugeordnet werden kann, wird sie als eigene Verhaltenskategorie aufgenommen und als ungerichtetes Verhalten bezeichnet.

Zur Aufnahme des Verhaltens wurde das *instantaneous sampling* (Lehner 1979, S.122 f.) verwendet. Das Verhalten des Versuchstieres wurde alle fünf Sekunden aufgezeichnet. Nachdem das Versuchstier eine Versuchsreihe absolviert hatte, welche überwiegend Verhaltensweisen beinhaltete, die zum wiederholten Testen der Spiegelfunktion zählten, wurde es markiert und erneut mit dem Spiegel konfrontiert. Es wurden jedoch mindestens 6 Versuchsreihen durchgeführt, um zufällig gezeigtes Verhalten auszuschließen. Zeigte ein Versuchstier nach 10 Versuchsdurchläufen kein wiederholtes Testen der Spiegelfunktion wurde es zur Kontrolle ebenfalls markiert und mit dem Spiegel konfrontiert.

Markierung: Nachdem die Versuchstiere die Funktionsweise des Spiegels getestet hatten, wurden sie mit einem Farbpunkt markiert. Die Farbpunkte wurden mit dem Finger an den Keas angebracht. Hierfür wurden die Versuchstiere durch das Gitter der Voliere mit einer Erdnuss gefüttert. In dem Moment, in dem sie die Erdnuss mit dem Schnabel annahmen, wurden sie mit einer kurzen Berührung farblich markiert. Jeder Kea wurde insgesamt acht Mal markiert. Es wurden zwei unterschiedliche Markierungspunkte gewählt: (1) an der Kehle, direkt unter dem Unterschnabel und (2) auf der Stirn oberhalb der Augen.

Diese Markierungspunkte wurden mit vier unterschiedlichen Markierungen versehen: (1) einer roten Farbmarkierung, (2) einer gelben Farbmarkierung, (3) einer Täuschungsmarkierung bei der die Keas an der Markierungsstelle mit einem durch Wasser

befeuchteten Finger berührt wurden und (4) einer Farbmischung aus gelb, rot und blau, welche der Gefiederfarbe der Keas ähnelte.

Nach erfolgreicher Markierung wurden die Tiere drei Minuten beobachtet. Wenn sie keine auffälligen Verhaltensweisen oder spezielles auf den Farbpunkt gerichtetes Verhalten zeigten, galt die Markierung als erfolgreich und sie wurden sie mit dem Spiegel konfrontiert.

Der Spiegeltest wurde als bestanden gewertet, wenn das Versuchstier ein eindeutiges Verhalten zeigte, welches sich auf die Markierung am eigenen Körper bezieht. Hierzu gehörten Putzverhalten, welches mehrfache Berührungen der Markierung beinhaltet, oder Reiben der markierten Stellen an Ästen oder anderen Gehegeeinrichtungen.

Statistische Auswertung der Ergebnisse:

Verhalten der unmarkierten Tiere vor dem Spiegel: Der Unterschied in dem Verhalten vor dem Spiegel bei Männchen und Weibchen soll zunächst mit einem Mittel der multivariaten Statistik graphisch dargestellt werden. Hierfür wird eine Hauptkomponentenanalyse verwandt. Dieses dient dazu den Datensatz zu strukturieren und die trennenden Faktoren sichtbar zu machen. Hierbei werden die Datenpunkte korreliert, die eine Redundanz aufweisen. Um festzustellen, ob der gefundene und dargestellte Unterschied signifikant ist, wurde ein t-Test durchgeführt.

Verhalten der markierten Tiere vor dem Spiegel: Um das Verhalten der markierten Tiere vor dem Spiegel statistisch auszuwerten ist ein Vergleich von mehreren Ausprägungen der Variablen notwendig. Mithilfe einer multivariaten Varianzanalyse (ANOVA) ist es möglich Varianzen und Prüfgrößen zu berechnen und so Gesetzmäßigkeiten und Signifikanzen festzustellen.

In diesem Fall wurde eine zweifaktorielle Varianzanalyse durchgeführt. Hierbei liegen zwei kategoriale unabhängige Variablen (Faktoren) und eine kontinuierliche abhängige Variable vor. Die zwei Faktoren in diesem Fall sind ‚*Art der Markierung*‘ (Farbe, Scheinmarkierung etc.) und ‚*Ort der Markierung*‘ (Kopf oder Brust). Die abhängige Variable ist die ‚*Berührungsdauer der Markierung*‘. Hiermit werden folgende Effekte getestet (vgl. Luhmann 2010):

- Haupteffekt für den Faktor ‚*Art der Markierung*‘: Gibt es einen Unterschied in der Berührungsdauer der unterschiedlichen Markierungen?
- Haupteffekt für den Faktor ‚*Ort der Markierung*‘: Gibt es einen Unterschied in der Berührungsdauer der Markierung zwischen Kopf und Brust?

Mit Hilfe des Tukey HSD Tests wurden die Unterschiede auf ihre Signifikanz geprüft. Dieser Post-Hoc Test wurde im Rahmen der Varianzanalyse zur Bestimmung von signifikanten Unterschieden zwischen den Gruppenmittelwerten eingesetzt. Dieser Test bie-

tet den Vorteil, die einzelnen Gruppenmittelwerte paarweise zu vergleichen, ohne dass der α -Fehler kumuliert oder die Teststärke abnimmt (vgl. Rasch et al 2008).

6.2 Ergebnisse

Habituationsphase: Die Habituationsphase dauerte bei den Keas zwischen 12 und 48 Minuten. Während dieser Zeit wurde den Tieren der umgedrehte Spiegel mit Rahmen ins Gehege gestellt. Besonders die Männchen zeigten keinerlei Scheu vor dem neuen Gegenstand in ihrem Gehege und näherten sich sofort. Rahmen und umgedrehter Spiegel wurden intensiv mit dem Schnabel berührt und die Männchen 1,0 2,0 und 3,0 versuchten immer wieder den Spiegel mit dem Schnabel aus dem Rahmen zu hebeln. In ihrem Verhalten ließ jedoch nichts auf ein selbstgerichtetes Verhalten oder auf eine der Vorstufen der Spiegelselbsterkennung schließen, im Gegensatz zu den Versuchen mit der spiegelnden Fläche nach vorne gewandt. Die Weibchen hingegen verhielten sich dem neuen Objekt gegenüber wesentlich scheuer. Die ersten sechs Minuten näherten sie sich dem umgedrehten Spiegel nur bis auf circa 15 cm und vermieden jede Berührung. Erst nachdem M0,2 den Rahmen und den Spiegel berührt hatten, folgten auch die anderen Weibchen. Die Versuchstiere galten als habituiert, wenn sie den umgedrehten Spiegel nach der Erkundungsphase nicht länger als eine Minute am Stück berührten oder sich in einer Entfernung von weniger als 20 cm vom Spiegel und Rahmen entfernt aufhielten. Insgesamt dauerte die Habituationsphase bei den Weibchen 48 Minuten. Die Männchen, welche in zwei Gruppen mit dem Aufbau konfrontiert wurde, waren nach 12 beziehungsweise 24 Minuten habituiert.

Konfrontation der Versuchstiere mit dem Spiegel ohne Markierung:

Zusammenfassend zeigten sich die in Abbildung 43: Vergleich der gezeigten Verhaltensweisen der unmarkierten Versuchstiere nach Geschlecht. Aufgetragen sind die Mittelwerte der Männchen und Weibchen mit den zugehörigen Standardabweichungen. dargestellten Verhaltensweisen der Versuchstiere ohne Markierung vor dem Spiegel. Um den bereits in der Habituationsphase auftretenden Unterschied zwischen den Geschlechtern zu verdeutlichen, wurden diese getrennt aufgetragen.

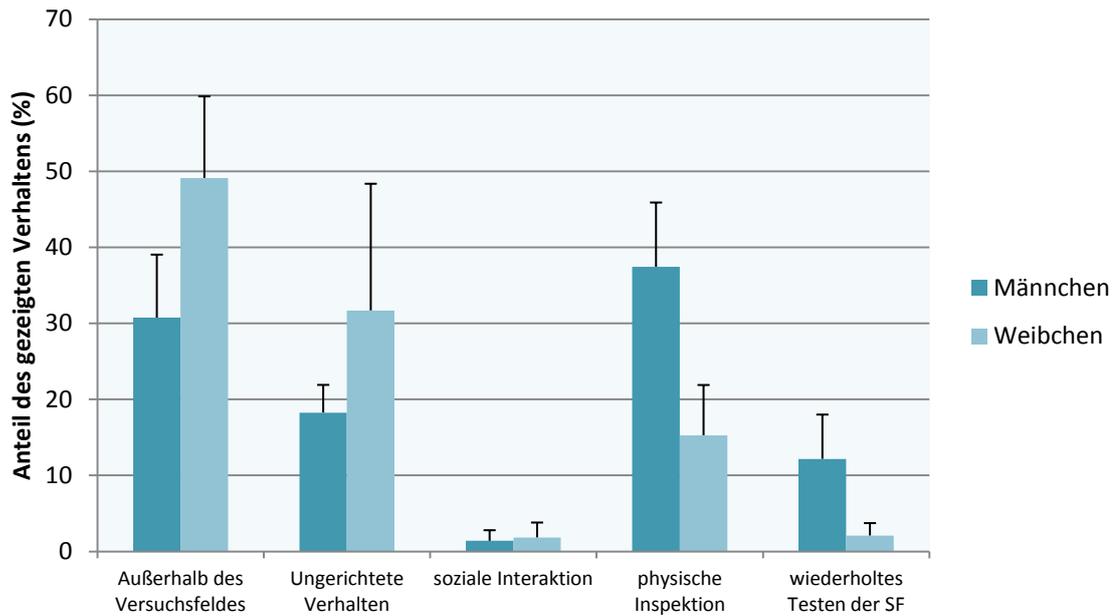


Abbildung 43: Vergleich der gezeigten Verhaltensweisen der unmarkierten Versuchstiere nach Geschlecht. Aufgetragen sind die Mittelwerte der Männchen und Weibchen mit den zugehörigen Standardabweichungen.

Insgesamt lässt sich bei der Aufnahme der Verhaltensweisen der Trend bestätigen, welcher sich schon bei der Habituationsphase angedeutet hatte. Es lässt sich ein grundsätzlicher Unterschied im Verhalten zwischen den Männchen und Weibchen feststellen. Um dieses zu verdeutlichen wurde eine Korrelationskomponentenanalyse durchgeführt.

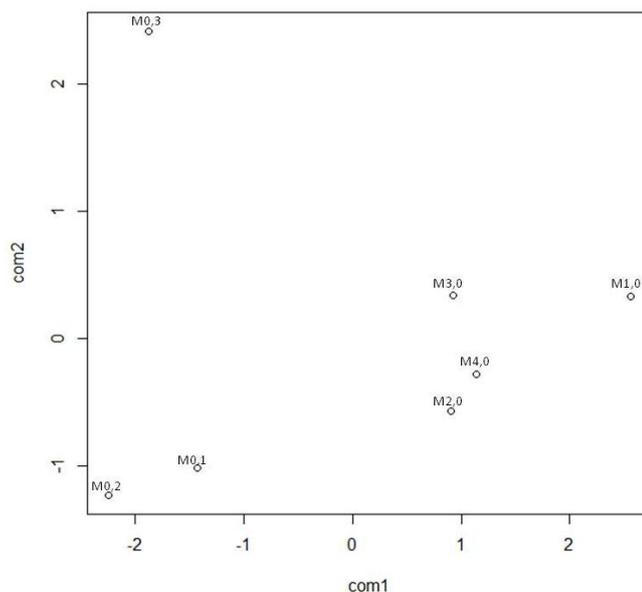


Abbildung 44: Komponentenanalyse des Verhaltens der unmarkierten Keas vor dem Spiegel. Die Trennung zwischen Männchen und Weibchen ist signifikant (t-Test: $df=4,635$; $p=0,001238$).

Wie aus der Graphik deutlich wird, trennt bereits Komponente 1 die Versuchstiere deutlich nach den Geschlechtern auf. Die genaue Aufstellung der Ladung der einzelnen Komponenten befindet sich im Anhang.

Der durchgeführte t-Test ergab für die erste Hauptkomponente eine sehr hohe Signifikanz ($df = 4,635$; $p = 0,001238$).

Im Folgenden sind die Ergebnisse für jedes Versuchstier aus den bis zu zehn Versuchsreihen vor dem Spiegel ohne eine Markierung aufgeführt. Aufgetragen sind jeweils auf der Ordinate die Versuchsreihen, chronologisch von unten nach oben. Die erste Versuchsreihe wurde mit V1 bezeichnet, die zweite mit V2 usw. Es wurde je nach den gezeigten Verhaltensweisen zwischen 6 und 10 Versuchsreihen durchgeführt. Auf der Abszisse sind die 60 Datenpunkte aufgeführt, an denen das jeweilige Verhalten aufgenommen wurde. Alle 5 Sekunden wurde das Verhalten protokolliert, so dass sich eine Gesamtversuchszeit bei 60 Aufnahmepunkten von fünf Minuten ergibt. Aufgetragen in diesem Koordinatensystem sind in einem kontinuierlichen Zeitstrahl die gezeigten Verhaltensweisen, welche in den fünf Kategorien des Verhaltens vor dem Spiegel, welche im Material- und Methodenteil gebildet wurden, zusammengefasst wurden. Welche einzelnen Verhaltensweisen der Kategorien gezeigt wurden, kann der Aufstellung im Anhang entnommen werden.

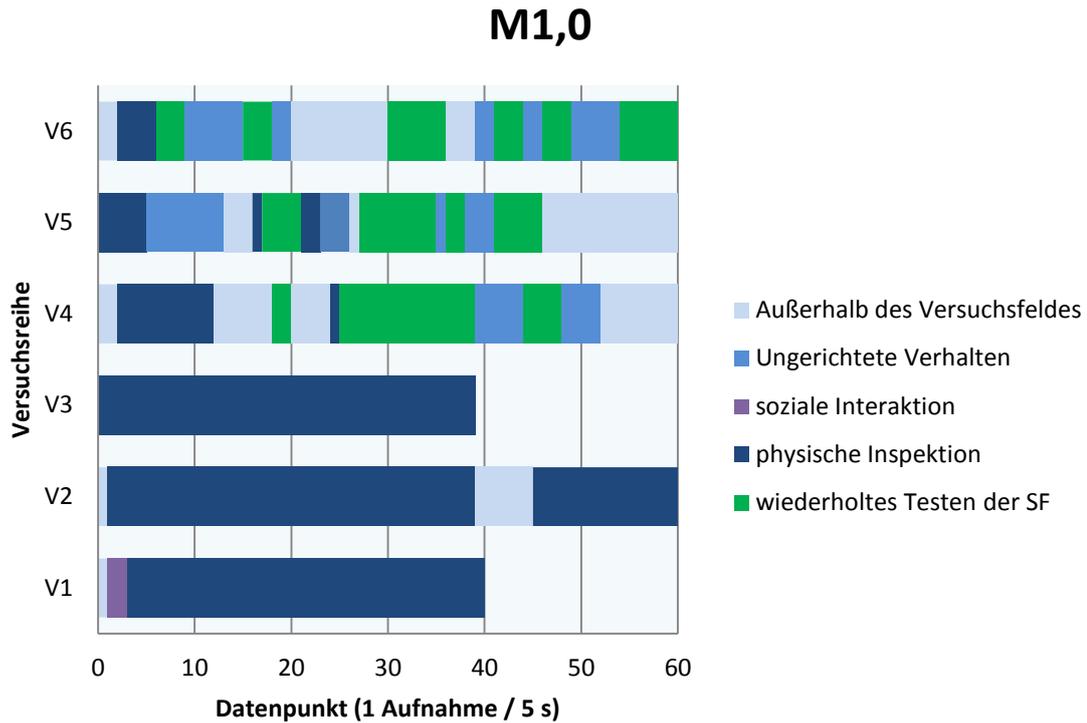


Abbildung 45: Quantitative Auswertung der gezeigten Verhaltensweisen von M1,0 unmarkiert vor dem Spiegel.

Besonders auffällig bei dem Versuchstier M1,0 ist die hohe physische Inspektion in den ersten drei Versuchsdurchläufen. In den Versuchsreihen V1 und V3 führte dieses zum Abbruch des Versuchs, da es dem Versuchstier gelang, den Spiegel aus der Rahmenkonstruktion zu hebeln. Die physische Inspektion ließ in den folgenden Versuchen nach und wich in zunehmendem Maße dem wiederholten Testen der Spiegelfunktion. Bereits nach sechs Versuchsdurchläufen hatte M1,0 die Spiegelfunktion so häufig und auffällig getestet, dass mit dem Markierungstest begonnen wurde. Lediglich in einer sehr kurzen Phase des ersten Versuchsdurchlaufes konnte eine soziale Interaktion mit dem Spiegelbild beobachtet werden. Durch das Aufstellen der Nackenfedern demonstrierte M1,0 in dieser Phase Dominanz. Bei den Versuchsreihen V5 und V6 stellte sich M1,0 mehrfach mit dem Rückengefieder zum Spiegel und drehte seinen Kopf, so dass er die Deckfedern mithilfe des Spiegels sehen konnte.

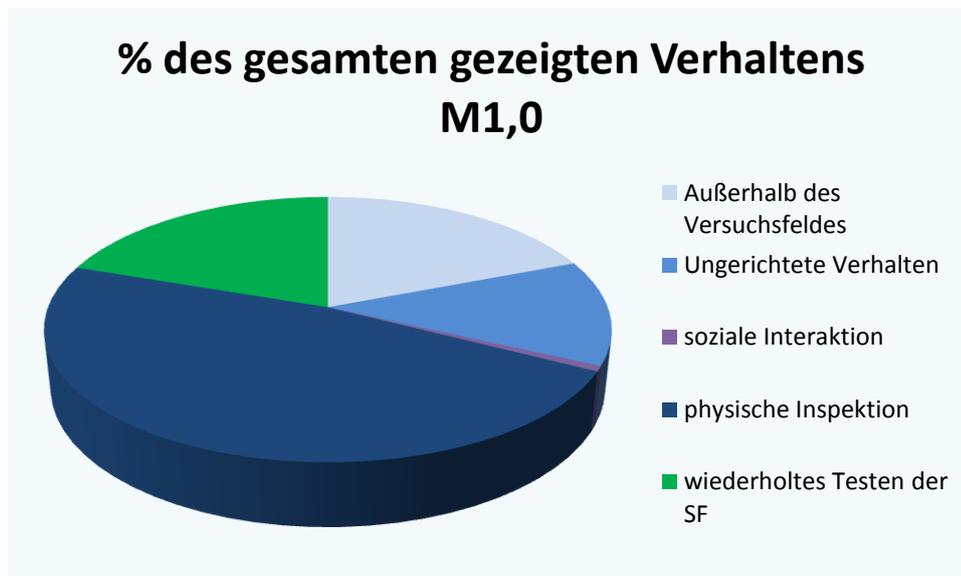


Abbildung 46: Anteile der gezeigten Verhaltenskategorien bei allen Versuchsreihen mit dem unmarkierten Versuchstier M1,0 vor dem Spiegel (Angaben in Prozent).

Insgesamt nimmt der Anteil der physischen Inspektion bei dem Versuchstier M1,0 den mit Abstand größten Anteil (48 %) an dem gezeigten Verhalten ein. Soziale Interaktion findet fast gar nicht statt (0,6 %).

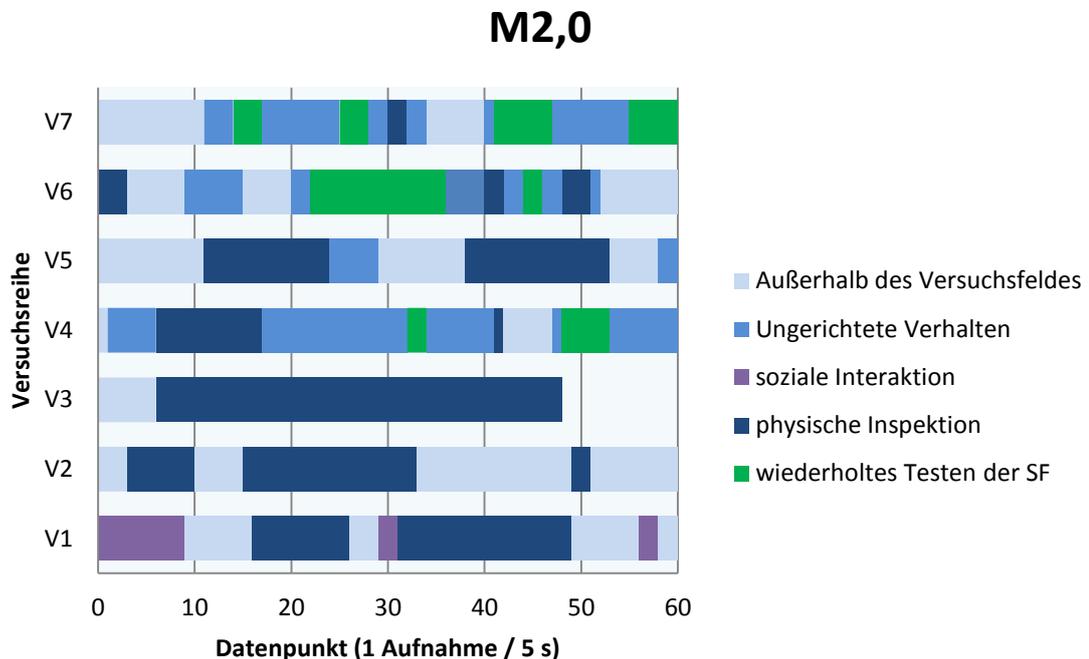


Abbildung 47: Quantitative Auswertung der gezeigten Verhaltensweisen von M2,0 unmarkiert vor dem Spiegel.

Das Versuchstier M2,0 zeigte in der ersten Versuchsreihe mehrere Phasen der sozialen Interaktion mit dem eigenen Spiegelbild. Er plusterte sein Gefieder und ließ mehrfach

kurze durchdringende Rufe ertönen. Die darauf folgenden zwei Versuchsreihen waren hauptsächlich durch physische Inspektion des Spiegels geprägt. In Versuchsreihe V3 führte das Heraushebeln des Spiegels aus dem Rahmen sogar zum vorzeitigen Abbruch des Versuches. Speziell in der Versuchsreihe V4 konnte das Versuchstier häufig dabei beobachtet werden, wie es reglos vor dem Spiegel saß und das eigene Spiegelbild betrachtete. In den Versuchsreihen V6 und V7 zeigte der Kea dann ein wiederholtes Testen der Spiegelfunktion. Hierbei zeigte er vor allem das schnelle Kopfdrehen und das Putzen mit wiederholter Kontrolle des Spiegelbildes.

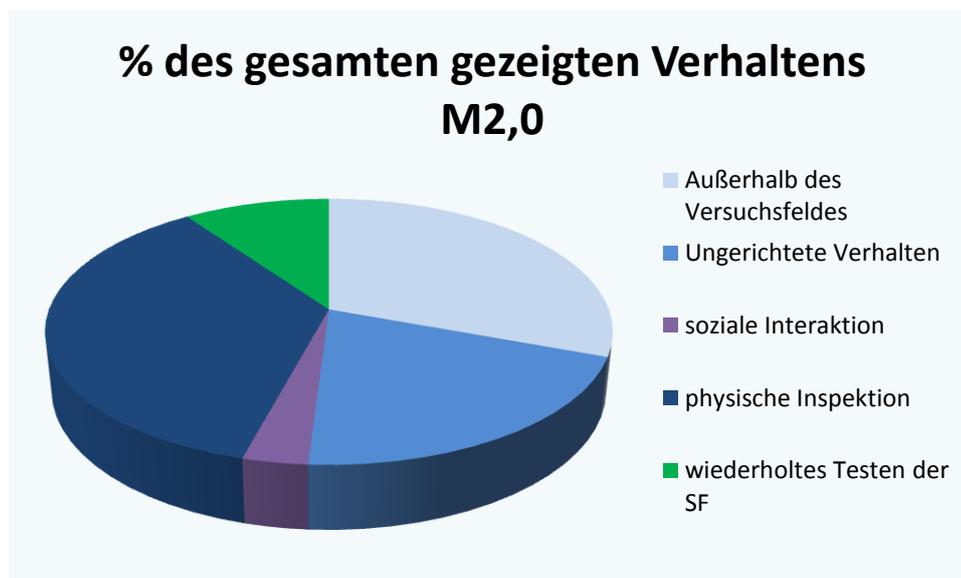


Abbildung 48: Anteile der gezeigten Verhaltenskategorien bei allen Versuchsreihen mit dem unmarkierten Versuchstier M2,0 vor dem Spiegel (Angaben in Prozent).

Auch wenn das Gesamtverhalten von M2,0 relativ gleichverteilt ist, fällt der größte Anteil auf die physische Inspektion (36 %). Die soziale Interaktion nimmt nur den relativ kleinen Anteil von 3 % ein.

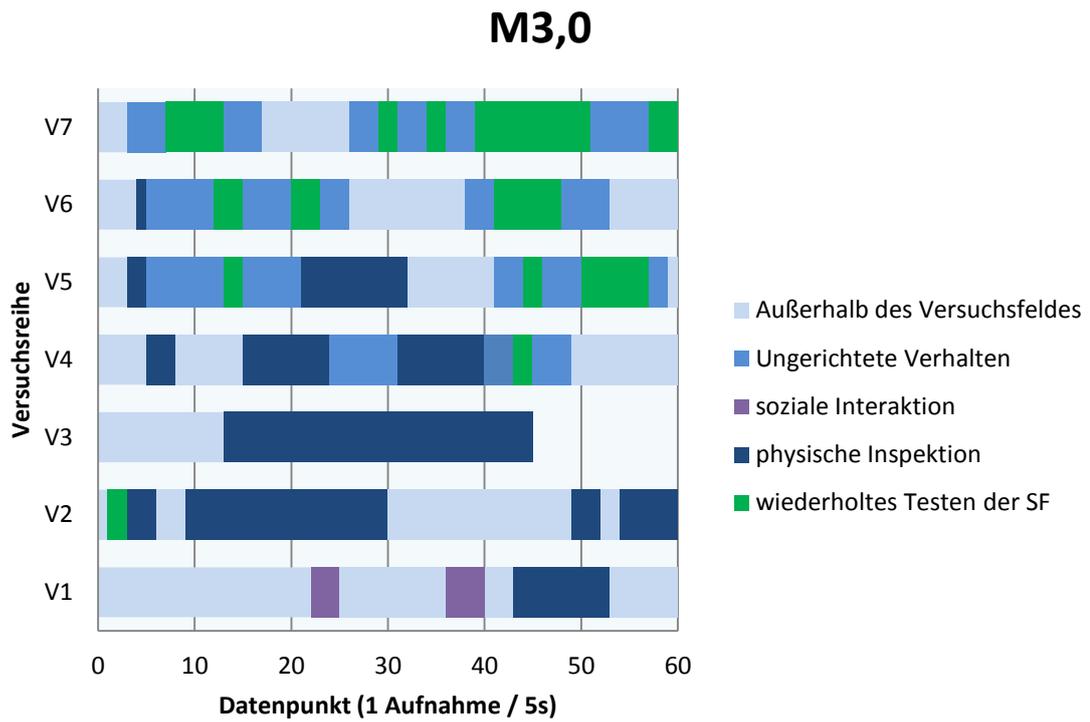


Abbildung 49: Quantitative Auswertung der gezeigten Verhaltensweisen von M3,0 unmarkiert vor dem Spiegel.

Versuchstier M3,0 zeigte in der Versuchsreihe V1 zwei Phasen der sozialen Interaktion mit dem Spiegelbild. In der ersten Phase führte es einen Scheinangriff auf den Spiegel durch und floh danach, die zweite Phase war durch wiederholte Vokalisation gekennzeichnet. Bereits in der zweiten Versuchsreihe trat dann eine kurze Phase des wiederholten Spiegeltestens auf, aber erst ab der fünften Versuchsreihe zeigte sich dieses Verhalten regelmäßig. Unterbrochen wurden die wiederholten Tests der Spiegelfunktion immer wieder von Phasen der Betrachtung des eigenen Spiegelbildes. Versuchsreihe V3 musste abgebrochen werden, da es dem Versuchstier gelang den Spiegel umzuwerfen.

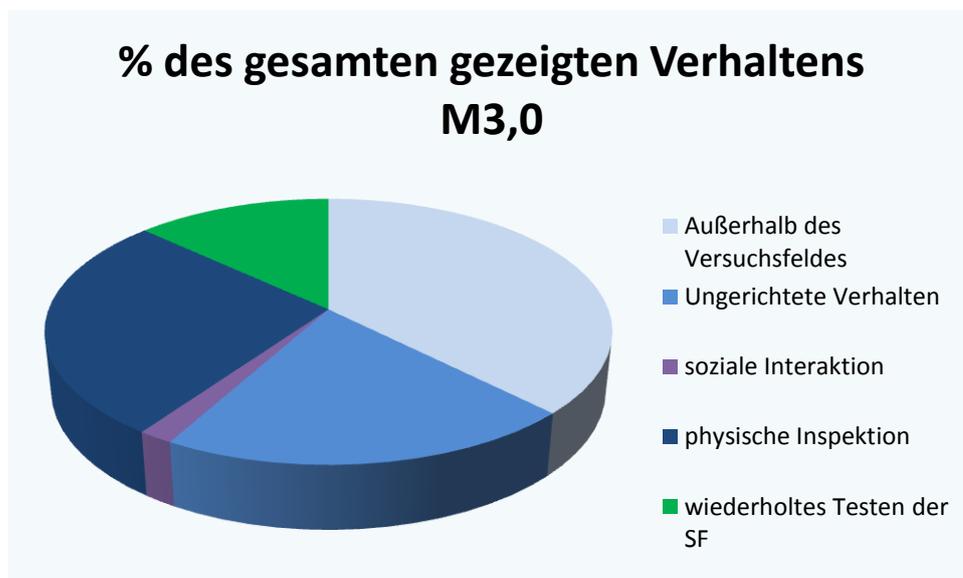


Abbildung 50: Anteile der gezeigten Verhaltenskategorien bei allen Versuchsreihen mit dem unmarkierten Versuchstier M3,0 vor dem Spiegel (Angaben in Prozent).

Von der Zeit, die das Versuchstier M3,0 vor dem Spiegel verbringt, zeigt es am häufigsten die physische Inspektion des Spiegelbildes (27 %). Allerdings hält es sich auch häufig außerhalb des Versuchsfeldes auf (38 %).

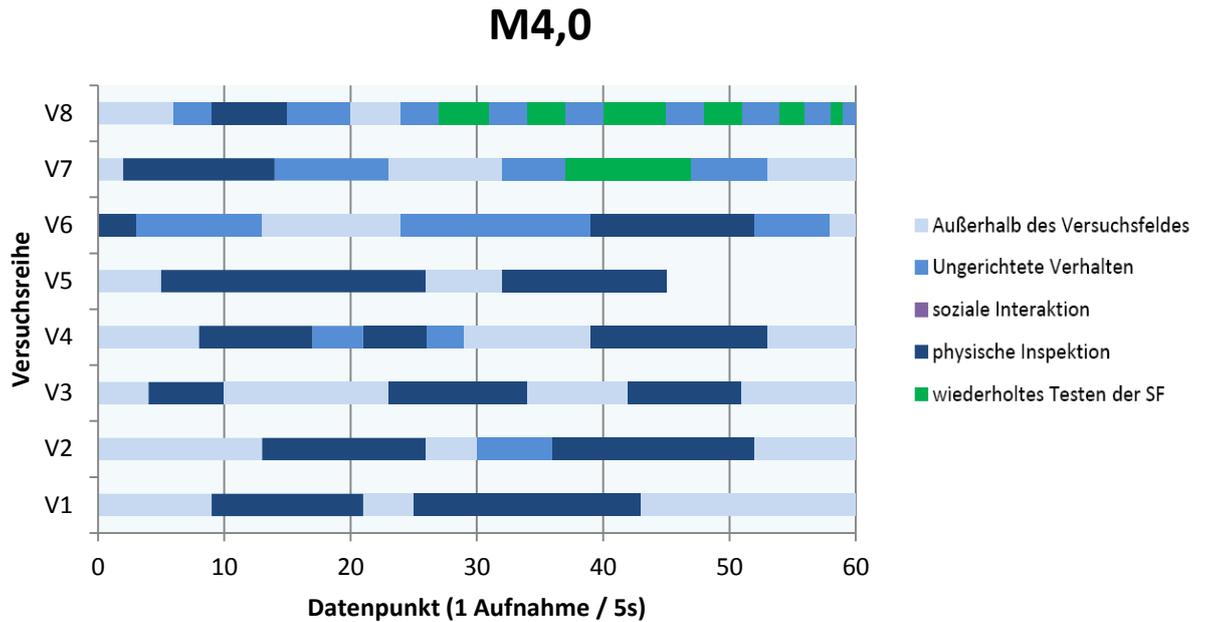


Abbildung 51: Quantitative Auswertung der gezeigten Verhaltensweisen von M4,0 unmarkiert vor dem Spiegel.

Versuchstier M4,0 zeigte in den Versuchsreihen V1 bis V5 überwiegend Verhaltensweisen der physischen Inspektion des Spiegels. Speziell in der Versuchsreihe V4 blickte das Versuchstier wiederholt hinter den Spiegel. Erst in der Versuchsreihe V6 konnten längere Phasen des Betrachtens des eigenen Spiegelbildes aufgenommen werden. In den Versuchsreihen V7 und V8 kam schließlich das wiederholte Testen der Spiegelfunktion hinzu. In Versuchsreihe V8 wechselten sich Verhaltensweisen wie das schnelle Kopfdrehen, Putzen mit Spiegelkontrolle und das Betrachten von Körperregionen, die ohne Spiegel schwer einsichtig sind (in diesem Fall die Füße) mit Phasen der längeren Beobachtung des Spiegelbildes ab.

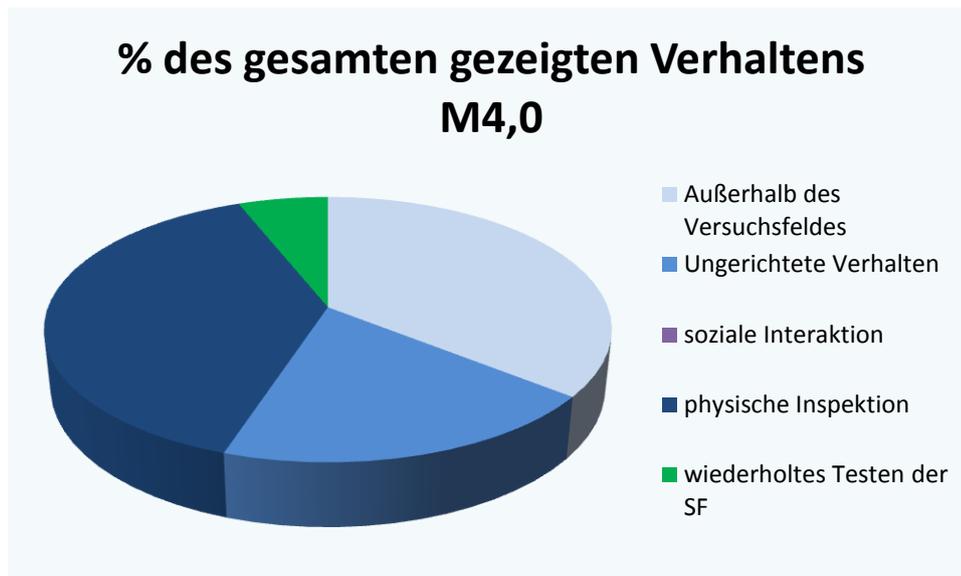


Abbildung 52: Anteile der gezeigten Verhaltenskategorien bei allen Versuchsreihen mit dem unmarkierten Versuchstier M4,0 vor dem Spiegel (Angaben in Prozent).

Den größten Teil des gezeigten Verhaltens des Versuchstieres M4,0 nimmt die physische Inspektion des Spiegelbildes ein (39 %). Soziale Interaktion findet nicht statt.

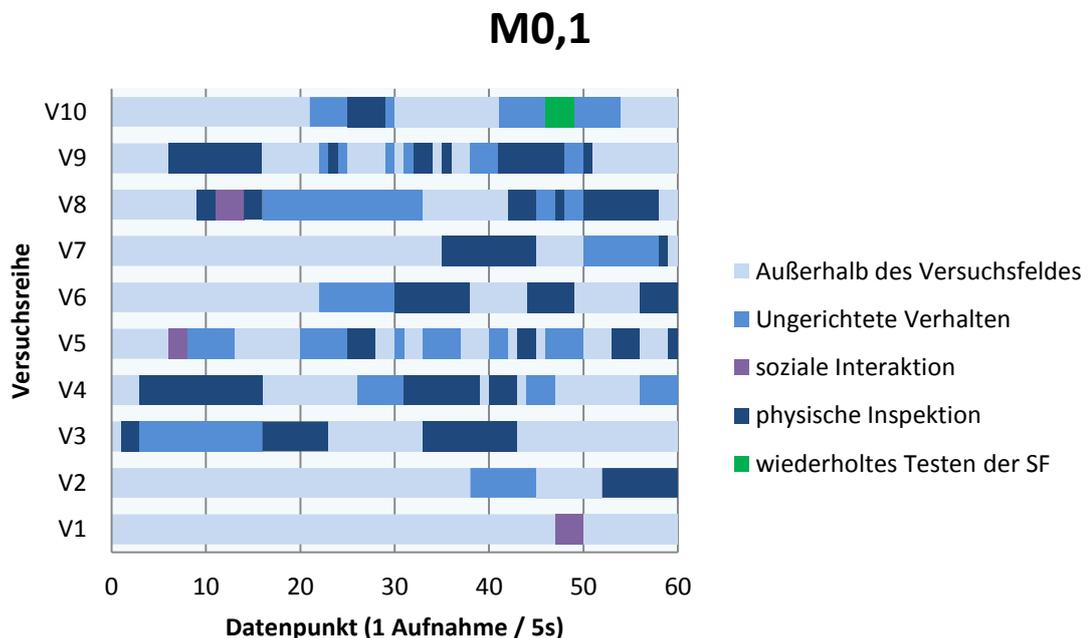


Abbildung 53: Quantitative Auswertung der gezeigten Verhaltensweisen von M0,1 unmarkiert vor dem Spiegel.

Das Versuchstier M0,1 verbrachte speziell in der ersten und zweiten Versuchsreihe relativ wenig Zeit direkt vor dem Spiegel. In der Versuchsreihe V1 kam es nur kurz vor den Spiegel und plusterte das Gefieder auf. Soziale Interaktion war auch in der Versuchsrei-

he V5 und selbst noch in V8 zu beobachten. Erst in der Versuchsreihe V10 zeigte das Versuchstier kurz die dritte Phase der Selbsterkennung, indem es sich mit Hilfe des Spiegels putzte. Insgesamt kann bei diesem Versuchstier jedoch nicht zweifelsfrei davon ausgegangen werden, dass es diese Phase erreicht hat.

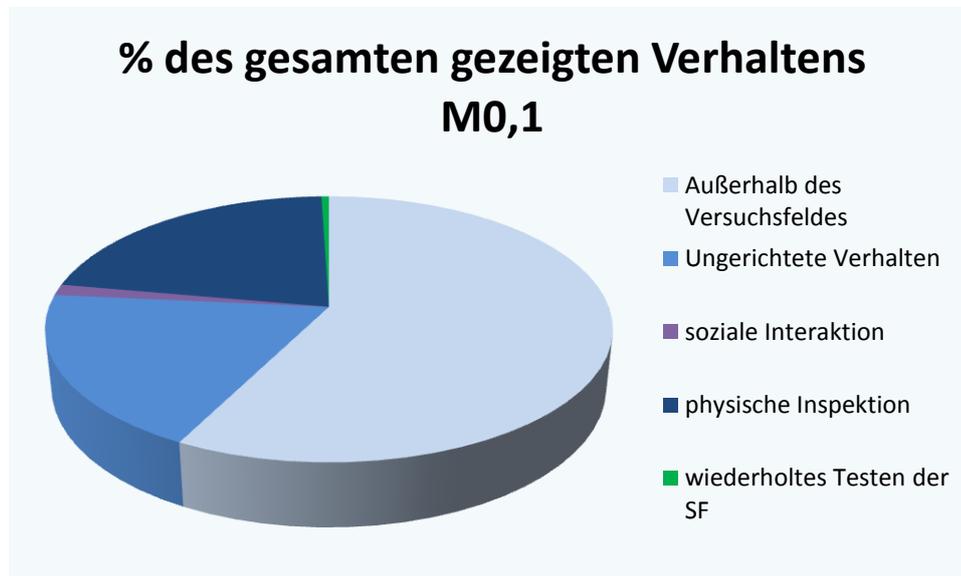


Abbildung 54: Anteile der gezeigten Verhaltenskategorien bei allen Versuchsreihen mit dem unmarkierten Versuchstier M0,1 vor dem Spiegel (Angaben in Prozent).

Das Versuchstier M0,1 hält sich den größten Teil außerhalb des Versuchsfeldes auf (58 %). Soziale Interaktion und wiederholtes Testen der Spiegelfunktion spielen eine sehr untergeordnete Rolle.

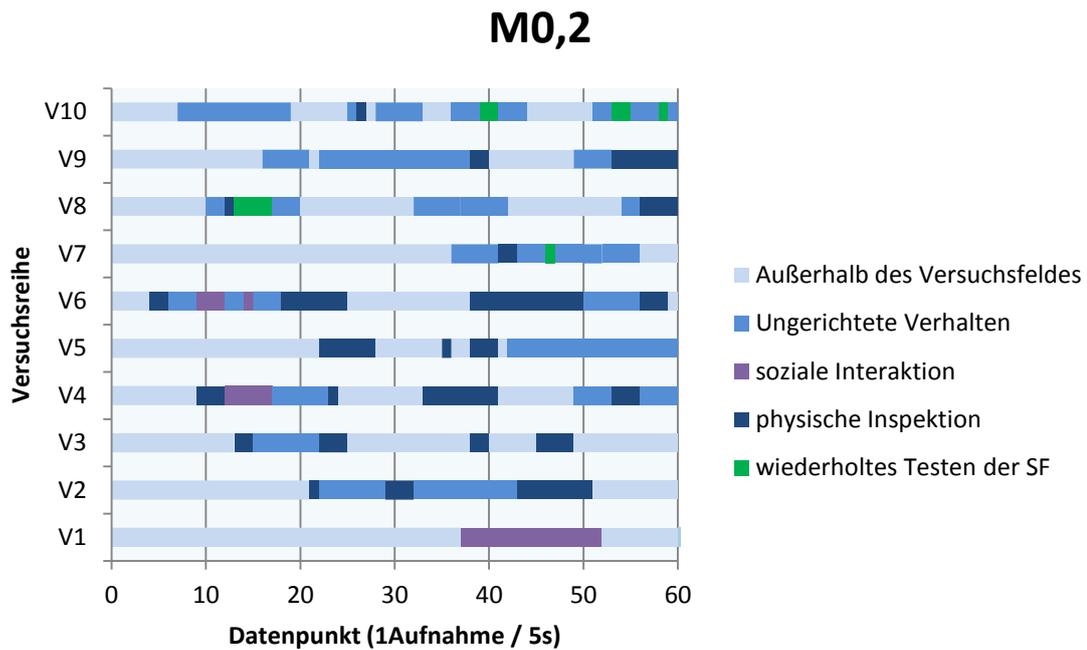


Abbildung 55: Quantitative Auswertung der gezeigten Verhaltensweisen von M0,2 unmarkiert vor dem Spiegel.

Die Ergebnisse des Versuchstieres M0,2 ähneln in gewisser Weise denen von M0,1. Die erste Versuchsreihe ist geprägt von einer Phase der sozialen Interaktion mit dem Spiegelbild. M0,2 verharrte hierbei aufgeplustert vor dem Spiegel. Soziale Interaktionen sind ebenfalls in Versuchsreihe V4 und V6 zu beobachten. In diesen Fällen handelte es sich um Vokalisation. Zwar ist bereits ab V4 gelegentlich zu beobachten, dass das Versuchstier hinter den Spiegel blickt, aber ein wiederholtes Testen der Spiegelfunktion war nur kurzzeitig in V7, V8 und V10 zu erkennen. Auch bei diesem Versuchstier lässt sich nicht eindeutig sagen, ob es innerhalb der zehn Versuchsreihen die dritte Phase der Selbsterkennung erreicht hat.

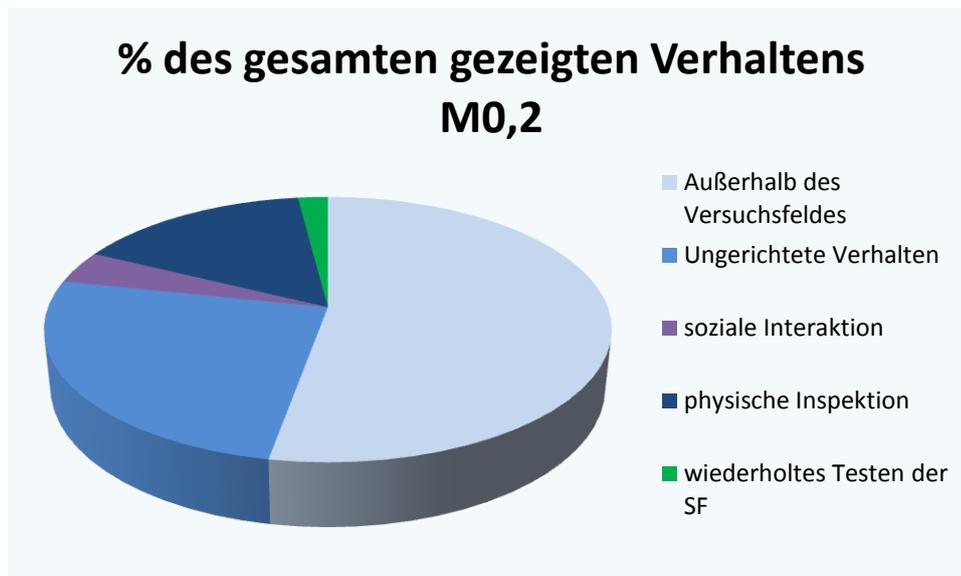


Abbildung 56: Anteile der gezeigten Verhaltenskategorien bei allen Versuchsreihen mit dem unmarkierten Versuchstier M0,2 vor dem Spiegel (Angaben in Prozent).

Auch bei dem Versuchstier M0,2 zeigt sich wie bei Versuchstier M0,1 eine Tendenz sich außerhalb des Versuchsfeldes aufzuhalten. Der Anteil dieses Verhaltens beträgt 53 %. Soziale Interaktion konnte in 4 % aller Fälle beobachtet werden.

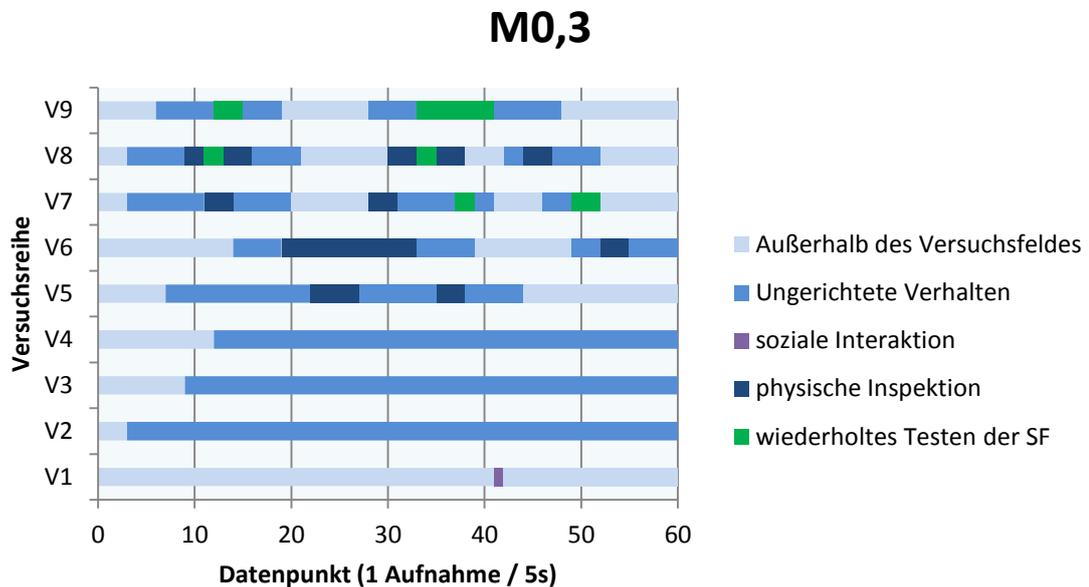


Abbildung 57: Quantitative Auswertung der gezeigten Verhaltensweisen von M0,3 unmarkiert vor dem Spiegel.

Das Versuchstier V0,3 zeigte sich in der ersten Versuchsreihe so gut wie gar nicht vor dem Spiegel. In der sehr kurzen Phase in der es doch einmal vor dem Spiegel auftauchte stellte es das Nackengefieder auf. Besonders auffällig bei diesem Versuchstier waren

die sehr langen Phasen der stillen Beobachtung des eigenen Spiegelbildes. In den Versuchsreihen V2, V3 und V4 verbrachte das Versuchstier weit über die Hälfte der Versuchszeit damit bewegungslos vor dem Spiegel zu sitzen und das eigene Bild zu betrachten. Erst in V5 begann die physische Inspektion des Spiegels mit Hilfe des Schnabels und bereits hier der Blick hinter den Spiegel. Von V7 bis V9 konnte wiederholtes testen der Spiegelfunktion in zunehmendem Maße beobachtet werden.

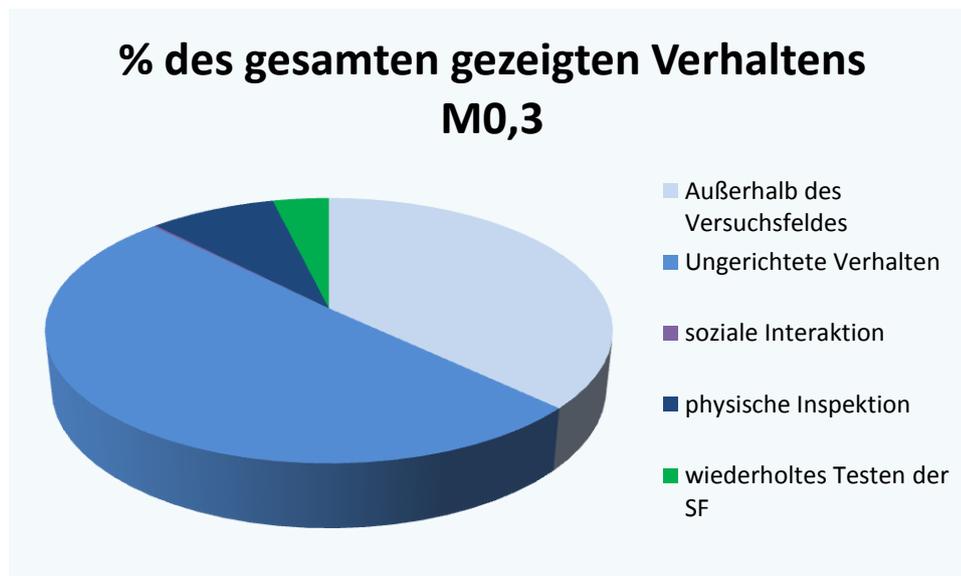


Abbildung 58: Anteile der gezeigten Verhaltenskategorien bei allen Versuchsreihen mit dem unmarkierten Versuchstier M0,3 vor dem Spiegel (Angaben in Prozent).

Versuchstier M0,3 zeigte einen besonders hohen Anteil an ungerichtetem Verhalten (51 %). Soziale Interaktion fand praktisch nicht statt (0,2 %).



Erste Phase: Soziales Ansprechverhalten



Zweite Phase: Physische Inspektion



Dritte Phase: Wiederholtes Testen der Spiegelfunktion



Vierte Phase: Selbsterkennung im Spiegel

Abbildung 59: Die vier Phasen der Selbsterkennung im Spiegel.

Konfrontation der Versuchstiere mit dem Spiegel *mit* Markierung

Alle zuvor ohne Markierung getesteten Keas wurden markiert und mit dem Spiegel konfrontiert. Hierbei wurden vier unterschiedliche Markierungen vorgenommen: (1) rote Markierung, (2) gelbe Markierung (3) Scheinmarkierung und (4) Mischmarkierung. Nach jeweils drei minütiger Beobachtungszeit ohne Spiegel wurden die Tiere mit ihrem Spiegelbild konfrontiert und die Häufigkeit und Dauer der Berührungen des Farbpunktes innerhalb eines fünf minütigen Beobachtungszeitraumes aufgenommen. Diese Ergebnisse werden verglichen mit einer fünf minütigen Beobachtungsphase des jeweiligen Versuchstieres vor dem Spiegel ohne eine Markierung.

Die Graphiken zeigen jeweils auf der x-Achse die verwendete Markierung und auf der y-Achse die Dauer der gesamten Berührungen dieser Markierungen in Sekunden. Die zwei Balken pro Markierungsart stellen die unterschiedlichen Markierungspunkte (am Brustgefieder und auf dem Kopf) dar. Zur statistischen Überprüfung der Ergebnisse wurden zunächst eine multivariate Varianzanalyse (ANOVA) und dann der Tukey HSD Test durchgeführt. Sämtliche Ergebnisse der Signifikanztests befinden sich ausführlicher im Anhang.

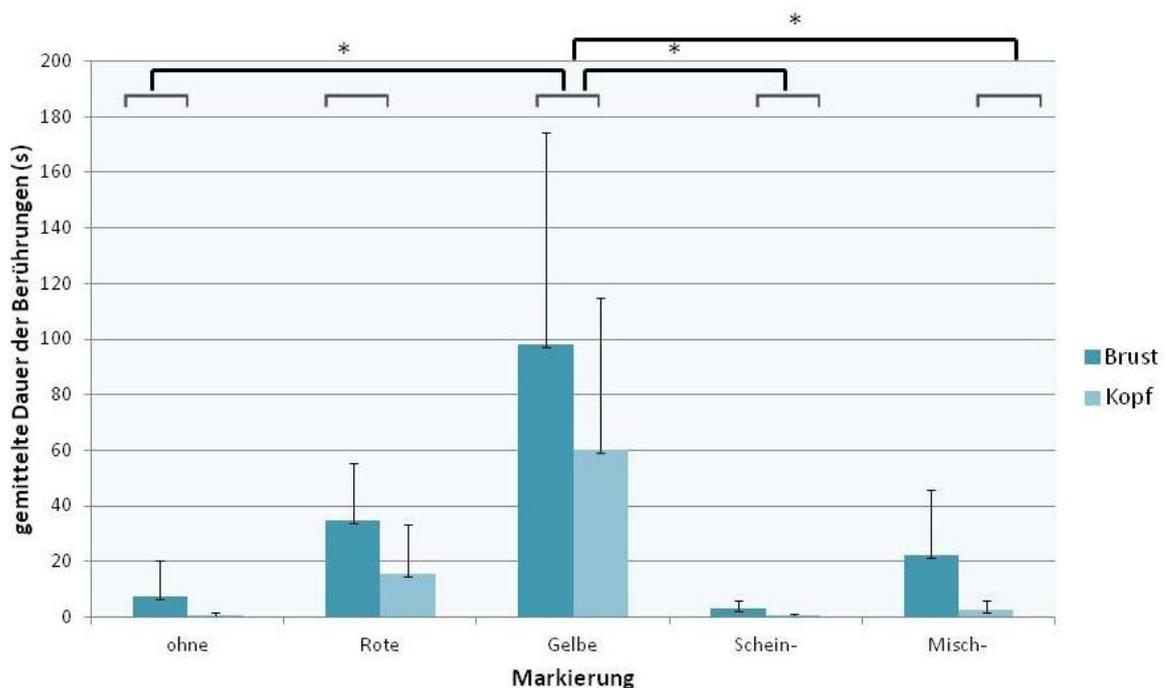


Abbildung 60: Mittelwerte und zugehörige Standardabweichungen der Berührungen der Brust oder des Kopfes bei unterschiedlichen Markierungen (TUKEY HSD. Signif.codes: . >0.05; *≤0.05; **≤0.01; *** ≤0.001).

In diesen zusammengefassten Ergebnissen aller sieben Versuchstiere zeigt sich ein signifikanter Unterschied in der Berührungshäufigkeit der gelben Markierung zu der Schein-, der Misch- und der fehlenden Markierung. Keine signifikanten Unterschiede

gibt es bei der Farbe und bei dem Markierungsort. Die teilweise hohe Standardabweichung deutet bereits auf größere individuelle Unterschiede bei den Versuchstieren hin.

Im Folgenden werden die Versuchsergebnisse für alle Versuchstiere separat aufgeführt.

M1,0

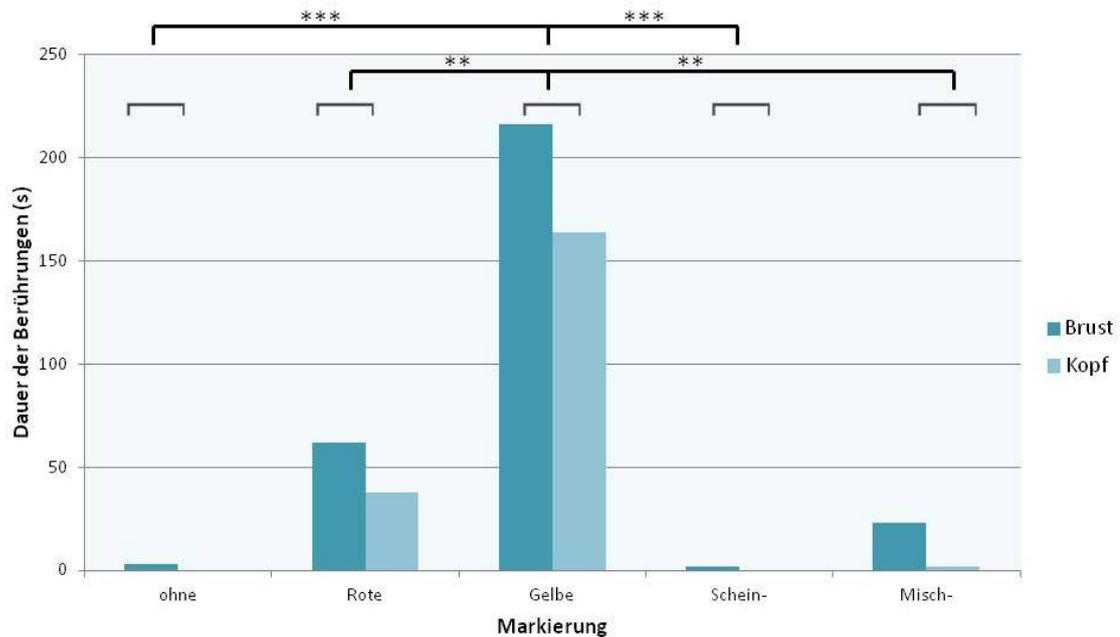


Abbildung 61: Dauer der Berührungen der Brust oder des Kopfes bei unterschiedlichen Markierungen bei Versuchstier M1,0 (TUKEY HSD. Signif.codes: . >0.05; *≤0.05; **≤0.01; *** ≤0.001).

Das Versuchstier M1,0 zeigte deutliche Unterschiede zwischen den Markierungsarten. Bei der Markierung mit dem gelben Punkt konnte zwei Mal beobachtet werden, wie es in den Spiegel sah, zu einem Ast flog, der außerhalb des Spiegelbereichs lag, sich dort die markierte Stelle rieb und wieder zum Spiegel zurückkehrte. Mit Scheinmarkierung und ohne Markierung konnte kein Putzverhalten an dem Kopf beobachtet werden. Zwischen den Markierungsorten Brust und Kopf konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Bei den Arten der Markierung gibt es jedoch teilweise hochsignifikante Unterschiede. Die gelbe Markierung wird von dem Versuchstier vor dem Spiegel hochsignifikant häufiger berührt, als dieses ohne eine Markierung oder mit der Scheinmarkierung der Fall ist ($p = 0,0010$). Ein sehr signifikanter Unterschied ist ebenfalls zwischen der gelben Markierung und der Mischmarkierung ($p = 0,0013$) sowie zwischen der gelben und der roten Markierung ($p = 0,0042$) festzustellen.

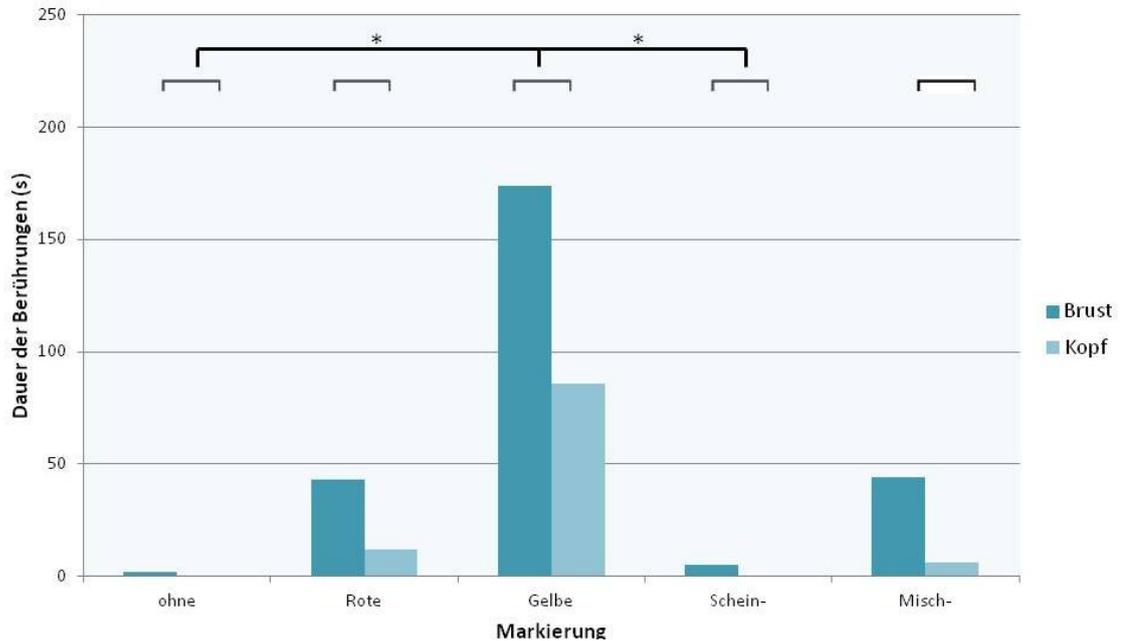
M2,0

Abbildung 62: : Dauer der Berührungen der Brust oder des Kopfes bei unterschiedlichen Markierungen bei Versuchstier M2,0 (TUKEY HSD. Signif.codes: . >0.05; * \leq 0.05; ** \leq 0.01; *** \leq 0.001).

Bei Versuchstier M2,0 ist ebenfalls besonders die gelbe Markierung auffällig. Zwischen den Markierungsorten Brust und Kopf gibt es keinen signifikanten Unterschied. Der gelbe Markierungsort wird vor dem Spiegel signifikant häufiger berührt als dieses ohne eine Markierung ($p = 0,0485$) oder mit der Scheinmarkierung ($p = 0,0507$) festgestellt werden konnte.

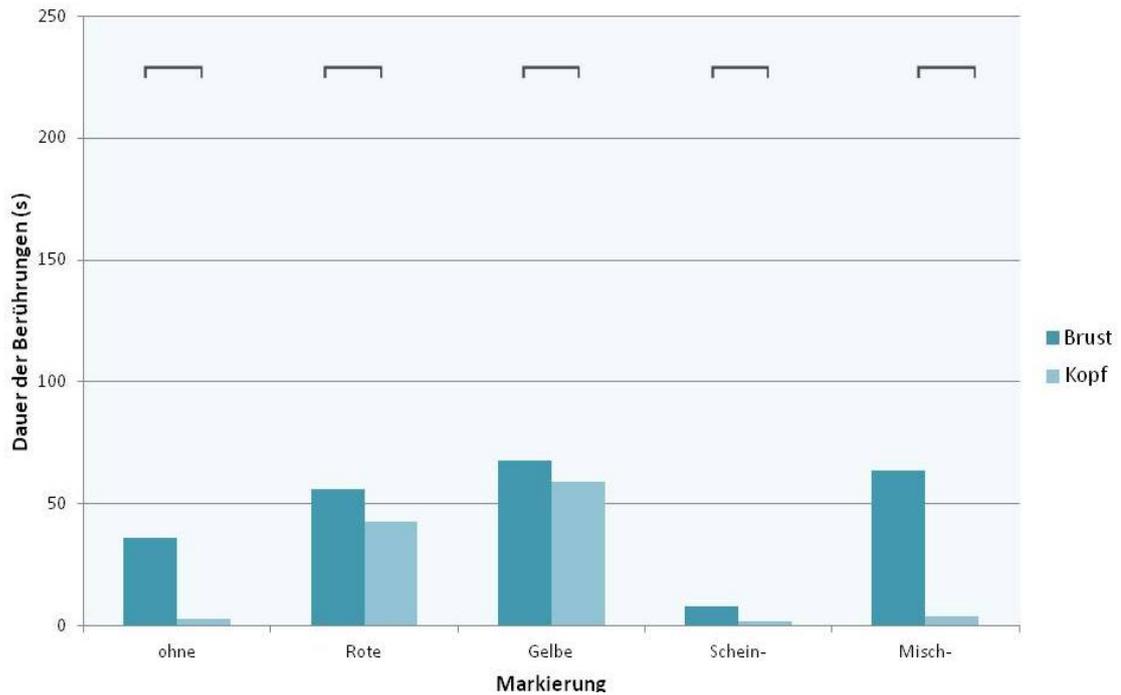
M3,0

Abbildung 63: Dauer der Berührungen der Brust oder des Kopfes bei unterschiedlichen Markierungen bei Versuchstier M3,0 (TUKEY HSD. Signif.codes: . >0.05; * \leq 0.05; ** \leq 0.01; *** \leq 0.001).

Das Versuchstier M3,0 hielt sich insgesamt nicht so häufig vor dem Spiegel auf wie M1,0 oder M2,0. Zwischen den Markierungsorten gab es keine Unterschiede. Auch zwischen den unterschiedlichen Markierungsarten konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

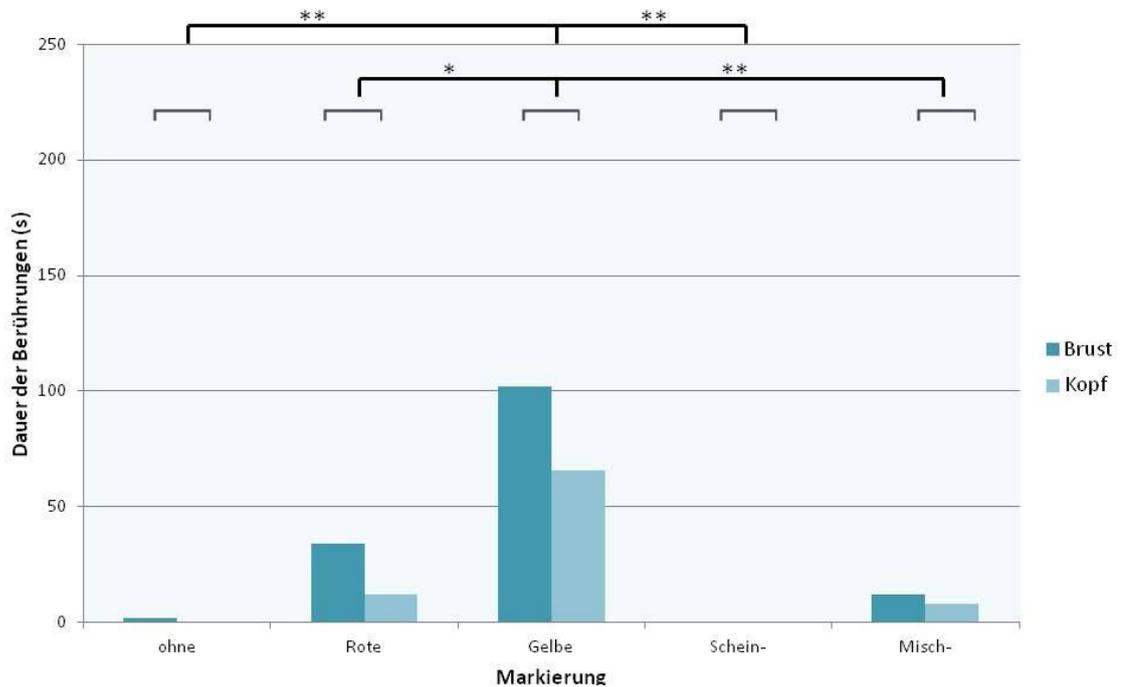
M4,0

Abbildung 64: Dauer der Berührungen der Brust oder des Kopfes bei unterschiedlichen Markierungen bei Versuchstier M4,0 (TUKEY HSD. Signif.codes: . >0.05; * \leq 0.05; ** \leq 0.01; *** \leq 0.001).

Bei dem Versuchstier M4,0 gab es zwischen den Markierungsarten Brust und Kopf keine signifikanten Unterschiede. Die gelbe Markierung unterschied sich jedoch signifikant von allen anderen. Bei der fehlenden Markierung ($p = 0,0084$) und der Scheinmarkierung ($p = 0,0080$) wie auch der Mischmarkierung ($p = 0,0139$) besteht ein hoher Signifikanzunterschied zur gelben Markierung. Zwischen gelber und roter Markierung konnte ebenfalls ein signifikanter Unterschied ($p = 0,0308$) festgestellt werden.

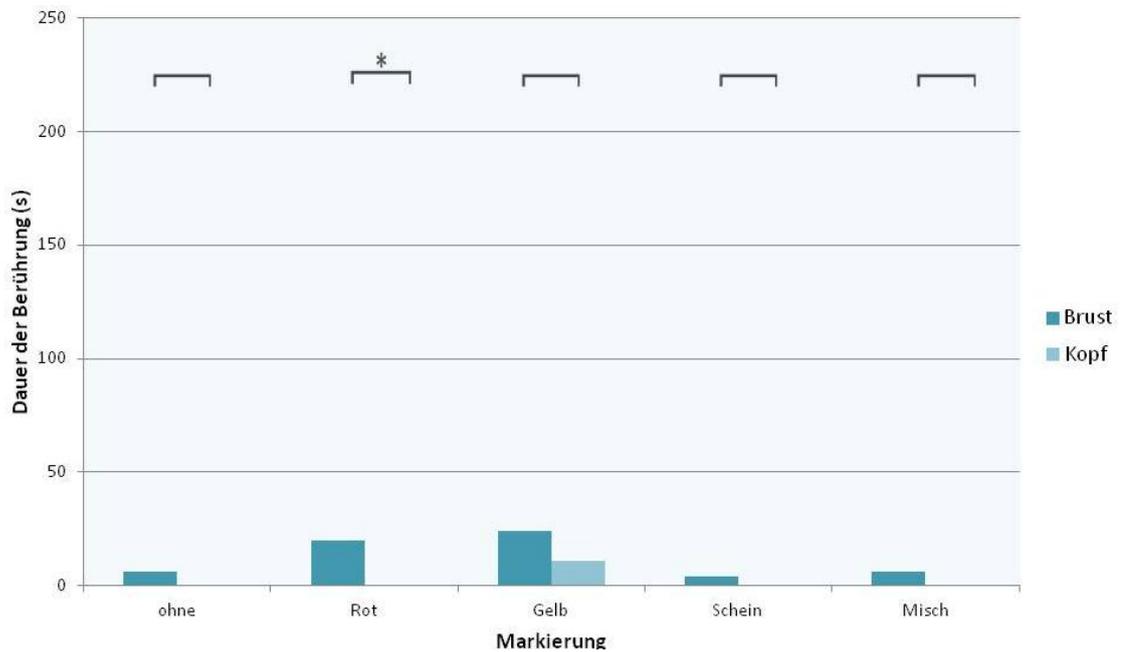
M0,1

Abbildung 65: Dauer der Berührungen der Brust oder des Kopfes bei unterschiedlichen Markierungen bei Versuchstier M0,1 (TUKEY HSD. Signif.codes: . >0.05; * \leq 0.05; ** \leq 0.01; *** \leq 0.001).

Das Weibchen M0,1 zeigte zwischen den unterschiedlichen Markierungsarten keinen signifikanten Unterschied. Zwischen den Markierungsorten Brust und Kopf entstand jedoch ein signifikanter Unterschied ($p = 0,030$). Die rote Markierung wurde hierbei häufiger berührt als die gelbe.

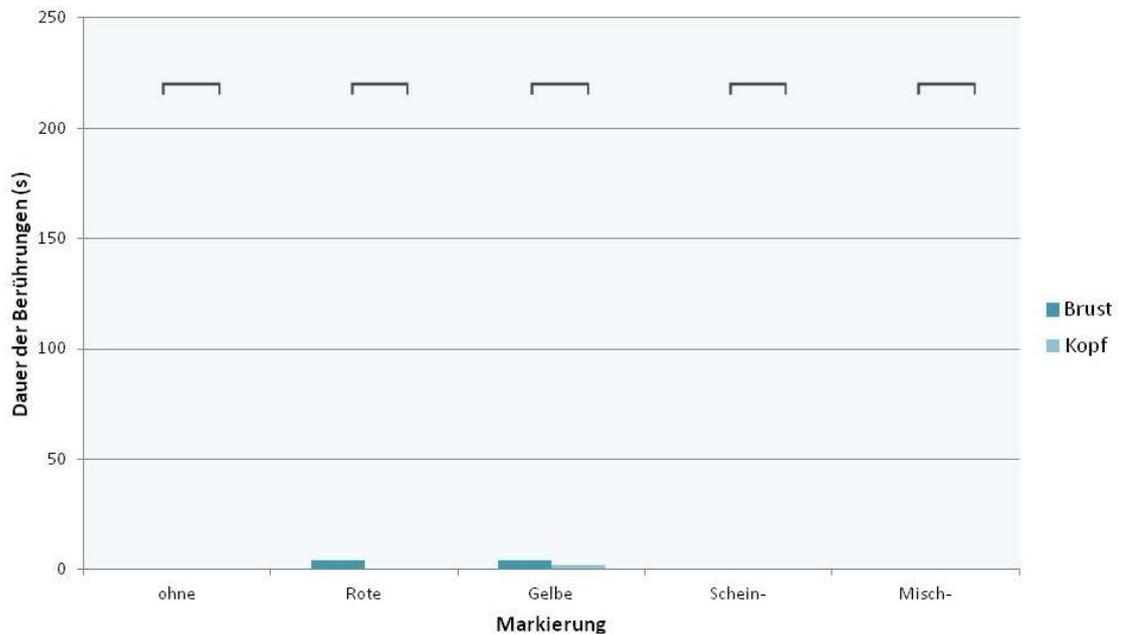
M0,2

Abbildung 66: Dauer der Berührungen der Brust oder des Kopfes bei unterschiedlichen Markierungen bei Versuchstier M0,2 (TUKEY HSD. Signif.codes: . >0.05; * \leq 0.05; ** \leq 0.01; *** \leq 0.001).

Bei Versuchstier M0,2 konnte weder ein Unterschied zwischen den Markierungsarten noch zwischen den Markierungsarten festgestellt werden. Insgesamt berührte dieses Tier die Markierung sehr selten. Bei der Schein- und Mischmarkierung sowie bei fehlender Markierung fand gar keine Berührung der Markierungsorte statt.

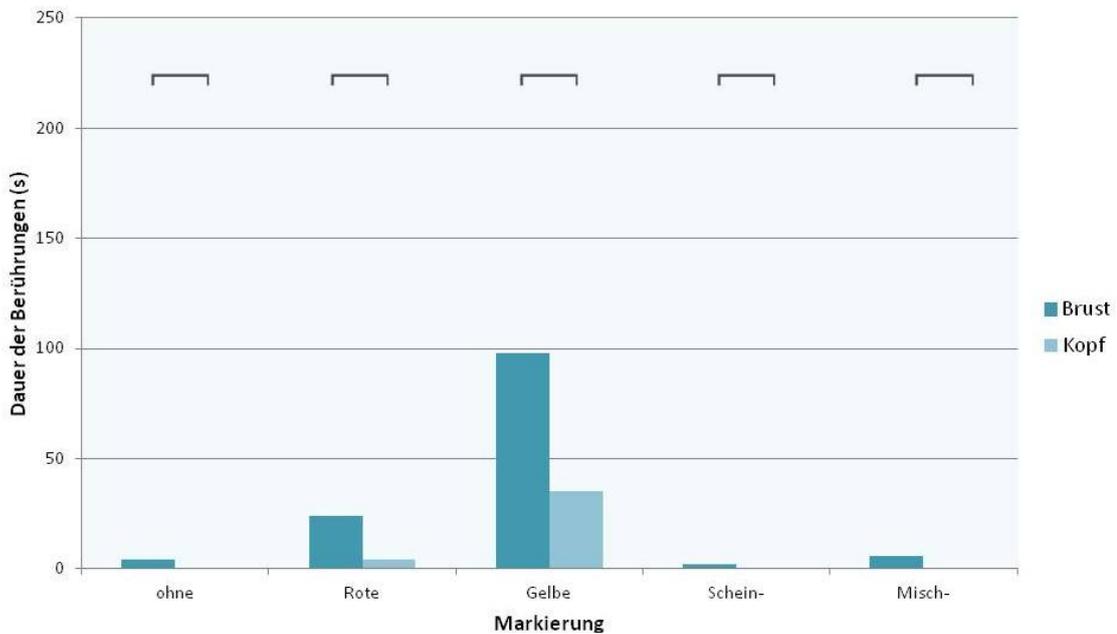
M0,3

Abbildung 67: Dauer der Berührungen der Brust oder des Kopfes bei unterschiedlichen Markierungen bei Versuchstier M0,3 (TUKEY HSD. Signif.codes: . >0.05; * \leq 0.05; ** \leq 0.01; *** \leq 0.001).

Bei dem Versuchstier M0,3 konnte weder ein signifikanter Unterschied zwischen den Markierungsarten noch zwischen den Markierungsarten festgestellt werden. Die gelbe Brustmarkierung wurde relativ häufig berührt. Scheinmarkierungen und fehlende Markierung am Kopf wurden gar nicht berührt.

6.3 Diskussion

Das Verhalten der Keas ohne eine Markierung vor dem Spiegel zeigt bereits sehr schnell große Unterschiede zu einem Verhalten, welches sie gegenüber einem Artgenossen zeigen würden. Alle Versuchstiere lassen in unterschiedlich starker Ausprägung die ersten drei Stufen der Begegnung mit dem eigenen Spiegelbild erkennen, die von Keenan (2005) beschrieben wurden. Wie auch bei den anderen Versuchen sind hierbei individuelle Unterschiede zu erkennen, die auf einen geschlechtsspezifischen Unterschied hinweisen könnten. Die Männchen zeigten häufiger ein spiegelbezogenes Verhalten (selbstgerichtetes Verhalten und physische Inspektion), während bei den Weibchen wesentlich häufiger nicht-spiegelbezogene Verhaltensweisen (außerhalb der Spiegelzone, ungerichtetes Verhalten) auftraten. Sowohl die Männchen als auch die Weibchen zeigten jedoch selten eine soziale Interaktion mit dem Spiegel. Eine solche soziale Interaktion, könnte als Beleg dienen, um zu zeigen, dass die Tiere sich nicht mit dem eigenen Spiegelbild sondern mit einem Artgenossen konfrontiert zu sehen glauben. Eine solche Stufe der sozialen Interaktion wird aber von den Keas sehr schnell überwunden

und kann deshalb nur als erster Lernschritt zur Selbsterkennung angesehen werden. Besonders bei den Männchen überwiegt die physische Inspektion des neuen Gegenstandes (Spiegel). Dieses Verhalten ist für Keas nicht untypisch. Schon Keller (1974b) zeigte in seinen ersten Beobachtungen von Keas in Zoologischen Gärten, dass jedes neue Objekt eine besondere Anziehungskraft auf die Tiere ausübt und sehr häufig intensiv mit dem Schnabel bearbeitet wird. In dieser Versuchsreihe lässt sich außerdem die Vermutung erhärten, welche in den vorangegangenen Experimenten und Diskussionen angestellt wurde. Während die Männchen sehr schnell und intensiv mit einer physischen Inspektion des neuen Gegenstandes beginnen, halten sich die Weibchen lange Zeit in einiger Entfernung zum Spiegel auf. Der Umgang mit neuen Objekten wird von den Weibchen eher zögerlicher und aus einiger Entfernung erlernt. Die Begründung hierfür ist erneut vermutlich in der Gruppenzusammensetzung zu suchen. Die Männchen verhalten sich dominant und verjagen Weibchen von neuen Objekten, so dass sie den Umgang mit diesen neuen Objekten häufig nicht durch die eigene Erfahrung lernen sondern durch Beobachtung der Männchen.

Den wichtigsten Teil der Versuche stellen jedoch die Markierungstests dar. Bislang konnte nur bei Elstern zweifelsfrei Indizien für eine Selbsterkennung im Spiegel bei Vögeln gefunden werden (Prior et al. 2008). Die vorliegenden Ergebnisse liefern ebenfalls starke Indizien dafür, dass auch Keas dazu in der Lage sind. Entscheiden sind hierbei nicht nur die (teilweise signifikanten) Differenzen zwischen einer farbigen Markierung und einer fehlenden Markierung, sondern auch jene zwischen der farbigen Markierung und der Schein- oder Mischmarkierung. Bei den Versuchstieren M1,0, M2,0 und M4,0 konnte ein signifikanter Unterschied in der Dauer der eigenen Berührungen von Brust und Kopf mit und ohne Markierung festgestellt werden. Dieses legt die Vermutung nahe, dass sie die Markierungen im Spiegel bei sich selbst gesehen haben, ihr Spiegelbild als ein Abbild ihrer Selbst erkannt haben und deshalb den Markierungspunkt berührt haben um ihn zu entfernen. Die weiteren Ergebnisse unterstützen diese These. Die Versuchstiere wurden nach ihrer Markierung nur mit dem Spiegel konfrontiert, wenn kein Verhalten gezeigt wurde, welches in speziellen Bezug zum Markierungsort stand, wie zum Beispiel Putz oder Wischverhalten an dem Markierungsort. Dieses legte nahe, dass die Markierung nur mit Hilfe des Spiegels zu erkennen war. Des weiteren wurde eine Scheinmarkierung, also eine Berührung des Versuchstieres mit dem angefeuchteten Finger durchgeführt um auszuschließen, dass das Versuchstier nur den Ort vor dem Spiegel berührt, der zuvor von dem Experimentator berührt wurde. Um mögliche olfaktorische Entscheidungsmerkmale auszuschließen wurde mit denselben Farben, welche auch zur roten und gelben Markierung genutzt wurden, eine grünliche Mischmarkierung hergestellt, welche in etwa der Federfarbe der Keas glich. Diese Farbe war zumindest für das menschliche Auge schwer auf dem Gefieder zu entdecken. Eine solche Mischmarkierung diente der Kontrolle, denn sie roch genauso wie die gelbe

und rote Markierung. Außerdem wurden zwei unterschiedliche Markierungsorte gewählt. Beide Orte wurden so ausgewählt, dass sie von den Keas unter normalen Umständen (also ohne Spiegel) nicht einzusehen waren. Auch wurden zwei unterschiedliche Markierungsfarben gewählt (gelb und rot), um mögliche Farbpräferenzen zu testen. Zwischen den einzelnen Farben konnte kein deutlicher Unterschied festgestellt werden. Wurden die Tiere mit der gelben Farbe markiert, reagierten sie auf diese Markierung zwar häufiger als auf eine rote Markierung, zu einem signifikanten Unterschied zwischen den Farben reichte es aber nur bei den Versuchstieren M1,0 und M4,0. Dieser Unterschied lässt sich vielleicht damit erklären, dass eine rote Gefiederfarbe im Deckgefieder der Keas (allerdings im Flügelbereich) vorkommt. Die gelbe Gefiederfarbe befindet sich jedoch nur unter der Flügeldecke und ist deshalb eventuell ungewohnter an solch exponierter Stelle. Es wäre außerdem möglich, dass diese gelbe Farbe unter der Flügeldecke eine bestimmte Signalwirkung hat. Bei drei Versuchstieren (M1,0; M2,0 und M4,0) konnte ein signifikanter Unterschied zwischen der Berührungshäufigkeit der gelben Markierung und einer Scheinmarkierung festgestellt werden. Dieses bedeutet, dass ausgeschlossen werden kann, dass die Tiere lediglich die Stelle berühren, an der sie zuvor vom Experimentator berührt wurden. Bei zwei Versuchstieren konnte zudem ein signifikanter Unterschied zwischen der gelben Markierung und einer Scheinmarkierung festgestellt werden. Hieraus kann man schließen, dass tatsächlich der optische Eindruck ausschlaggebend für die Berührung war und olfaktorische oder sonstige Reize keinen Ausschlag gegeben haben, da lediglich die Farbigekeit im Vergleich zu den anderen Experimenten verändert wurde. Der Markierungsort (Brust oder Kopf) spielte keine besondere Rolle bei den Versuchen. Lediglich bei Versuchstier M0,1 entstand ein signifikanter Unterschied bei der roten Markierung. Hier wurde die Brust signifikant häufiger berührt als der Kopf. Dieser Unterschied lässt sich aber damit erklären, dass der Kopf von den Weibchen generell sehr selten berührt wurde.

Insgesamt zeigen die Männchen deutlich häufiger ein selbstgerichtetes Verhalten mit der Markierung vor dem Spiegel als die Weibchen. Dieses Verhalten verwundert aufgrund der Ergebnisse der unmarkierten Tiere nicht, denn die Weibchen machten im Vorfeld weitaus weniger Erfahrung mit ihrem eigenen Spiegelbild als die Männchen. Dieses wird auch der Grund sein, warum sie eine Veränderung ihres eigenen Bildes durch die Markierung nicht wahrgenommen haben oder zumindest nicht darauf reagierten.

Welche Schlussfolgerungen diese Ergebnisse auch im Zusammenhang mit den Ergebnissen der vorherigen Versuche auf ein mögliches Ich- oder Selbstbewusstsein zulassen, soll in dem folgenden Kapitel dargelegt werden.

7 Abschlussdiskussion und Ausblick

Auf der Grundlage des vierstufigen Modells von Proust (siehe Kapitel 2.2) wurden die unterschiedlichen Stufen mithilfe von Versuchen zu kognitiven Fähigkeiten bei Keas getestet. Bei allen Versuchen zeigte sich ein individueller Unterschied zwischen den einzelnen Versuchstieren.

Die Protorepräsentation (in Prousts Modell die zweite Stufe) wurde anhand von Tests zur Objektpermanenz getestet. Es zeigte sich hierbei, dass Keas über eine ausgeprägte Objektpermanenz verfügen. Sie entschieden sich im Durchschnitt signifikant häufiger für den Becher unter dem der Nahrungsgegenstand versteckt war. Dieses gelang ihnen selbst dann, wenn sie das eigentliche Verstecken nicht direkt sehen, sondern nur schlussfolgern konnten. Eine solch hohe Ebene der Objektpermanenz ist bei Vögeln bislang äußerst selten festgestellt worden, dennoch ist sie aufgrund der bisherigen Forschungsergebnisse der physikalischen Intelligenz bei Keas (z.B. Huber & Gajdon 2006a) nicht unerwartet. Keas haben in bisherigen Versuchen oft gezeigt, dass sie in der Lage sind Ursache- und Wirkungsprinzipien zu verstehen und für sich zu nutzen. Grundlage für solche Erkenntnisse ist ein physikalisches Grundverständnis. Das Prinzip der Objektpermanenz ist hierbei ein elementarer Grundbaustein. Keas gelingt es also ähnlich wie Kleinkindern ab dem 24. Lebensmonat das Prinzip des Versteckens zu verstehen. Bislang wurde eine solche Art der Objektpermanenz bei Rabenvögeln festgestellt. Bei diesen Tieren erscheint die Fähigkeit auch ökologisch und evolutionär hoch sinnvoll, denn sie verstecken ihre Nahrung vor Artgenossen, um sie später zu fressen (Bugnyar et al. 2004). Hierfür ist eine Objektpermanenz notwendig. Bei Keas ist ein solches Verhalten jedoch nicht beschrieben. Allerdings verfügen Keas über ein sehr ausgeprägtes Spielverhalten. Da sie in freier Wildbahn über keine natürlichen Feinde verfügen und zu jeder Jahreszeit ein ausreichendes Nahrungsangebot vorfinden, konnte sich vermutlich dieses energetisch teure und zeitaufwendige Verhalten ausprägen. Dieses ausgeprägte Spielverhalten, welches nicht nur untereinander sondern auch mit unterschiedlichsten Objekten ausgelebt wird, ermöglichte es wahrscheinlich grundsätzliche physikalische Kenntnisse durch Versuch und Irrtum zu erlangen. Es kann eine Welt mit ihren Gesetzmäßigkeiten konstruiert werden und eine sehr grundlegende Gesetzmäßigkeit besagt, dass Dinge weiter existieren auch wenn sie gerade nicht wahrnehmbar sind.

Die zweite Stufe des kognitiven Modells bildet die Fähigkeit zur Kategorienbildung. Diese wurde anhand einer Versuchsreihe am Touchscreenmonitor getestet. Bei vier Versuchstieren konnte nach einer Trainingsphase mit einem Testbild eine spontane Kategorienbildung bei der Testphase festgestellt werden. Da hierbei speziell die ersten drei Versuchsdurchläufe mit jeweils zehn Entscheidungen betrachtet wurden, konnte ein Lerneffekt ausgeschlossen werden. Nach Durchführung der gesamten 10-15 Versuchs-

durchläufe waren zwei weitere Versuchstiere dazu in der Lage die nun bekannten Bilder in Kategorien einzuordnen. Es ist jedoch aufgrund der niedrigen Bilderzahl anzunehmen, dass hierbei ein Lerneffekt eingetreten ist. Die Tests zur Kategorienbildung lieferten also zweierlei Ergebnisse. Erstens sind Keas dazu in der Lage anhand von Bildern auf einem Touchscreenmonitor Kategorien zu bilden. Zweitens können sie schnell (innerhalb von sechs Versuchsdurchläufen) zehn Bilder von Keas von anderen Bildern unterscheiden lernen und diese auch über einen kurzen Zeitraum (Versuchszeitraum von 12 Tagen) im Gedächtnis behalten. Die genauere Untersuchung des Berührungsortes der Bilder erbrachte nicht ganz eindeutige Ergebnisse. Die Berührungszone war nicht unabhängig vom gezeigten Bild. Bei den Bildern wurden signifikant häufiger die Füße und die Flügel des gezeigten Keas berührt. Diese Orte werden auch häufig als Angriffspunkte beim Spiel mit Artgenossen genutzt (Diamond & Bond 1999). Zumindest die Füße sind jedoch kein kritisches Item für die Erkennung der Keabilder, denn die Versuchstiere erkannten auch Keabilder als solche auf denen keine Füße zu sehen waren. Aus diesen Versuchen kann geschlossen werden, dass Keas in der Lage sind einfache Kategorien zu bilden und damit die dritte Stufe des kognitiven Modells von Proust erreichen.

Ein Teil der mentalen Repräsentation wurde durch die Versuche zur Selbsterkennung im Spiegel belegt. Die Versuchstiere durchliefen hierbei die klassischen Stadien welchen auch bei Primaten im Umgang mit dem Spiegelbild gezeigt wurden (Keenan 2005): (a) soziale Antwort, (b) physische Inspektion, (c) wiederholtes Testen der Spiegelfunktion und schließlich (d) Selbsterkennung im Spiegel. Die Selbsterkennung im Spiegel konnte bei zwei Versuchstieren mithilfe des Gallup-Spiegeltests einwandfrei gezeigt werden. Die Keas M1,0 und M4,0 berührten die gelbe Farbmarkierung signifikant häufiger als eine Scheinmarkierung und eine Mischfarbenmarkierung. Außerdem zeigte sich ein deutlich signifikanter Unterschied bei der Berührung des Markierungsortes im Vergleich zu den Beobachtungen des Versuchstieres ohne Markierung. Diese unterschiedlichen Versuche wurden in Anlehnung an Morgans Kanon³ konzipiert, um die Ergebnisse eindeutig interpretierbar zu machen. Aus den Versuchen mit der Mischmarkierung ist zu schließen, dass die Farbe nicht durch andere Faktoren (z.B. olfaktorisch) als durch das visuelle Erkennen im Spiegel am eigenen Körper wahrgenommen wurde. Durch die Scheinmarkierung konnte ausgeschlossen werden, dass die Versuchstiere nur den Punkt an ihrem eigenen Körper häufiger Berühren, an dem sie die Markierung taktil wahrgenommen haben. Durch die zwei unterschiedlichen Markierungspunkte konnten individuelle Vorlieben für spezielle Putzlokationen ausgeschlossen werden. Dieses Ausschlussverfahren lässt eigentlich nur den Schluss zu, dass sich die Versuchstiere im Spiegel selbst erkannten. Die Selbsterkennung im Spiegel korreliert mit der

³ „In keinem Fall sollten wir ein Verhalten als das Resultat einer Ausübung eines höheren psychischen Vermögens interpretieren, wenn sie auch als Resultat eines Vermögens interpretiert werden kann, das in der psychischen Skala weiter unten steht.“ (Wild 2008; S.74)

Beobachtung des eigenen Körpers. Beim Menschen geht eine Selbsterkennung mit der Selbstbenennung Hand in Hand und lässt somit ein umfassenderes Ichverständnis vermuten, welches sich auch in den entstehenden Ichbezogenen Emotionen äußert. Bei der vorliegenden Arbeit wurden aber Versuchstiere untersucht, welche über keine entwickelte Sprachfähigkeit verfügen und somit keine Auskunft über Emotionen oder eine mögliche Selbstbenennung geben können. Die Versuchsergebnisse lassen zwar den Schluss zu, dass Keas dazu in der Lage sind ihr eigenes Spiegelbild als solches zu erkennen, sie lassen aber keine Rückschlüsse auf eine mentale Repräsentation des eigenen Ichs zu. Es muss wenigstens eine grundlegende mentale Repräsentation des eigenen Bildes bestehen, um sich selbst im Spiegel zu erkennen, doch welche Faktoren dafür entscheidend sind oder wie komplett das eigene Bild ist, kann hier noch nicht geklärt werden.

7.1 Einordnung der Ergebnisse im Bezug zur mentalen Repräsentation bei Keas

Die Frage, wie genau die mentale Repräsentation der Keas aussieht, kann mit dieser Arbeit nicht abschließend geklärt werden. Mit den vorliegenden Ergebnissen kann die Repräsentation jedoch umrissen und abgegrenzt werden. Keas haben eine Vorstellung von Objektpermanenz. Sie können also erkennen, dass Objekte, welche zurzeit nicht wahrnehmbar sind, dennoch existieren. Des Weiteren haben sie die Grundfähigkeit Objekte in Kategorien einzuordnen. Hierfür wird bereits ein mentales Grundmodell, ein Prototyp, geschaffen, der eine solche Kategorienbildung erlaubt (siehe Kapitel 2.4). Diese beiden Fähigkeiten, Objektpermanenz und Kategorienbildung, sind bereits Grundvoraussetzungen für eine mentale Repräsentation. Für die weitere Analyse der mentalen Repräsentation erscheint es lohnend erneut einen Blick in die philosophische Theorie zu werfen. Bedeutungstragende Symbole, also mentale Repräsentationen, können zu einer Mentalsprache führen (Chomsky 2002, Fodor 1987, siehe Kapitel 2.2). Mentale Repräsentationen sind eine Grundvoraussetzung für Gedanken. Fodor (1987) formuliert wiederum vier Grundannahmen für Gedanken. Seiner Meinung nach müssen Gedanken (1) einen Inhalt haben, (2) auch von Dingen handeln können, die gerade nicht präsent sind, (3) Dinge in einer bestimmten Perspektive oder unter einem bestimmten Aspekt vor das geistige Auge bringen und (4) Gedanken können auch falsch sein. Philosophen wie Davidson und auch Descartes (vgl. zu beiden Stich 2005 und Davidson 2005) sind der Meinung, dass ein Gedanke in einen intentionalen Kontext eingebunden sein müsse. Da Tiere sich nicht mithilfe einer Sprache ausdrücken können, hält Davidson den explanatorischen und prognostischen Gebrauch von intentionalen Zuständen mit Inhalt für spekulativ und ist demzufolge der Meinung, dass Tiere nicht über Gedanken verfügen. Mit Davidsons Theorie ist man gezwungen Tieren einen Großteil der geistigen Fähigkeiten abzuspochen. Allerdings benutzt Davidson für seine Theorie

menschliche Gedanken und mentale Repräsentationen als Vorbild. Einem wichtigen Grundgedanken der Tierphilosophie folgend, geht diese Arbeit von der anthropologischen Differenz aus, das heißt ein grundsätzlicher Unterschied zwischen Menschen und Tieren wird anerkannt. Jedoch ist die Argumentationslinie der aktuellen philosophischen Diskussion folgend assimilatorisch angelegt. Hierfür wird der Mensch möglichst nah am Tier positioniert, indem man davon ausgeht dass auch Tiere über Merkmale verfügen, an denen die anthropologische Differenz festgemacht wird. Man verfährt dabei wie auch bei dem kognitiven Modell *bottom-up*: es wird die Frage gestellt, was Geist, als übergeordnetes Konstrukt der Gedanken und Intentionen, ist und worauf er aufbaut; man untersucht unterschiedliche Stufen von Geist. Proust (2005) folgend werden verhaltensleitende Informationen repräsentiert. Das allgemeinste Merkmal eines Repräsentationssystems besteht, laut Millikan (2005) und Dretske (2005) darin, dass es seine Repräsentation verwendet um Verhalten zu lenken und zu planen. Es werden also Informationen aus der Umwelt gesammelt um Verhalten zu koordinieren. Auf einer solchen Ebene lässt sich Verhalten und mentale Repräsentation durchaus auch empirisch untersuchen. Hierbei wird nicht ein menschliches oder dem menschlichen sehr nah verwandtes Repräsentationssystem vorausgesetzt, welches auf intentionale Zustände schließen lässt. Millikan und Dretske (ebd.) stellen des Weiteren die These auf, dass ein Lebewesen, das Dinge in seiner Umwelt auf bestimmte Weise repräsentiert und sich infolgedessen verhält, Gedanken hat. Für ihre Theorie des *teleosemantischen Assimilationismus* postulieren sie vier Minimalbedingungen für die mentale Repräsentation: (1) Asymmetrie (2) Gerichtetheit (3) Aspekt und (4) Wahrheitsbedingung. Mit der Asymmetrie meinen die Philosophen, dass die Relation zwischen dem Inhalt und dem Gegenstand asymmetrisch sein muss, also das mentale Abbild eine Repräsentation des Realen darstellt, aber dieses nicht umgekehrt der Fall ist. Mit Gerichtetheit ist gemeint, dass die mentale Repräsentation sich auf etwas richtet bzw. von etwas handelt. Sie muss also ein Objekt haben. Der geforderte Aspekt, als Minimalbedingung für die Repräsentation bedeutet, dass sich die Repräsentation auf etwas *als* etwas richtet, also eine mentale Repräsentation unter einem bestimmten Aspekt stattfindet. Und schließlich die Wahrheitsbedingung, die besagt, dass der Inhalt einer Repräsentation, also das Objekt oder der Aspekt, wahr oder falsch sein kann. Diese vier Minimalbedingungen werden von den Keas erfüllt:

- (1) Asymmetrie: Mithilfe der Tests zur Objektpermanenz konnte gezeigt werden, dass das Objekt aus dem bloßen Wahrnehmungszirkel gelöst wurde. Während bei den ersten Stufen der Objektpermanenz noch davon ausgegangen wird, dass das Objekt immer an dem Punkt zu finden ist, wo es zuletzt gesehen wurde (A-nicht-B-Fehler), verfügen Keas über einen vollständigen Objektbegriff. Ein solches Residualverhalten (vgl. Kapitel 2.3.1) lässt darauf schließen, dass die Tiere über kein asymmetrisches Objektverständnis verfügen, das bedeutet, dass der

repräsentierte Inhalt von dem Objekt handelt und das Objekt vom Inhalt. Die Annahme führt dazu, dass das Objekt dort gesucht wird, wo es sich in der mentalen Repräsentation noch befindet. Keas hingegen verfügen über einen komplexen Objektbegriff und zeigen kein Residualverhalten. Sie haben also die Asymmetrie der mentalen Repräsentation verinnerlicht.

- (2) Gerichtetheit: Die Gerichtetheit der mentalen Repräsentation wird besonders bei den Tests zur Kategorienbildung deutlich. Hierbei ist die Repräsentation gerichtet auf Keabilder am Monitor. Diese Bilder werden in einer Kategorie zusammengefasst. Die mentale Repräsentation ist also mit einem bestimmten Zweck versehen und gerichtet.
- (3) Aspekt: Die Bedingung des Aspektes wird besonders deutlich bei den Versuchen zur Selbsterkennung im Spiegel. Hier wird das eigene Spiegelbild als Abbild des eigenen Aussehens repräsentiert und genutzt. Die Repräsentation ist also auf das Spiegelbild *als* eigenes Abbild gerichtet.
- (4) Wahrheitsbedingung: Die Wahrheitsbedingung zeigt sich ebenfalls bei den Versuchen zur Selbsterkennung im Spiegel. Während einige der Versuchstiere bei den ersten Konfrontationen mit dem eigenen Spiegelbild noch eine soziale Interaktion zeigen, das Spiegelbild also als einen Artgenossen repräsentieren, ändert sich dieses Verhalten sehr schnell. Die Repräsentation wurde also durch einen Lerneffekt als falsch erkannt und korrigiert.

Die Keas erfüllen also die vier Minimalbedingungen für eine mentale Repräsentation, die durch Theorie des *teleosemantischen Assimilationismus* vorgegeben wurden. In diesem Sinne kann man also den Keas auch einfache Gedanken unterstellen, welche jedoch nicht mit menschlichen Gedanken gleichgesetzt werden können. Schon Darwin (1872) stellte fest, dass kognitive Vermögen zu einer Tierart gehörten und Lösungen für besondere ökologische Probleme darstellten, die sich dieser Art in ihrer Entstehung und Entwicklung gestellt hatten. Welchen Sinn kann die mentale Repräsentation bei Keas also evolutiv haben? Hier müssen zunächst die besonderen Umweltbedingungen berücksichtigt werden unter denen Keas leben. Da sie auf Neuseeland keine natürlichen Feinde haben, können sie sich eine lange Juvenilzeit leisten. Sie verbringen viel Zeit mit spielerischen Aktivitäten und können hieraus Lernerfahrungen sammeln. Diese spielerischen Erfahrungen könnten die mentale Repräsentation verfeinern. Die Lebensumgebung der Keas ist für Papageien jedoch recht ungewöhnlich. Keas sind eine der wenigen Papageienarten, welche außerhalb der Tropen leben. Ihr Lebensraum ist extrem variabel und erstreckt sich von den Buchenwäldern der Südinsel Neuseelands über alpine Wiesen bis hin zu bergigen Geröllhängen. In all diesen Habitaten werden sie mit Wetter- und Temperaturschwankungen konfrontiert. Sie sind eine der ganz wenigen Papageienarten, die auch im Schnee anzutreffen sind. Die große Variabilität des Lebensraumes

erfordert eine ebenso große Variabilität in der Auswahl und Erschließung von Nahrungsquellen. Während sich Keas zwar überwiegend pflanzlich ernähren (mit Bucheckern, Grassamen, Wurzeln und Beeren) nehmen sie aber auch tierische Nahrung wie Eidechsen, Insektenlarven, kleine Säugetiere oder auch Aas auf, wenn sich die Gelegenheit dafür bietet (Diamond & Bond 1999). Mit dem Eintreffen der Siedler auf Neuseeland erschlossen sie sich schnell weitere durch den Menschen zur Verfügung gestellte Nahrungsquellen, wie z.B. Schafe oder Abfälle. Zur Erschließung ständig neuer Nahrungsquellen ist eine gewisse Innovationsfähigkeit erforderlich. Diese neuen Innovationen sind für die einzelnen Individuen energetisch günstiger, wenn nicht alles ausprobiert werden muss, sondern zuvor anhand der mentalen Repräsentation durchdacht werden kann. Eine solche Vorstellungskraft anhand der mentalen Repräsentationen ermöglicht bessere und schneller Problemlösung und damit einen Innovationsvorteil. Dieser Innovationsvorteil hat damit direkten Einfluss auf eine gesteigerte körperliche Fitness und birgt somit einen Reproduktionsvorteil. Mit der großen Lebensraum- und Nahrungsvariabilität gepaart mit dem Fehlen von natürlichen Feinden alleine kann jedoch eine evolutionär entwickelte mentale Repräsentation noch nicht ausreichend erklärt werden. Ein weiterer meiner Meinung nach sehr wichtiger Punkt ist, dass es sich bei Keas um sozial lebende Tiere handelt. Tiere in sozialen Strukturen, welche in irgendeiner Form hierarchisch geordnet sind, müssen wenigstens über eine ganz rudimentäre Form von Bewusstsein verfügen, da sie ihren Platz in der Hierarchie kennen müssen. Sie müssen also ihre Rolle in der Sozialstruktur mental repräsentieren, was jedoch nicht bedeutet, dass sie diese Rolle auch in irgendeiner Form reflektieren müssen. Keas verfügen über sehr komplexe Sozialstrukturen, welche sich im Laufe ihres Lebens immer wieder ändern. Sie müssen also in der Lage sein ihre soziale Stellung immer wieder neu zu definieren. Hierbei kann ihnen ein wenn auch einfaches mentales Bild von ihnen selbst und eventuell auch von ihren Artgenossen behilflich sein und somit die Energie für sich ständig wiederholende Auseinandersetzungen sparen.

Diese drei Punkte (das Fehlen von natürlichen Feinden, die große Lebensraum- und Nahrungsvariabilität und die existierenden Sozialstrukturen) machen diese Vögel so einzigartig und könnten zu der besonderen Fähigkeit der mentalen Repräsentation geführt haben. Inwieweit diese mentalen Repräsentationen zu einer Form von Bewusstsein geführt haben könnte, ist eine schwierige Frage, welche sich aus den Ergebnissen dieser Forschung ergibt.

7.2 Einordnung der Ergebnisse im Bezug zur Bewusstseinsfrage bei Keas

Die Erkenntnis, dass Keas wenigstens über eine einfache mentale Repräsentation verfügen, lässt schnell die Frage nach einem Bewusstsein aufkommen, denn speziell die Selbsterkennung des eigenen Spiegelbildes ist eng mit einem möglichen Ich-Bewusstsein verknüpft. Hierbei muss jedoch noch einmal betont werden, dass die Frage nach dem Bewusstsein nur für diese untersuchte Spezies, also die Keas, bearbeitet werden kann und sich die Ergebnisse nicht ohne weiteres auf andere Tierarten oder auf allgemeinere Taxa (wie z.B. alle Papageien) beziehen lassen.

Bewusstseinsvorgänge lassen sich auch als repräsentationale Prozesse beschreiben. Hierbei werden phänomenale Repräsentationen analysiert oder es erfolgt aus diesen Repräsentationen eine Bezugnahme auf die eigene Person, also eine quasi-begriffliche Selbstrepräsentation oder kognitive Selbstbezugnahme. Es besteht also die Möglichkeit durch mentale Repräsentationen ein Bewusstsein seiner selbst zu entwickeln. Diese als „Intentionalismus“ benannte Bewusstseinsphilosophie, beschreibt Inhalte des phänomenal Erlebten als intentionale Inhalte einer besonderen Art (vgl. Metzinger 2010; S. 25 ff). Es ergibt sich hieraus die Kausalkette: mentale Repräsentationen sind die Voraussetzung für Intentionalität, welche wiederum ein phänomenales Bewusstsein herbeiführen kann. Die vorliegende Arbeit hat gezeigt, dass Keas über eine einfache Art der mentalen Repräsentation verfügen. Eine solche mentale Repräsentation ist eine Voraussetzung für Intentionalität, bedingt sie aber nicht zwangsläufig. Intentionalität hingegen konnte mit den hier gemachten Versuchen noch nicht belegt werden, denn Intentionalität lässt sich nicht auf Repräsentationen reduzieren sondern beinhaltet immer den Bezug zur eigenen Person. Aus diesem Grund stellt sich auch in der aktuellen philosophischen Debatte die Frage ob Bewusstsein und Intentionalität unabhängig voneinander existieren können. Hierfür ist eine Definition von Bewusstsein notwendig, welche die Philosophie bislang zumindest einheitlich schuldig bleibt. Dennett bricht den Begriff Bewusstsein folgendermaßen herunter: „Es sieht mehr und mehr so aus, als müssten wir einfach darauf achten, was gewisse Entitäten – in diesem Fall Tiere, aber auch Roboter und andere aus ungewöhnlichem Material hergestellte Dinge – *tatsächlich tun können*, und dies als ein tauglichen Leitfaden in der Frage gebrauchen, ob Tiere Bewusstsein haben, und wenn ja, warum und wovon.“ (Dennett 2005, S.393) Mit dieser Denkweise wird jedoch bewusst auf eine übergeordnete Theorie verzichtet und es besteht die Gefahr des phänomenologischen. Dennett spricht sich jedoch dafür aus, Bewusstsein nicht als ein Alles-oder-Nichts Phänomen anzusehen. Er kritisiert, dass Bewusstsein in den meisten Theorien als eine Art „mythische Glühbirne“ angesehen wird, welche im Gehirn entweder leuchtet oder nicht. Hierdurch wird eine scharfe Trennlinie zwischen den bewussten Lebewesen und den „Automaten“ (nach Descartes) gezogen. Die Suche nach einer solchen Trennlinie, so Dennetts Befürchtung, könnte jedoch dazu führen, dass vielverspre-

chende Theorien für Bewusstsein (bzw. unterschiedliche Arten von Bewusstsein) übersehen werden.

Letztendlich lässt sich mit dieser Forschungsarbeit also festhalten, dass eine grundlegende Voraussetzung für Intentionalität und phänomenales Bewusstsein bei Keas festgestellt werden konnten, nämlich die mentale Repräsentation, jedoch ein abschließender Beleg für Bewusstsein schuldig bleiben muss. Ich denke, dass auch ein bestandener Spiegeltest nicht ausreichen kann, um daraus ein dem Menschen vergleichbares Ich-Bewusstsein zu belegen. Proust (2005) schreibt zu den bestandenen Spiegeltests bei Primaten sehr treffend:

„Daraus kann man aber nicht schließen, dass die nicht-menschlichen Primaten einen Sinn von persönlicher Identität haben, der unserem nahe kommt. Da sie nicht über geistige Begriffe verfügen und unfähig sind, mithilfe geistiger Dispositionen Inferenzen zu bilden, und da sie zudem von der Aufgabe entbunden sind, eine sozial akzeptierte Biographie wie wir Menschen zu konstruieren und zu erzählen, verfügen die nicht-menschlichen Primaten zweifellos über ihre eigene Art und Weise, ihre Artgenossen zu kategorisieren.“ (Proust 2005, S.243)

Aufgabe zukünftiger Forschung sollte es sein, mehr über diese speziellen Arten des Bewusstseins herauszufinden.

7.3 Weiterführenden Versuche

Diese Forschungsarbeit ist die erste in dieser Form erstellte systematische Forschung. Es bleiben in den einzelnen Bereichen Fragen offen. Speziell im Bereich der Kategorienbildung bei Keas ist diese Arbeit als Pionierarbeit zu verstehen und kann als solche nur erste Hinweise liefern. In welcher Form Keas Kategorien bilden und welche Ebene der Kategorienbildung sie erreichen, bleibt hierbei zunächst noch unklar. Weitere Versuche sind hierzu notwendig, um ein klareres Bild zu schaffen. Die Grundsätzliche Fähigkeit hierzu wurde jedoch nachgewiesen.

Generell:

In allen Tests hat sich ein Unterschied zwischen den Geschlechtern gezeigt. Da aber die getesteten Tiere hauptsächlich aus einer Gruppe stammen, kann man diese Ergebnisse noch nicht verallgemeinern. Hierfür wäre es sinnvoll die Tests mit einer anderen ähnlich großen Gruppe zu vergleichen.

Objektpermanenz:

Im Bereich der Objektpermanenz konnte bei den Versuchstieren die sechste Stufe nachgewiesen werden. Um diese Ergebnisse zu untermauern, wäre es sinnvoll eine größere

Stichprobe zu wählen und die Versuche mit Tieren aus unterschiedlichen Gruppen zu testen. Da die Tests zur Objektpermanenz relativ einfach und ohne großen Trainingsaufwand durchzuführen sind, wäre auch eine breit angelegte vergleichende Studie innerhalb des Taxons der Papageien denkbar. Hieraus ließen sich phylogenetisch Rückschlüsse auf die Entwicklung der Objektpermanenz schließen. Außerdem wäre es sinnvoll Keas unterschiedlichen Alters zu untersuchen, um festzustellen ab welchem Alter sich die Objektpermanenz entwickelt und somit Rückschlüsse auf die Ontogenese zu ziehen.

Kategorienbildung:

Mit den bislang gemachten Versuchen ist die grundsätzliche Fähigkeit der Keas zur Kategorienbildung belegt. Diese Tests bilden jedoch erst einen Grundstock. Weiterführende Tests mit einer größeren Anzahl an Auswahlbildern, einer feiner abgestuften Kategorie, einer größeren Versuchstiergruppe und mit realen Objekten anstatt den Bildern auf dem Bildschirm stehen noch aus. Mithilfe feiner abgestufter Kategorien lassen sich dann Rückschlüsse ziehen, auf mögliche kritische Items.

Selbsterkennung im Spiegel:

Speziell für die bereits genannte Wahr-Falsch-Entscheidung wie auch als zusätzlicher Versuch zur Erkennung im Spiegel mit einem anderen Versuchsdesign wäre es sinnvoll in einem weiteren Versuch zu testen inwieweit Keas ihr eigenes Spiegelbild von einem Artgenossen unterscheiden können. Bei Keas existieren, wie bei vielen soziallebenden Tieren, untereinander eine gewisse Hierarchie, wenn sie bei Keas auch nicht so stark ausgeprägt ist, wie bei vielen Säugetieren. Diese Hierarchiebildung kann bei diesem Versuch genutzt werden. Einem rangniedrigen Tier wird hierbei die Möglichkeit gegeben einen reizvollen Gegenstand (Spielzeug oder Nahrung) zu erlangen. Hierbei sind jedoch zwei unterschiedliche Bedingungen gegeben. In einer Versuchsanordnung wird das rangniedrige Tier dabei von einem ranghohen Kea beobachtet. In einer zweiten Versuchsanordnung wird das Tier dabei lediglich von seinem eigenen Spiegelbild beobachtet. Bei Erkennen des eigenen Spiegelbildes wäre eine andere Reaktion als bei einem ranghöheren Artgenossen zu vermuten.

Um festzustellen, ob es eine entscheidende Rolle spielt, wie die Perspektive des gesehenen Bildes zum eigenen Standort festgelegt ist, sollten die Keas mit Live-Videobildern von ihnen, welche von einer Videokamera aufgenommen werden, die seitlich von dem Bildschirm angebracht ist, konfrontiert werden.

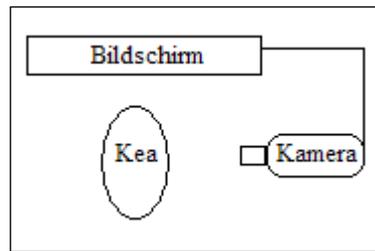


Abbildung 68: Versuchsaufbau zur Erkennung von Live-Videobildern

Mit diesem Versuch kann festgestellt werden, ob Keas in der Lage sind ihr eigenes Bild als solches zu erkennen, obwohl ihnen die gesehene Perspektive fremd ist. Dieses bildet einen Gegensatz zu den Spiegelversuchen, bei denen Lerneffekte aus früheren Erfahrungen mit spiegelnden Oberflächen Einfluss haben könnten.

Ebenso wie die Veränderung der räumlichen Perspektive kann die Veränderung der zeitlichen Perspektive eine entscheidende Rolle bei der Erkennung des eigenen Bildes spielen. Versuche mit Tauben haben gezeigt, dass diese ihr Bild nur dann als Selbstbild wahrnahmen, wenn keine zeitliche Verzögerung der eigenen Bewegungen im Bezug zum Video vorlagen (Toda, Watanabe 2008). Aus diesem Grund wären Versuche mit Videoaufnahmen interessant, welche nicht direkt übertragen werden sondern mit einer Verzögerung von 1, 3, 5 und 7 Sekunden. Auf diese Weise könnte festgestellt werden, inwieweit das visuelle Feedback eine Rolle bei der Selbsterkennung im Spiegel spielt.

Weiterführende Tests:

Es wurde in der Abschlussdiskussion die Hypothese aufgestellt, dass Keas zu der gezeigten mentalen Repräsentation fähig sind, da sie in sehr speziellen Umweltbedingungen leben. Verantwortlich könnten die fehlenden Fressfeinde, die große Nahrungs- und Habitatvariabilität sowie das Sozialleben der Tiere sein. Aus diesem Grund erscheint es sinnvoll die Tests mit Kakas zu wiederholen. Diese Art lebt ebenfalls in Gruppen und zeigt ein ähnliches Sozialverhalten. Außerdem sind sie eng mit den Keas verwandt und müssen, da sie ebenfalls in Neuseeland beheimatet sind wie die Keas keine Fressfeinde fürchten. Allerdings ist ihr Habitat und damit einhergehend ihre Nahrungsquellen sehr viel spezifischer. Sie leben in den Wäldern der Ostküste der Südinsel und kommen nicht in den Gebirgen vor. Sollten sie ebenfalls die Tests bestehen, könnte die Nahrungs- und Habitatsvariabilität als Faktor für mentale Repräsentation ausgeschlossen werden. Allerdings werden Kakas extrem selten in Zoologischen Einrichtungen gehalten (lediglich ein Paar lebt in Stuttgart), so dass die Versuchstiere für einen Vergleich derzeit nicht zur Verfügung stehen.

8 Danksagung

Ich möchte meiner Doktormutter Professorin Constance Scharff für die geduldige Betreuung dieser Arbeit danken. Sie hat mich mit ihren Ratschlägen, dem Herstellen von Kontakten und dem Glauben an das Projekt, welches eher untypisch für Ihre Arbeitsgruppe war, sehr gut unterstützt. Für die finanzielle Unterstützung der Forschungsarbeit danke ich dem Exzellenzcluster ‚Language of Emotion‘ der Freien Universität Berlin, welches mich ein knappes Jahr gefördert hat.

Gespräche mit unterschiedlichen Fachleuten von verschiedenen Instituten waren zur Umsetzung dieser Arbeit mehr als hilfreich. Besonders erwähnen möchte ich hierbei PD Dr. Markus Wild vom philosophischen Lehrstuhl der Humboldt Universität Berlin, welcher mir immer wieder die philosophischen Fallstricke dieser Forschung dargelegt hat und mich dadurch auf den richtigen Weg brachte, Professor Onur Güntürkün vom Biopsychologischen Lehrstuhl der Ruhr Universität Bochum für seine Erklärungen zum Vogelgehirn, Professor Alex Kacelnik vom Verhaltensökologischen Lehrstuhl der Oxford University und Professor Silke Kipper von der Verhaltensbiologie der FU Berlin für die richtigen Fragen zur rechten Zeit. Bei den Mitgliedern der Arbeitsgruppe Verhaltensbiologie der FU Berlin bedanke ich mich für die kritischen Anmerkungen und die Geduld, welche sie mir besonders in der Vorbereitung der Arbeit entgegenbrachten.

Besonderer Dank gilt dem Vogelpark Marlow und seinem Leiter Matthias Haase. Mir wurde dort nicht nur uneingeschränktes Vertrauen im Umgang mit den Tieren entgegengebracht, sondern ich durfte auch kostenlos im Gästezimmer des Parks während der Datenaufnahme wohnen. Auch beim Zoologischen Garten Berlin bedanke ich mich für den Zugang zu den Versuchstieren und die Unterstützung durch die Tierpfleger.

Für die praktische Hilfe im Dschungel der Statistik möchte ich mich bei Michael Weiß von der FU Berlin bedanken. Jens Rodenstock war mir bei der Programmierung des Touchscreenversuches behilflich. Fabian Schwabe hat mich als studentische Hilfskraft bei der Datenaufnahme unterstützt. Diesen beiden gilt ebenfalls mein Dank.

Für das Korrekturlesen der Arbeit bedanke ich mich bei Sarah Nellen.

Zu guter Letzt möchte ich mich bei meiner Lebensgefährtin Silvia Schriefers bedanken. Sie hat mir immer den Rücken frei gehalten und mir zur rechten Zeit auch mal in den Hintern getreten. Silvia und meinen Söhnen Milan und Lovis danke ich für ALLES.

9 Literatur

- Adachi, Ikuma; Kuwahata, Hiroko; Fujita, Kazou; Tomonaga, Masaki; Matsuzawa, Tetsuro (2006): Japanese macaques form a cross-modal representation of their own species in their first year of life. *Primates* **47**: 350-354.
- Albiach-Serrano, Anna; Call, Josep; Barth, Jochen (2010): Great apes track hidden objects after changes in objects' position and in subject orientation. *American Journal of Primatology* **72**: 349-359.
- Allen, Colin (1999): Animal concepts revisited. The use of self-monitoring as an empirical approach. *Erkenntnis* **51**: 33-40.
- Amsterdam, Beulah (1972): Mirror Self-Image Reactions Before Age Two. *Developmental Psychobiology* **5** (4): 297-305.
- Amsterdam, Beulah; Greenberg, Lawrence M. (1975): Self-Conscious Behavior of Infants: A Videotape Study. *Developmental Psychobiology* **10**(1): 1-6.
- Anderson, James R. (1983): Responses to mirror image stimulation and assessment of self-recognition in mirror- and peer-reared stump-tail macaques. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section B: Comparative and Physiological Psychology* **35** (3): 201-212.
- Anderson, James R. (1995): Self-recognition in Dolphins: Credible Cetaceans; Compromised Criteria, Controls and Conclusions. *Consciousness and Cognition* **4**: 239-243.
- Anderson, James R.; Gallup, Gordon G. (1997): Self-recognition in Saguinus? A critical essay. *Animal Behavior* **54**: 1563-1567.
- Anderson, James R.; Kuroshima, Hika; Paukner, Annika; Fujita, Kazuo (2009): Capuchin monkeys (*Cebus apella*) respond to video images of themselves. *Animal Cognition* **12**: 55-62.
- Anderson, R. (1986): Keas for keeps. *Forest and Bird* **17**: 2-5.
- Astley, Suzette L.; Wasserman, Edward A. (1998): Novelty and functional equivalence in superordinate categorization by pigeons. *Animal Learning & Behavior* **26** (2): 125-138
- Astley, Suzette L.; Wasserman Edward A. (1992): Categorical discrimination and generalization in pigeons: All negative stimuli are not created equal. *Journal of Experimental Psychology Animal Behavior Processes* **18**: 193-207.
- Asterly, Suzette L.; Peissig, Jessie J.; Wasserman, Edward A. (2001): Superordinate categorization via learned stimulus equivalence: Quantity of reinforcement, hedonic value, and the nature of the mediator. *Journal of Experimental Psychology Animal Behavior Processes* **27** (3): 252-268.
- Auersperg, Alice M.I.; Gajdon, Gyula K.; Huber, Ludwig (2009): Kea (*Nestor notabilis*) consider spatial relationships between objects in the support problem. *Biology Letters* **5**: 455-458.

- Aust, Ulrike; Huber, Ludwig (2001): The role of item- and category-specific information in the discrimination of people- vs. nonpeople images by pigeons. *Animal Learning and Behavior* **29**: 107-119.
- Aust, Ulrike; Huber, Ludwig (2002): Target-defining features in a "people-present/people-absent" discrimination task by pigeons. *Animal Learning and Behavior* **30**: 165-176.
- Aust, Ulrike; Huber, Ludwig (2006): Picture-object recognition in pigeons: Evidence of representational insight in a visual categorization task using a complementary procedure. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes* **32** (2): 190-195.
- Aust, Ulrike; Range, Friederike; Steurer, Michael; Huber, Ludwig (2008): Inferential reasoning by exclusion in pigeons, dogs, and humans. *Animal Cognition* **11**: 587-597.
- Aust, Ulrike; Huber, Ludwig (2010): The role of skin-related information in pigeons' categorization and recognition of humans in pictures. *Vision Research* **50**: 1941-1948.
- Aydin Aydan; Pearce John M. (1994): Prototype effects in categorization by pigeons. *Journal of Experimental Psychology Animal Behavior Processes* **20**: 264-277.
- Baillargeon, Renée; Spelke, Elizabeth S.; Wasserman, Stanley (1985): Object permanence in five-month-old infants. *Cognition* **20**: 191-208.
- Benard, Julie; Stach, Silke; Giurfa, Martin (2006): Categorization of visual stimuli in the honeybee *Apis mellifera*. *Animal Cognition* **9**:257-270.
- Bertenthal, Bennett I.; Fischer, Kurt W. (1978): Development in self-recognition in infant. *Developmental Psychology* **14** (1): 44-50.
- Bischof-Köhler, Doris (1994): Selbstobjektivierung und fremdbezogene Emotion – Identifikation des eigenen Spiegelbildes, Empathie und prosoziales Verhalten im 2. Lebensjahr. *Zeitschrift für Psychologie*, **202**, S. 349-377.
- Bond, Alan B.; Wilson, Kerry-Jayne; Diamond, Judy (1991): Sexual dimorphism in the kea (*Nesotor notabilis*). *EMU* **91**: 12-19.
- Bond, Alan. B.; Diamond, Judy (1992):. Population estimates of Kea in Arthur's Pass National Park. *Notornis* **39**: 151-160.
- Bovet, Dalila; Vauclair, Jacques (1998): Functional categorization of objects and of their pictures in baboons (*Papio anubis*). *Learning and Motivation* **29**: 309-322.
- Brodbeck, David R. (1997): Picture fragment completion: Priming in the pigeon. *Journal of Experimental Psychology Animal Behavior Processes* **23** (4): 461-468.
- Broom, Donald M; Sena, Hilana; Moynihan, Kiera L. (2009): Pigs learn what a mirror image represents and use it to obtain information. *Animal Behavior* **78**: 1037-1041.
- Brown, Susan D.; Dooling, Robert J. (1992): Perception of conspecific faces by budgerigars (*Melopsittacus undulatus*): I. Natural faces. *Journal of Comparative Psychology* **106** (3): 203-216.
- Bruce, Susan; Muhammad, Zayyad (2009): The development of object permanence in children with intellectual disability, physical disability, autism, and blindness. *International Journal of Disability, Development and Education* **56** (3): 229-246.
- Bugnyar, Thomas; Kotrschal, Kurt (2004): Leading a conspecific away from food in ravens (*Corvus corax*)? *Animal Cognition* **7** (2): 69-76.

- Calhoun, Suzanne & Thompson, Robert L. (1988): Long-term retention of self-recognition by chimpanzees. *American Journal of Primatology* **15**: 361-365.
- Call, Josep (2001) Object permanence in orangutans (*Pongo pygmaeus*), chimpanzees (*Pan troglodytes*), and children (*Homo sapiens*). *Journal of Comparative Psychology* **115**: 159-171.
- Call, Josep (2006): Inferences by exclusion in great apes: the affect of age and species. *Animal Cognition* **9**: 393-403.
- Call, Josep; Tomasello, Michael (2008): Does chimpanzee have a theory of mind. 30 years later. *Trends in Cognitive Science* **12** (5): 187-192.
- Cerella, J. (1980): The pigeon's analysis of pictures. *Pattern Recognition*. **12**: 1-6.
- Cerella, J. (1982): Mechanisms of concept formation in pigeons. In: D.J. Ingle, M.A. Goodale & R.J.W. Mansfield (Eds.): *Analysis of visual behavior*. Cambridge: 241-249.
- Charles, Eric P.; Rivera, Susan M. (2009): Object permanence and method of disappearance: looking measures further contradict reaching measures. *Developmental Science* **12** (6): 991-1006.
- Chomsky, Noam (2002): Syntactic structures. Berlin.
- Collar, Nigel J. (1997): Family Psittacidae (Parrots). In: del Hoyo, J., Elliott, A. & Sargatal, J. (eds.): *Handbook of the Birds of the World. Vol. 4. Sandgrouse to Cuckoos*. Barcelona: 280 – 477.
- Collier-Baker, Emma; Davis, Joanne M.; Suddendorf, Thomas (2004): Do dogs (*Canis familiaris*) understand invisible displacement? *Journal of Comparative Psychology* **118** (4): 421-433.
- Collier-Baker, Emma; Davis, Joanne M.; Nielsen, Mark; Suddendorf, Thomas (2006): Do chimpanzees (*Pan troglodytes*) understand single invisible displacement? *Animal Cognition* **9**: 55-61.
- Cook, Robert G.; Cavoto, Kimberley K.; Cavoto, Brian R. (1995): Same/different texture discrimination and concept learning in pigeons. *Journal of Experimental Psychology Animal Behavior Processes* **21**: 253-260.
- Cook, Robert G.; Wasserman Edward A. (2006): Relational Discrimination Learning in Pigeons. In: E.A. Wasserman & T.R. Zentall (Ed.): *Comparative Cognition*. Oxford: 307-324.
- Darwin, Charles (1871/1920): *The descent of man; and selection in relation to sex* (2nd ed.). New York.
- Darwin, Charles (1872): *The expression of the emotions in man and animals*. London.
- Davidson, Donald (2005): Rationale Lebewesen. In: Perler, D. & Wild M. (Eds.): *Der Geist der Tiere*. Frankfurt am Main: 117-131.
- Delfour Fabienne; Marten, Ken (2001): Mirror image processing in three marine mammal species: killer whales (*Orcinus orca*), false killer whales (*Pseudorca crassidens*) and California sea lions (*Zalophus californianus*). *Behavioural Processes* **53**: 181-190.
- Delius, Juan D.; Jitsumori, Masako; Siemann, Martina (2000): Stimulus equivalences through discrimination reversals. In: C. Heyes & L. Huber (Eds.): *The Evolution of Cognition*. Cambridge: 103-122.

- Dennett, Daniel (1992): Intentionale Systeme in der kognitiven Verhaltensforschung. In: D. Münch (Ed.): *Kognitionswissenschaft: Grundlagen, Probleme, Perspektiven*. Frankfurt am Main: 343-387.
- Dennett, Daniel (2005): Das Bewusstsein der Tiere: Was ist wichtig und warum? In: Perler, D. & Wild M. (Eds.): *Der Geist der Tiere*. Frankfurt am Main: 389-407.
- Deppe, Anja M.; Wright, Patricia C.; Szelistowski, William A. (2009): Object permanence in lemurs. *Animal Cognition* **12**: 381-388.
- Dettmer, Amanda M.; Novak, Matthew F.S.X.; Novak, Melinda A.; Meyer, Jerrold S.; Suomi, Stephen J. (2009): Hair cortisol predicts object permanence performance in infant rhesus macaques (*Macaca mulatta*). *Developmental Psychobiology* **51**: 706-713.
- de Veer, Monique; van den Bos, Ruud (1999): A critical review of methodology and interpretation of mirror self-recognition in nonhuman primates. *Animal Behavior* **58**: 459-468.
- de Veer, Monique W.; Gallup, Gordon G.; Theall, Laura A.; van den Bos, Ruud; Povinelli, Daniel J. (2003): An 8-year longitudinal study of mirror self-recognition in chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Neuropsychologia* **41**: 229-234.
- de Waal, Frans B.M.; Dindo Marietta; Freeman, Cassiopeia A.; Hall, Marisa J. (2004): The monkey in the mirror: Hardly a stranger. *PNAS* **102**: 11140-11147.
- Diamond, Adele; Goldman-Rakic, Patricia S. (1989a): Comparison of human infants and rhesus monkeys on Piaget's AB task: evidence for dependence on dorsolateral prefrontal cortex. *Experimental Brain Research* **74**: 24-40.
- Diamond, Judy & Bond, Alan B. (1989b): Notes on the lasting responsiveness of a kea *Nestor notabilis* towards its mirror image. *Avicultural Magazine* **95** (2): 92-94.
- Diamond, Judy & Bond, Alan B. (1999): Kea: Bird of paradox. The Evolution and behavior of a New Zealand parrot. Berkeley and Los Angeles.
- Diamond, Judy & Bond, Alan B. (2004): Social play in kaka (*Nestor meridionalis*) with comparison to kea (*Nestor notabilis*). *Behaviour* **141**: 777-798.
- Dittrich, Winand H.; Lea, Stephen E.G.; Barrett Jacqueline; Gurr, Philip R. (1998): Categorization of natural movements by pigeons: Visual concept discrimination and biological motion. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior* **70** (3): 281-299.
- Dittrich, Lars; Rose, Jonas; Buschmann, Jens-Uwe F.; Bourdonnais, Morgane; Güntürkün, Onur (2009): Peck tracking: a method for localizing critical features within complex pictures for pigeons. *Animal Cognition* **13**: 133-143.
- Dittrich, Lars; Adam, Ruth; Ünver, Emre; Güntürkün, Onur (2010): Pigeons identify individual human but show no sign of recognizing them in photographs. *Behavioural Processes* **83**: 82-89.
- Dretske, Fred (1986): Misrepresentation. In: R.J. Bogdan (Ed.): *Belief*. Oxford: 17-36.
- Dreske, Fred (2005): Minimale Rationalität. In: Perler, D. & Wild M. (Eds.): *Der Geist der Tiere*. Frankfurt am Main: 213-223.
- Dumas, Claude; Doré, François Y. (1989): Cognitive development in kittens (*Felis catus*): A cross-sectional study of object permanence. *Journal of Comparative Psychology* **103**(2): 191-200.

- Dumas, Claude; Wilkie, Donald M. (1995): Object permanence in ring doves (*Streptopelia risoria*). *Journal of Comparative Psychology* **109** (2): 142-150.
- Eddy, Timothy J.; Gallup, Gordon G.; Povinelli, Daniel J. (1996): Age difference in the ability of chimpanzees to distinguish mirror-images of self from video images of others. *Journal of Comparative Psychology* **110** (1): 38-44.
- Fabre-Thorpe, Michèle (2003): Visual categorization: accessing abstraction in non-human primates. *Philosophical Transactions: Biological Science* **258**: 1215-1223.
- Fagot, Joël; Cook, Robert G. (2006): Evidence for large long-term memory capacities in baboons and pigeons and its implications for learning and the evolution of cognition. *PNAS* **103** (46): 17564-17567.
- Fedor, Anna; Skollár, Gabriella; Szerencsy, Nóra; Ujhelyi, Mária (2008): Object permanence tests on gibbons (*Hylobatidae*). *Journal of Comparative Psychology* **122** (4): 403-417.
- Field, J., Hogg, V. (1992): Young Children's ability to find objects reflected in mirrors. *Australian Journal of Psychology* **44** (1): 9-11.
- Fiset, Sylvain; LeBlanc, Valérie (2007): Invisible displacement understanding in domestic dogs (*Canis familiaris*): the role of visual cues in search behavior. *Animal Cognition* **10**: 211-224.
- Fodor, Jerry A. (1987): *Psychosemantics: The problem of meaning in the philosophy of mind*. Explorations in cognitive science, No. 2. Oxford.
- Friedrich, Andrea M.; Zentall, Thomas R. (2010): A relational differential outcomes effect: pigeons can classify outcomes as "good" and "better". *Animal Cognition* **13**: 359-365.
- Gagnon, S.; Doré, F.Y. (1993): Search behavior of dogs (*Canis familiaris*) in invisible displacement tasks. *Animal Learning and Behavior* **21**: 246-254.
- Gajdon, Gyula K.; Fijn, Natasha; Huber, Ludwig (2006): Limited spread of innovation in a wild parrot, the kea (*Nestor notabilis*). *Animal Cognition* **9**: 173-181.
- Gallup, Gordon G. (1970): Chimpanzees: Self-recognition. *Science* Vol. **167**: 86-87.
- Gallup, Gordon G. (1976): Absence of Self-Recognition in a Monkey (*Macaca fascicularis*) Following Prolonged Exposure to a Mirror. *Developmental Psychobiology* **10** (3): 281-284.
- Gallup, Gordon G. (1979): *Self-recognition in chimpanzees and man: A developmental and comparative perspective*. New York.
- Gallup, Gordon G.; Povinelli, Daniel J.; Suarez, Susan D.; Anderson, James R.; Lethmate, Jürgen; Menzel, Emil W. (1995): Further reflections on self-recognition in primates. *Animal Behavior* **50**: 1525-1532.
- Gallup, Gordon G. (1998): Self-awareness and the evolution of social intelligence. *Behavioural Processes* **42**: 239-247.
- Gill, B.J.; Bell, B.D.; Chambers; Medway, D.G.; Palma, R.L.; Scotfield, R.P.; Tennyson, A.J.D.; Worthy, T.H. (2010): *Checklist of the birds of New Zealand, Norfolk and Macquarie Islands, and the Ross dependency, Antarctica*. Wellington, New Zealand.
- Girard, P.; Jouffrais, C.; Kirchner, C.H. (2008): Ultra-rapid categorization in non-human primates. *Animal Cognition* **11**: 485-493.

- Goldsmith, Timothy H.; Butler, Byron K. (2005): Color vision of the budgerigar (*Melopsittacus undulatus*): hue matches, tetrachromacy, and intensity discrimination. *Journal of Comparative Psychology* **191** (10): 933-951.
- Goto, Kazuhiro; Wills, Andy J.; Lea, Stephen E.G. (2004): Global-feature classification can be acquired more rapidly than local-feature classification in both humans and pigeons. *Animal cognition* **7** (2): 109-113.
- Gregory, Emma; McGlosky, Michael (2010): Mirror-image confusion: Implication for representation and processing of object orientation. *Cognition* **116**: 110-129.
- Gsell, Anna; Hagelin, Julie C.; Brunton, Dianne H. (2012): Olfactory sensitivity in Kea and Kaka. *Emu* **112** (1): 60-66.
- Hall-Haro, Cynthia; Johnson, Scott P.; Price, Tracy A.; Vance, Jayme A.; Kiorpes, Lynne (2008): Development of object concept in macaque monkeys. *Developmental Psychobiology* **50**: 278-287.
- HARTMANN, BEATE. AND GÜNTÜRKÜN, ONUR 1998: Selective deficits in reversal learning after neostriatum caudolaterale lesions in pigeons - possible behavioral equivalencies to the mammalian prefrontal system, *Behav. Brain Res.*, **96**, 125-133.
- Hauser, Marc D.; Kralik, J.; Botto-Mahan, C.; Garrett, M.; Oser, J. (1995): Self-recognition in primates: phylogeny and the salience of species-typical features. *Proc Natl Acad Sci U S A*. **92** (23): 10811–10814.
- Hawkins, Robert D.; Kandel, Eric R. (1984): Is there a cell biological alphabet for simple forms of learning? *Psychological Review* **91**: 375-391.
- Herrnstein, Richard J.; Loveland, Donald H. (1964): Complex visual concept in the pigeon. *Science* **146**: 549-551.
- Herrnstein, Richard J., Loveland, Donald H. & Cable, C. (1976): Natural concepts in pigeons. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*. **2**: 285-302.
- Herrnstein, Richard J. (1985): Riddles of natural categorization. In: L. Weiskrantz (Ed.): *Animal intelligence* Vol. **7**, Oxford: 129-144.
- Herrnstein, Richard J. (1990): Levels of stimulus control: A functional approach. *Cognition* **37**: 133-166.
- Heschl, Adolf; Burkart, Judith (2006): A new mark test for mirror self-recognition in non-human primates. *Primates* **47**: 187-198.
- Heyes, Cecilia M. (1994): Reflections on self-recognition in primates. *Animal Behavior* **74**: 909-919.
- Heyes, Cecilia M. (1995): Self-recognition in primates: further reflections create a hall of mirrors. *Animal Behavior* **50**: 1533-1542.
- Heyes, Cecilia M. (1996): Self-recognition in primates: irreverence, irrelevance and irony. *Animal Behavior* **51**: 470-473.
- Hirata, Satoshi (2007): A note on the responses of chimpanzees (*Pan troglodytes*) to live self-images on television monitors. *Behavioural Processes* **75**: 85-90.
- Huber, Ludwig; Lenz, R. (1996): Categorization of prototypical stimulus classes by pigeons. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology* **49B**: 111-133.

- Huber, Ludwig; Troje, Nikolaus F.; Loidolt, Michaela; Aust, Ulrike; Grass, Dieter (2000): Natural categorization through multiple feature learning in pigeons. *Quarterly Journal of Experimental Psychology Section B Comparative & Physiological Psychology* **53B** (4): 341-357.
- Huber, Ludwig; Rechberger, Sabine; Taborsky, Michael (2001a): Social learning affects object exploration in keas, *Nestor notabilis*. *Animal Behaviour* **62**: 945-954.
- Huber, Ludwig (2001b): Visual categorization in pigeons. In: R.G. Cook (Ed.): *Avian Visual Cognition*. Retrieved 22.08.2011 from <http://www.pigeon.psy.tufts.edu/avc/>.
- Huber, Ludwig; Gajdon, Gyula K. (2006a): Technical intelligence in animals: The kea model. *Animal Cognition* **9**: 295-305.
- Huber, Ludwig; Aust, Ulrike (2006b): A modified feature theory as an account of pigeon visual categorization. In: E.A. Wasserman. & T.R. Zentall (Ed.): *Comparative Cognition*. Oxford: 325-342.
- Hulse, Stewart H.; Fowler, Harry, Honig, Werner K. (1968): Cognitive processes in animal behavior. Hillsdale.
- Hyatt, Charles W. (1998): Responses of Gibbons (*Hylobates lar*) to their mirror images. *American Journal of Primatology* **45**: 307-311.
- Inoue-Nakamura, Noriko (1997): Mirror self-recognition in nonhuman primates: A phylogenetic approach. *Japanese Psychological Research* **39** (3): 266-275.
- ISIS 2013: International species information system. <www.isis.org>. Downloaded on 02.January 2013.
- IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 02 January 2013.
- Jaakkola, Kelly; Guarino, Emily; Rodriguez, Mandy; Erb, Linda; Trone, Marie (2010): What do dolphins (*Tursiops truncatus*) understand about hidden objects? *Animal Cognition* **13**: 103-120.
- James, William (1910): *Psychology*. New York.
- Jarvis, Erich D.; Güntürkün, Onur; Bruce, Laura; Csillag, András; Karten, Harvey; Kuenzel, Wayne; Medina, Loreta; Paxinos, George; Perkel, David J.; Shimizu, Toru; Striedter, Georg; Wild, J. Martin; Ball, Gregory F.; Dugas-Ford, Jennifer; Durand, Sarah E.; Hough, Gerald E.; Husband, Scott; Kubikova, Lubica; Lee, Diane W.; Mello, Claudio V.; Powers, Alice; Siang, Connie; Smulders, Tom V.; Wada, Kazuhiro; White, Stephanie A.; Yamamoto, Keiko; Yu, Jing; Reiner, Anton; Butler, Ann B. (2005): Avian brains and a new understanding of vertebrate brain evolution. *Nature Reviews Neuroscience* **6**: 151-159.
- Jitsumori, Masako; Ohkubo, Osamu (1996a): Orientation discrimination and categorization of photographs of natural objects by pigeons. *Behavioural Processes* **38**: 205-226.
- Jitsumori, Masako (1996b): A prototype effect and categorization of artificial polymorphous stimuli in pigeons. *Journal of Experimental Psychology Animal Behavior Processes* **22** (4): 405-419.
- Jitsumori, Masako, Yoshihara, M. (1997): Categorical discrimination of human facial expressions by pigeons: A test of the linear feature model. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology* **50B**: 253-267.

- Jitsumori, Masako; Delius, Juan D. (2001): Object recognition and object categorization in animals. In T. Matsuzawa (Ed.): *Primate origins of human cognition and behavior*. Tokyo: 269-293.
- Jitsumori, Masako (2006): Category structure and typicality effects. In: E.A. Wasserman & T.R. Zentall (Ed.): *Comparative Cognition*. Oxford: 343-362.
- Johnson Daniel B. (1983): Self-Recognition in Infants. *Infant Behavior and Development* **6**: 211-222.
- Jones, C.D.; Osorio, D.; Baddeley, R.J. (2001): Colour categorization by domestic chicks. *Proceedings: Biological Science* **268**: 2077-2084.
- Keenan, Julian P. (2005): Das Gesicht im Spiegel. Auf der Suche nach dem Ursprung des Bewusstseins. München.
- Keenan, Julian P.; Wheeler Mark A.; Gallup, Gordon G.; Pascual-Leone Alvaro (2000): Self-recognition and the right prefrontal cortex. *Trends in Cognitive Sciences* **4** (9):338-344.
- Keller, Robert (1974a): Beitrag zur Biologie und Ethologie der Keas (*Nestor notabilis*) des Züricher Zoos. *Zoologische Beiträge* **22**: 111-156.
- Keller, Robert (1974b): Das Spielverhalten der Keas (*Nestor notabilis* Gould) des Züricher Zoos. *Z. Tierpsychologie* **38**: 393-408.
- Kirsch, Janina A.; Güntürkün, Onur; Rose, Jonas (2008a): Insight without cortex: Lessons from the avian brain. *Consciousness and Cognition* **17**: 475-483.
- Kirsch, Janina A.; Kabanova, Anna; Güntürkün, Onur (2008b): Grouping of artificial objects in pigeons: An inquiry into the cognitive architecture of an avian mind. *Brain Research Bulletin* **75**: 485-490.
- Kirsch, Janina A.; Vlachos, Ioannis; Hausmann, Markus; Rose, Jonas; Yim, Man Y.; Aertsen, Ad; Güntürkün, Onur (2009): Neuronal encoding of meaning: establishing category-selective response patterns in the avian 'prefrontal cortex'. *Behavioural Brain Research* **198**: 214-223.
- Kitchen, Ann; Denton, Derek; Brent, Linda (1996): Self-recognition and abstraction abilities in the common chimpanzees studied with distorting mirrors. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America* **93** (14): 7405-7408.
- Koban, Angie; Cook, Robert (2009): Rotational object discrimination in pigeons. *Journal of Experimental Psychology Animal Behavior Processes* **35** (2): 250-265.
- Lazareva, Olga F.; Wasserman, Edward A. (2009): Effects of stimulus duration and choice delay on visual categorization in pigeons. *Learning and Motivation* **40**: 132-146.
- Lea, Stephen E.G.; Wills, Andy J.; Leaver, Lisa A.; Ryan, Catriona M., Bryant, Cathrine M.L.; Millar Louise (2009): A comparative analysis of categorization of multidimensional stimuli: II. Strategic information search in humans (*Homo sapiens*) but not in pigeons (*Columba livia*). *Journal of Comparative Psychology* **123** (4): 406-420.
- Ledbetter David H., Basen Jeffrey A. (1982): Failure to demonstrate self-recognition in Gorillas. *American Journal of Primatology* **2**: 307-310.
- Lehner, Philip N. (1979): *Handbook of ethological methods*. Colorado State University. New York & London.

- Lemche, Erwin (2003): Mentale Personenrepräsentationen: Neurobiologische Grundlagen und frühkindliche Entwicklung. *Zeitschrift für Psychologie* **211** (3): 111-118.
- Leonhart, Rainer (2009): Lehrbuch Statistik – Einführung und Vertiefung. 2. Aufl. Bern.
- Levey, Douglas J.; Londoño, Gustavo A.; Ungvari-Martin, Judit; Hiersoux, Monique R.; Jankowski, Jill E.; Poulsen, John R.; Stracey, Christine M.; Robinson, Scott K. (2009): Urban mock- ingbirds quickly learn to identify individual humans. *PNAS* **106** (22): 8959-8962.
- Lewis, Michael; Brooks-Gun, Jeanne (1979): Social cognition and the acquisition of self. New York.
- Lin, Albert C.; Bard, Kim A.; Anderson, James R. (1992): Development of self-recognition in chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Journal of Comparative Psychology* **106** (2): 120-127.
- Loidolt, Michaela; Aust, Ulrike; Meran, Isabel; Huber, Ludwig (2003): Pigeons use item-specific and category-level information in the identification and categorization of human faces. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes* **29** (4): 261-276.
- Lombardi, Celia M. (2008): Matching and oddity relational learning by pigeons (*Columba livia*): transfer from color to shape. *Animal Cognition* **11**: 67-74.
- Loveland, Kathrine A. (1995): Self-recognition in the Bottlenose Dolphin: Ecological Considerations. *Consciousness and Cognition* **4**: 254-257.
- Luhmann, Maike (2010): R für Einsteiger, Einführung in die Statistiksoftware für die Sozialwissenschaften. Basel.
- Lyn, Heidi (2007): Mental representation of symbols as revealed by vocabulary errors in two bonobos (*Pan paniscus*). *Animal Cognition* **10**: 461-475.
- Macé, Marc J.-M.; Delorme, Arnaud; Richard, Ghislaine; Fabre-Thorpe, Michèle (2010): Spotting animals in natural scenes: efficiency of humans and monkeys at very low contrasts. *Animal Cognition* **13**: 405-418.
- MacLean, Evan L.; Matthews, Luke J.; Hare, Brain A.; Nunn, Charles L.; Anderson, Rindy C.; Aureli, Filippo; Brannon, Elizabeth M.; Call, Josep; Drea, Christine M.; Emery, Nathan J.; Haun, Daniel B.M.; Herrmann, Esther; Jacobs, Lucia F.; Platt, Michael L.; Rosati, Alexandra G.; Sandel, Aaron A.; Schroepfer, Kara K.; Seed, Amanda M.; Tan, Jingzhi; van Schaik, Carel P.; Wobber, Victoria (2012): How does cognition evolve? Phylogenetic comparative psychology. *Animal Cognition* **15**: 223-238.
- Marcellini, Sara; Ferrari, Pier F.; Bonini, Luca; Fogassi, Leonardo; Paukner, Annika (2010): A modified mark test for own-body recognition in pig-tailed macaques (*Macaca nemestrina*). *Animal Cognition* **13**: 631-639.
- Marsh, Heidi L.; MacDonald, Suzanne E. (2008): The use of perceptual features in categorization by orangutans (*Pongo abelli*). *Animal Cognition* **11**: 569-585.
- Marten, Ken; Psarakos, Suchi (1995): Using Self-View Television to Distinguish between Self-Examination and Social Behavior in the Bottlenose Dolphin (*Tursiops truncatus*). *Consciousness and Cognition* **4** (2): 205-224.
- Mathieu, M.; Bouchard M.A.; Granger, L; Herscovitch, J. (1976): Piagetian object-permanence in *Cebus capucinus*, *Lagothrica flavicauda* and *Pan troglodytes*. *Animal Behavior* **24**: 585-588.

- Mathieu, M.; Bergeron, G. (1981): Piagetian assessment of cognitive development in chimpanzees (Pan troglodytes). In: Chiarell, A.B.; Corrucini, R.S. (Eds.): *Primate Behavior and Socio-Biology*. Berlin, Heidelberg, New York: 142-147.
- Martin-Ordas, Gema; Haun, Daniel; Colmenares, Fernando; Call, Josep (2010): Keeping track of time: evidence for episodic-like memory in great apes. *Animal Cognition* **13**: 331-340.
- Matsukawa, Atsuko; Inoue, Sana; Jitsumori, Masako (2004): Pigeon's recognition of cartoons: effects of fragmentation, scrambling, and deletion of elements. *Behavioural Processes* **65**: 25-34.
- Mendes, Natacha; Huber, Ludwig (2004): Object permanence in common marmosets (Callithrix jacchus). *Journal of Comparative Psychology* **118** (1): 103-112.
- Merchant, Hugo; Fortes, Antonio F.; Georgopoulos, Apostolos P. (2004): Short-term memory effects on the representation of two-dimensional space in rhesus monkey. *Animal Cognition* **7**: 133-143.
- Mervis, Carolyn B.; Rosch, Eleanor (1981): Categorization of natural objects. *Annual Review of Psychology* **32**: 89-115.
- Metzinger, Thomas (2010): Grundkurs Philosophie des Geistes. Band 3: Intentionalität und mentale Repräsentation. Paderborn.
- Miller, Earl K.; Cohan, Jonathan D. (2001): An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience* **24**: 167-202.
- Miller, Holly C.; Rayburn-Reeves, Rebecca; Zentall, Thomas R. (2009): What do dogs know about hidden objects? *Behavioural Processes* **81**: 439-446.
- Millikan, Ruth R. (1997): Varieties of purposive behavior. In: R.W. Mitchell, N.S. Thompson & H.L.Miles (Eds.): *Anthropomorphism, Anecdotes, and Animals*. Albany: 189-197.
- Millikan, Ruth G. (2005): Verschiedene Arten von zweckgerichtetem Verhalten. In: Perler, D. & Wild M. (Eds.): *Der Geist der Tiere*. Frankfurt am Main: 201-213.
- Mitchell, Robert W. (1993): Mental Models of Self-Recognition: Two Theories. *New Ideas in Psychology* **11** (3): 295-325.
- Mitchell, Robert W.; Anderson James R. (1993): Discrimination learning of scratching, but failure to obtain imitation and self-recognition in Long-tailed Macaque. *Primates* **34** (3): 301-309.
- Mitchell, Robert W. (1995a): Evidence of Dolphin Self-Recognition and the Difficulties of Interpretation. *Consciousness and Cognition* **4**: 229-234.
- Mitchell, Robert W. (1995b): Self-recognition, methodology and explanation: a comment on Heyes (1994). *Animal Behavior* **51**: 467-469.
- Monen, Jos; Brenner, Eli; Reynaerts, Jenny (1998): What does a pigeon see in a Picasso? *Journal of Experimental Analysis of Behavior* **69**: 223-226
- Morin, Alain (2001): Right hemispheric self-awareness: A critical assessment. *Consciousness and Cognition* **11**: 396-401.
- Morin, Alain (2002): The split-brain debate revisited: on the importance of language and self-recognition for right hemispheric consciousness. *Homo Oeconomicus* **18** (3/4): 523-534.

- Morin, Alain (2011): Self-recognition, theory-of-mind, and self-awareness: what side are you on? *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition* **16** (3): 367-383.
- Murai, Chizuko; Tomonaga, Masaki; Kamegai, Kimi; Terazawa, Naoko; Yamaguchi, Masami K. (2004): Do infant Japanese macaques (*Macaca fuscata*) categorize objects without specific training? *Primates* **45**: 1-6.
- Neel, Mary-Ann (1996): Mirrors, Monkeys, and Group Dynamics. *Primates* **37** (4): 411-421.
- Neiwirth, Julie J.; Anders, Samantha L.; Parsons, Richard R. (2001): Tracking responses related to self-recognition: A frequency comparison of responses to mirrors, photographs, and videotapes by cotton top tamarins (*Saguinus oedipus*). *Journal of Comparative Psychology* **115** (4): 432-438.
- Neiwirth, Julie J.; Steinmark, Eric; Basile, Benjamin M; Wonders, Ryann; Steely, Frances; DeHart, Cathrine (2003): A test of object permanence in a new-world monkey species, cotton top tamarins (*Saguinus oedipus*). *Animal Cognition* **6**: 27-37.
- Nielsen, Kristina J.; Logothetis, Nikos K.; Rainer, Gregor (2006): Discrimination strategies of humans and rhesus monkeys for complex visual displays. *Current Biology* **16**: 814-820.
- Pagé, Dominique D.; Dumas, Claude (2009): Decision making and visibility in cats (*Felis catus*) in a progressive elimination task. *Animal Cognition* **12**: 679-692.
- Papousek Hanus, Papousek Mechthild (1972): Mirror Image and Self-Recognition in Young Human Infants: I. A New Method of Experimental Analysis. *Developmental Psychobiology* **7**(2): 149-157.
- Parker, Sue T. (1991): A developmental approach to the origins of self-recognition in great apes. *Human Evolution* **6** (5-6): 435-449.
- Parker, Sue T.; Mitchell, Robert W.; Boccia, Maria L. (1994): Expanding dimensions of the self: Through the looking glass and beyond. In: S.T. Parker; R.W. Mitchell & M.L. Boccia (Eds.): *Self-awareness in animals and humans – Developmental perspectives*. Cambridge: 3-19.
- Parr, Lisa A. (2003): The discrimination of faces and their emotional content by chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Annals New York Academy of Sciences* **1000**: 56-78.
- Paukner, Annika; Anderson, James R.; Fujita, Kazuo (2004): Reaction of capuchin monkeys (*Cebus apella*) to multiple mirrors. *Behavioural Processes* **66** (1): 1-6.
- Peissig, Jessie J.; Wasserman, Edward A.; Young, Michael E.; Biederman, Irving (2002): Learning an object from multiple views enhances its recognition in an orthogonal rotational axis in pigeons. *Vision Research* **42**: 2051-2062.
- Pepperberg, Irene M. & Kozak, F.A. (1986). Object permanence in the African Grey parrot (*Psittacus erithacus*). *Animal Learning and Behavior* **14**: 322-330.
- Pepperberg, Irene M.; Garcia, Sean E.; Jackson, Eric C.; Marconi, Sharon (1995): Mirror use by African parrots (*Psittacus erithacus*). *Journal of Comparative Psychology* **109** (2): 182-195.
- Pepperberg, Irene M.; Willner, Mark R.; Gravitz, Lauren B. (1997): Development of piagetian object permanence in grey parrots (*Psittacus erithacus*). *Journal of Comparative Psychology* **111** (1): 63-75.
- Pepperberg, Irene M. (1999): *The Alex studies. Cognitive and communicative abilities of grey parrots*. Cambridge and London.

- Pepperberg, Irene M. (2002): The value of the Piagetian framework for comparative cognitive studies. *Animal Cognition* **5**: 177-182.
- Perler, Dominik (1996): Repräsentationen bei Descartes. Frankfurt am Main.
- Perler, Domonik; Wild, Markus (2005): Der Geist der Tiere. Frankfurt am Main.
- Piaget, Jean (1969): Die Entwicklung des Objektbegriffs. In: Jean Piaget: *Der Aufbau der Wirklichkeit beim Kinde*. Stuttgart: 14-99.
- Plotnik, Joshua M.; de Waal, Frans B.M.; Reiss, Diana (2006): Self-recognition in an Asian elephant. *PNAS* **103**: 17053-17057.
- Plotnik, Joshua M.; de Waal, Frans B.M.; Moore III, Donald; Reiss, Diana (2010): Self-recognition in the Asian elephant and future directions of cognitive research with elephants in zoological settings. *Zoo Biology* **29**: 179-191.
- Pollok, Bettina; Prior, Helmut; Güntürkün, Onur (2000): Development of object permanence in food-storing magpies (*Pica pica*). *Journal of Comparative Psychology* **114** (2): 148-157.
- Posada, Sandra; Colell, Montserrat (2005): Mirror responses in a group of *Miopithecus talapoin*. *Primates* **46**: 165-172.
- Posada, Sandra; Colell, Montserrat (2007): Another gorilla (*Gorilla gorilla gorilla*) recognizes himself in a mirror. *American Journal of Primatology* **69**: 576-583.
- Povinelli, Daniel J. (1987): Monkeys, Apes, Mirrors and Minds: The Evolution of Self-Awareness in Primates. *Human Evolution* **2** (6): 493-509.
- Povinelli, Daniel J. (1989): Failure to find self-recognition in Asian Elephants (*Elephas maximus*) in contrast to their use of mirror cues to discover hidden food. *Journal of Comparative Psychology* **103**(2): 122-131.
- Povinelli, Daniel J.; Rulf, Alyssa B.; Landau, Keli R.; Bierschwale, Donna T. (1993): Self-recognition in chimpanzees (*Pan troglodytes*): Distribution, ontogeny, and pattern of emergence. *Journal of Comparative Psychology* **107** (4): 347-372.
- Povinelli, Daniel J.; Rulf, Alyssa B.; Bierschwalle, Donna T. (1994): Absence of knowledge attribution and self-recognition in young chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Journal of Comparative Psychology* **108** (1): 74-80.
- Povinelli, Daniel J.; Landau, Keli R.; Perilloux Helen K. (1996): Self-recognition in young children using delayed versus live feedback: Evidence of a developmental asynchrony. *Child Development* **67** (4): 1540-1554.
- Povinelli, Daniel J.; Gallup, Gordon G.; Eddy, Timothy J.; Bierschwalle, Donna T.; Engstrom, Marti C.; Perilloux, Helen K.; Toxopeus, Ido B. (1996): Chimpanzees recognize themselves in mirrors. *Animal Behavior* **53**: 1083-1088.
- Povinelli, Daniel J.; Eddy, Timothy J. (1996): What young chimpanzees know about seeing. *Monographs of the Society for Research in Child Development* **61** (3). Serial No. 247.
- Povinelli, Daniel J. (2000): Causality, tool use, and folk physics: a comparative approach. In: Povinelli, D.J. (Hrsg.): *Folk Physics for Apes*. Oxford & New York: 73-107.
- Povinelli, Daniel J.; Vonk, Jennifer (2006): We don't need a microscope to explore the chimpanzee's mind. In: Susan Hurley & Matthew Nudds (Hrsg.): *Rational Animals?* Oxford.

- Premack, David; Woodruff G. (1978): Does the chimpanzee have a theory of mind? *The Behavioral and Brain Science* **4**: 515-526.
- Priel, Beatrice & Scania, de Schonen (1986): Self-Recognition: A Study of a Population without Mirrors. *Journal of Experimental Child Psychology* **41**: 237-250.
- Prior, Helmut; Schwarz, Ariane; Güntürkün, Onur (2008): Mirror-induced behavior in the Magpie (*Pica pica*): Evidence of self-recognition. *PLoS Biology* **6** (8): 1642-1650.
- Proust, Joëlle (1999): Mind, space and objectivity in non-human animals. *Erkenntnis* **51**: 41-58.
- Proust, Joëlle (2000): *Les animaux, present-ils?* Paris. Editions de la maison des Science de l'Homme.
- Proust, Joëlle (2005): Das intentionale Tier. In: Perler, D. & Wild M. (Eds.): *Der Geist der Tiere*. Frankfurt am Main: 223-244.
- Range, Friederike; Aust, Ulrike; Steurer, Michael; Huber, Ludwig (2008a): Visual categorization of natural stimuli by domestic dogs. *Animal Cognition* **11**: 339-347.
- Range, Frederike; Bugnyar, Thomas; Kotrschal, Kurt (2008b): The performance of ravens on simple discrimination task: a preliminary study. *Acta Ethologica* **11**: 34-41.
- Range, Friedericke, Horn, Lisa; Bugnyar, Thomas; Gajdon, Gyula K.; Huber, Ludwig (2009): Social attention in keas, dogs, and human children. *Animal Cognition* **12**: 181-192.
- Rasch, Björn; Frieze, Malte; Hoffmann, Wilhelm; Naumann, Ewald (2008): *Quantitative Methoden* 2. Aufl. Heidelberg, Berlin.
- R Development Core Team (2011). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>
- Redshaw, Margaret (1978): Cognitive development in human and gorilla infants. *Journal of Human Evolution* **7**: 133-141.
- Reiss, Diana; Marino, Lori (2001): Mirror self-recognition in the bottlenose dolphin: A case of cognitive convergence. *PNAS* **98** (10): 5937-5942.
- Ritchie, J. Brendan, Carlson, Thomas (2010): Mirror, mirror, on the wall, is that even my hand at all? Changes in the afterimage of one's reflection in a mirror in response to bodily movement. *Neuropsychologia* **48**: 1495–1500.
- Roberts, W.A., Mazmanian, D.S. (1988): Concept learning at different levels of abstraction by pigeons, monkeys and people. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*. **14**, 247-260.
- Roma, Peter G.; Silberberg, Alan; Huntsberry, Mary E.; Christensen, Chesley J.; Ruggiero, Angela M.; Suomi, Stephen J. (2007): Mark tests for mirror self-recognition in Capuchin monkeys (*Cebus apella*) trained to touch marks. *American Journal of Primatology* **69**: 989-1000.
- Rooijackers, Eveline F.; Kaminski, Juliane; Call, Josep (2009): Comparing dogs and great apes in their ability to visually track object transpositions. *Animal Cognition* **12**: 789-796.
- Rosch, Eleanor; Mervis, Carolyn B. (1975): Family resemblance: Studies in the internal structure of categories. *Cognitive Psychology* **7**: 573-605.
- Ryle, Gilbert (1951): Thinking and language. *Proceedings of the Aristotelian Society* **25**: 65-82.

- Savage-Rumbaugh, Sue; McDonald, Kelly; Sevcik, Rose A.; Hopkins, William D.; Rubert, Elizabeth (1986): Spontaneous symbol acquisition and communicative use by pygmy chimpanzees (*Pan paniscus*). *Journal of Experimental Psychology: General* **115** (3): 211-235.
- Scheid, Christelle; Bugnyar, Thomas (2008): Short-term observational spatial memory in Jackdaws (*Corvus monedula*) and Ravens (*Corvus corax*). *Animal Cognition* **11** (4): 691-698.
- Schloegl, Christian; Dierks, Anneke; Gajdon, Gyula K.; Huber, Ludwig; Kotrschal, Kurt; Bugnyar, Thomas (2009): What you see is what you get? Exclusion performances in ravens and keas. *PLoS One* **4** (8): e6368.
- Schmidtke, Kelly A.; Katz, Jeffrey S.; Wright, Anthony A. (2010): Differential outcomes facilitate same/different concept learning. *Animal Cognition* **13**: 583-589.
- Schrier A.M.; Brady, P.M. (1987): Categorization of natural stimuli by monkeys *Macaca mulatta* effects of stimulus set size and modification of exemplars. *Journal of Experimental Psychology Animal Behavior Processes* **13** (2): 136-143.
- Schroepel, Michael (2009): Ordnung Papageien (*Psittaciformes*). In: Grummt W., Strehlow H.: *Zootierhaltung. Tiere in menschlicher Obhut: Vögel*. Frankfurt am Main: 353-447.
- Seyfarth, Robert M. (1980): Monkey responses to three different alarm calls: evidence of predator classification and semantic communication. *Science* **210**: 801-803.
- Seyfarth, Robert M.; Cheney, Dorothy L. (2000): Social awareness in monkeys. *American Zoology* **40**: 902-909.
- Shillito, Daniel J.; Gallup, Gordon G.; Beck, Benjamin B. (1999): Factors affecting mirror behavior in western lowland gorillas, *Gorilla gorilla*. *Animal Behavior* **57**: 999-1004.
- Shimp, Charles P.; Herbrason, Walter T.; Fremouw, Thane; Froehlich, Alyson L. (2006): Rule learning, memorization strategies, switching attention between local and global levels of perception, and optimality in avian visual categorization. In: E.A. Wasserman. & T.R. Zentall (Ed.): *Comparative Cognition*. Oxford: 388-404.
- Shinsky, Jeanne L.; Munakata, Yuko (2003): Are infants in the dark about hidden objects? *Developmental Science* **6** (3): 273-282.
- Shinsky, Jeanne L.; Munakata, Yuko (2010): Something old, something new: a developmental transition from familiarity to novelty preferences with hidden objects. *Developmental Science* **13** (2): 378-384.
- Spelke, Elizabeth S.; Katz, Gary; Purcell, Susan E.; Ehrlich, Sheryl M.; Breinlinger, Karen (1994): Early knowledge of object motion: continuity and inertia. *Cognition* **51**: 131-176.
- Spinozzi, Giovanna; Poti, Patrizia (1993): Piagetian stage 5 in two infant chimpanzees (*Pan troglodytes*): the development of permanence of objects and the spatialization of causality. *International Journal of Primatology* **14** (6): 905-917.
- Sterelny, Kim (2000): Primate world. In: Heyes, C.; Huber L. (Hrsg.): *The Evolution of Cognition*. Cambridge.
- Stich, Stephen P. (2005): Haben Tiere Überzeugungen? In: Perler, D. & Wild M. (Eds.): *Der Geist der Tiere*. Frankfurt am Main: 95-116.
- Suarez, Susan D.; Gallup Gordon G. (1981): Self-recognition in Chimpanzees and Orangutans, but not in Gorillas. *Journal of Human Evolution* **10**: 175-188.

- Suda-King, Chikako (2008): Do orangutans (*Pongo pygmaeus*) know when they do not remember? *Animal Cognition* **11**: 21-42.
- Suddendorf, Thomas (1999): Children's understanding of the relation between delayed video representation and Current reality: A test for self-awareness? *Journal of Experimental Child Psychology* **72**: 157-176.
- Suddendorf, Thomas; Simcock, Gabrielle; Nielsen, Mark (2007): Visual self-recognition in mirrors and live videos: Evidence for a developmental asynchrony. *Cognitive Development* **22**: 185-196.
- Suddendorf, Thomas; Collier-Baker, Emma (2009): The evolution of primate visual self-recognition: evidence of absence in lesser apes. *Proceedings of The Royal Society B* **276**: 1671-1677.
- Swartz, Karyl B. (1991): Not all Chimpanzees (*Pan troglodytes*) Show Self-recognition. *Primates* **32** (4); 483-496.
- Swartz, Karyl B. (1997): What Is Mirror Self-Recognition in Nonhuman Primates, and What Is It Not? *Annals of the New York Academy of Sciences* **818**: 65–71.
- Tanaka, Masayuki (2006): Spontaneous categorization of natural objects in chimpanzees. In: T. Matsuzawa, M. Tomonaga, M. Tanaka (Eds.): *Cognitive Development in Chimpanzees*. Tokyo. 340-367.
- Tebbich, Sabine; Taborsky, Michael; Winkler, Hans (1996): Social manipulation causes cooperation in keas. *Animal Behavior* **52**: 1-10.
- Teschke, Irmgard (2006): Do New Caledonian crows (*Corvus moneduloides*) recognize themselves in mirrors? D.A. FU-Berlin & University of Oxford.
- Thompson, Roger K.R.; Oden, David L. (2000): Categorical perception and conceptual judgments by nonhuman primates: The paleological monkey and the analogical ape. *Cognitive Science* **24**: 363-396.
- Toda, Koji; Watanabe, Shigeru (2008): Discrimination of moving video images of self by pigeons (*Columba livia*). *Animal Cognition* **11**: 699-705.
- Tomasello, Michael; Call, Josep; Hare Brian (2003): Chimpanzees understand psychological states – the question is which ones and to what extent. *Trends in Cognitive Sciences* **7** (4): 153–156.
- Tomonaga, M., Tanaka, M., Matsuzawa, T., Myowa-Yamakoshi, M., Kosugi, D., Mizuno, Y., Okamoto, S., Yamaguchi, M., & Bard, K.A. (2004). Development of social cognition in infant chimpanzees (*Pan troglodytes*): Face recognition, smiling, gaze, and the lack of triadic interactions. *Japanese Psychological Research* **46**: 227-235.
- Topál, József; Miklósi, Ádám; Sűmegi, Zsófia; Kis, Anna (2010): Response to comments on differential sensitivity to human communication in dogs, wolves, and human infants. *Science* **329**: 142-d.
- Troje, Nikolaus F.; Huber, Ludwig; Loidolt, Michaela; Aust, Ulrike; Fieder, Martin (1999): Categorical learning in pigeons: the role of texture and shape in complex static stimuli. *Vision Research* **39**: 353-366.

- Ujhelyi, Maria; Merker, Björn; Buk, Pal; Geissmann, Thomas (2000): Observations on the behavior of gibbons (*Hylobates leucogenys*, *H. gabriellae*, and *H. lar*) in presences of mirrors. *Journal of Comparative Psychology* **114** (3): 253-262.
- Uzgiris, Ina C.; Hunt J. McV (1975): Assessment in infancy: Ordinal scales of psychological development. Illinois.
- Vauclair, Jacques (2002): Categorization and conceptual behavior in nonhuman primates. In: Marc Bekoff, Colin Allen & Gordon M. Burghardt (Eds.): *The Cognitive Animal – Empirical and Theoretical Perspectives on Animal Cognition*. Cambridge & London.
- Vigo, Ronaldo; Allen, Colin (2009): How to reason without words: Inference as categorization. *Cognitive Process* **10**: 77-88.
- Virányi, Zsófia; Gácsi, Márta; Kubinyi, Enikő; Topál, József; Belényi, Beatrix; Ujfalussy, Dorottya; Miklósi, Ádám (2008): Comprehension of human pointing gestures in young human-reared wolves (*Canis lupus*) and dogs (*canis familiaris*). *Animal Cognition* **11**: 373-387.
- Vogels, Rufin (1999): Categorization of complex visual images by rhesus monkeys. Part 1: behavioural study. *European Journal of Neuroscience* **11**: 1223-1238.
- Vonk, Jennifer (2003): Gorilla (*Gorilla gorilla gorilla*) and orangutan (*Pongo abelii*) understanding of first- and second-order relations. *Animal Cognition* **6**: 77-86.
- Vonk, Jennifer; Povinelli, Daniel J. (2006): Similarity and difference in the conceptual system of primates: the unobservability hypothesis. In: E.A. Wasserman. & T.R. Zentall (Ed.): *Comparative Cognition*. Oxford: 363-387.
- Walraven, Vera; van Elsacker, Linda; Verheyen, Rudolf (1995): Reaction of a group of Pygmy Chimpanzees (*Pan paniscus*) to their mirror-images: Evidence of self-recognition. *Primates* **36** (1): 145-150.
- Wasserman, Edward A.; Hugart, Jacob A.; Kirkpatrick-Steger, Kim (1995): Pigeons show same-different conceptualization after training with complex visual stimuli. *Journal of Experimental Psychology Animal Behavior Processes* **21**: 248-252.
- Wasserman, Edward A.; Zentall Thomas R. (2006): Comparative Cognition: A natural science approach to the study of animal intelligence. In: E.A. Wasserman & T.R. Zentall (Ed.): *Comparative Cognition*. Oxford: 3-14.
- Watanabe, Shigeru; Mori, Youko (1990): Individual recognition learning in mice. *Journal of Ethology* **8**: 29-32.
- Watanabe, Shigeru; Yamashita, M.; Wakita, M. (1993): Discrimination of video images of conspecific individuals in bengalese finches. *Journal of Ethology* **11**: 67-72.
- Watanabe, Shigeru; Sakamoto, Junto; Wakita, Masumi (1995): Pigeons' discrimination of paintings by Monet and Picasso. *Journal of Experimental Analysis of Behavior* **63** (2): 165-174.
- Watanabe, Shigeru (2001a): Discrimination of cartoons and photographs in pigeons: Effects of scrambling elements. *Behavior Processes* **53**: 3-9.
- Watanabe, Shigeru (2001b): Van Gogh, Chagall and pigeons: picture discrimination in pigeons and humans. *Animal Cognition* **4**: 147-151
- Watanabe, Shigeru (2002): Preferences for mirror images and video image in Java sparrows (*Padda oryzivora*). *Behavioural Processes* **60**: 35-39.

- Watanabe, Shigeru; Troje, Nikolaus F. (2006): Towards a "virtual pigeon": A new technique for investigating avian social perception. *Animal Cognition* **9**: 271-279.
- Watanabe, Shigeru (2010): Pigeons can discriminate "good" and "bad" paintings by children. *Animal Cognition* **13**: 75-85.
- Werdenich, Dagmar; Huber, Ludwig (2006): A case of quick problem solving in birds: string pulling in keas, *Nestor notabilis*. *Animal Behaviour* **71**: 855-863.
- Westergaard, Gregory C.; Suomi Stephen J. (1995): Mirror inspection varies with age and tool-using ability in tufted capuchin monkeys (*Cebus apella*). *Human Evolution* **10** (3): 217-223.
- White, K.G.; Alsop, B.; Williams, L. (1993): Prototyp identification and categorization of incomplete figures by pigeons. *Behavioural Processes* **30**: 253-258.
- Wild, Markus (2008): Tierphilosophie zur Einführung. Hamburg.
- Wilkie, Donald M.; Willson, Robert J.; Krdal, Shayne (1989): Pigeons discriminate pictures of a geographic location. *Animal Learning & Behavior* **17** (2): 163-171.
- Wilkinson, Anna; Specht, Hanna L.; Huber, Ludwig (2010): Pigeons can discriminate group mates from strangers using the concept of familiarity. *Animal Behaviour* **80**: 109-115.
- Wise, K.L.; Wise L.A.; Zimmermann R.R. (1974): Piagetian object-permanence in infant rhesus monkeys. *Development Psychology* **10**: 429-437.
- Woolcock, David (2000): Husbandry and management of kea (*Nestor notabilis*) at Paradise Park, Hayle. *International Zoo Yearbook* **37**: 146-152.
- Wright, Timothy F.; Schirtzinger, Erin E.; Matsumoto, Tania; Eberhard, Jessica R.; Graves, Gary R.; Sanchez, Juan J.; Capelli, Sara; Müller, Heinrich; Scharpegge, Julia; Chambers, Geoffrey K.; Fleischer, Robert C. (2008): A multilocus molecular phylogeny of parrots (Psittaciformes): support of a Gondwana origin during the Cretaceous. *Molecular Biology and Evolution* **25** (10): 2141-2156.
- Yamaguchi, Tetsuo; Kitamura, Kenji; Ito, Masato (2003): The effect of visual displays for stimulus presentation on pigeons' discrimination of paintings. *Japanese Journal of Animal Psychology* **53** (1): 11-15.
- Young, Garry (2005): Ecological perception affords an explanation of object permanence. *Philosophical Explorations* **8** (2): 189-208.
- Zayan, René.; Vauclair, Jacques (1998): Categories as paradigms for comparative cognition. *Behavioural Processes* **42**: 87-99.
- Zucca, Paolo; Milos Nadia; Vallortigara, Giorgio (2007): Piagetian object permanence and its development in eurasian jays (*Garrulus glandarius*). *Animal Cognition* **10**: 243-258.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Kognitives Stufenmodell nach J. Proust (2000, 2005)	22
Abbildung 2: Übersicht zu den bisher durchgeführten relevanten Versuchen zur Selbsterkennung	51
Abbildung 3: Marlower Keas bei der Fütterung	55
Abbildung 4: Einblick in die Keavoliere Marlow	56
Abbildung 5: Umsperrgehege und Versuchsvoliere in Marlow	57
Abbildung 6: Keavoliere im Zoologischen Garten Berlin	58
Abbildung 7: Versuchsvoliere in Berlin	58
Abbildung 8: Ergebnisse der Versuche aller getesteten Versuchstiere zu den Stufen der Objektpermanenz (aufgetragen sind die Mittelwerte [$n_{4a-5a}=9$, $n_{5b,6a-6b}=8$, $n_{5c}=6$] mit Standardabweichungen sowie das Signifikanzniveau [BINOMIALTEST, Signif.codes: . >0.05 ; * ≤ 0.05 ; ** ≤ 0.01 ; *** ≤ 0.001]).....	65
Abbildung 9: Zusammengefasste Ergebnisse der Männchen für die Objektpermanenztests (Mittelwerte für alle Männchen [$n_{4a-5b,6a-6b}=5$, $n_{5c}=4$] mit Standardabweichung sowie das Signifikanzniveau [BINOMIALTEST, Signif.codes: . >0.05 ; * ≤ 0.05 ; ** ≤ 0.01 ; *** ≤ 0.001]).....	66
Abbildung 10: Zusammengefasste Ergebnisse der Weibchen für die Objektpermanenztests (Mittelwerte für alle Weibchen [$n_{4a-5a}=4$, $n_{5b,6a-6b}=3$, $n_{5c}=2$] mit Standardabweichung sowie das Signifikanzniveau [BINOMIALTEST, Signif.codes: . >0.05 ; * ≤ 0.05 ; ** ≤ 0.01 ; *** ≤ 0.001]).....	66
Abbildung 11: Versuchsergebnisse zur Objektpermanenz bei Versuchstier M1,0 (BINOMIALTEST, Signif.codes: . >0.05 ; * ≤ 0.05 ; ** ≤ 0.01 ; *** ≤ 0.001)	67
Abbildung 12: Versuchsergebnisse zur Objektpermanenz bei Versuchstier M2,0 (BINOMIALTEST, Signif.codes: . >0.05 ; * ≤ 0.05 ; ** ≤ 0.01 ; *** ≤ 0.001).....	68
Abbildung 13: Versuchsergebnisse zur Objektpermanenz bei Versuchstier M3,0 (BINOMIALTEST, Signif.codes: . >0.05 ; * ≤ 0.05 ; ** ≤ 0.01 ; *** ≤ 0.001).....	69
Abbildung 14: Versuchsergebnisse zur Objektpermanenz bei Versuchstier M4,0 (BINOMIALTEST, Signif.codes: . >0.05 ; * ≤ 0.05 ; ** ≤ 0.01 ; *** ≤ 0.001).....	70
Abbildung 15: Versuchsergebnisse zur Objektpermanenz bei Versuchstier M0,1 (BINOMIALTEST, Signif.codes: . >0.05 ; * ≤ 0.05 ; ** ≤ 0.01 ; *** ≤ 0.001).....	71
Abbildung 16: Versuchsergebnisse zur Objektpermanenz bei Versuchstier M0,2 (BINOMIALTEST, Signif.codes: . >0.05 ; * ≤ 0.05 ; ** ≤ 0.01 ; *** ≤ 0.001).....	72
Abbildung 17: Versuchsergebnisse zur Objektpermanenz bei Versuchstier M0,3 (BINOMIALTEST, Signif.codes: . >0.05 ; * ≤ 0.05 ; ** ≤ 0.01 ; *** ≤ 0.001).....	73
Abbildung 18: Versuchsergebnisse zur Objektpermanenz bei Versuchstier M0,4 (BINOMIALTEST, Signif.codes: . >0.05 ; * ≤ 0.05 ; ** ≤ 0.01 ; *** ≤ 0.001).....	74
Abbildung 19: Versuchsergebnisse zur Objektpermanenz bei Versuchstier B1,0 (BINOMIALTEST, Signif.codes: . >0.05 ; * ≤ 0.05 ; ** ≤ 0.01 ; *** ≤ 0.001).....	74
Abbildung 20: Touchscreenaufbau für die Tests zur Kategorienbildung in Marlow (l.) und Berlin	78
Abbildung 21: Zoneneinteilung der Keabilder und deren Größe	81
Abbildung 22: Bilder für das Trainingssetting	82

Abbildung 23: Bilder der Keas für das Testsetting.....	83
Abbildung 24: Bilder der Gegenstände für das Testsetting.....	83
Abbildung 25: <i>Trainingsphase</i> : In der Abbildung sind die Anzahl der Trainingsdurchläufe bestehend aus jeweils 10 Entscheidungen für jedes Versuchstier dargestellt, die benötigt wurden um eine Trefferquote von 80 % oder mehr zu erreichen.	85
Abbildung 26: <i>Trainingsphase</i> : Die Prozentzahlen in den Kästchen geben an, wie häufig bei der Auswahl dieses Bildes in das entsprechende Kästchen von allen Versuchstieren insgesamt getippt wurde.....	86
Abbildung 27: <i>Testphase</i> : Gemittelte Daten aller neun Versuchstier mit zugehöriger Standardabweichung (BINOMIALTEST, Signif.code: *** ≤ 0.001).....	87
Abbildung 28: <i>Testphase</i> : Ergebnisse der ersten drei Durchläufe (jeweils 10 Versuche) der Testphase der Kategorienbildung (BINOMIALTEST, Signif.codes: . >0.05 ; * ≤ 0.05 ; ** ≤ 0.01 ; *** ≤ 0.001).....	87
Abbildung 29: Entwicklung der Trefferquote über die Versuchsdauer. Aufgetragen ist die jeweils gemittelte Trefferquote in Prozent bei den Versuchsreihen 1-15 mit den dazugehörigen Standardabweichungen. Die Anzahl der Versuchstiere ist bei jedem Versuchsdurchlauf angegeben.....	88
Abbildung 30: <i>Testphase</i> : Ergebnisse des Versuchstieres M1,0.....	89
Abbildung 31: <i>Testphase</i> : Ergebnisse des Versuchstieres M2,0.....	89
Abbildung 32: <i>Testphase</i> : Ergebnisse des Versuchstieres M3,0.....	90
Abbildung 33: <i>Testphase</i> : Ergebnisse des Versuchstieres M4,0.....	90
Abbildung 34: <i>Testphase</i> : Ergebnisse des Versuchstieres M0,1.....	91
Abbildung 35: <i>Testphase</i> : Ergebnisse des Versuchstieres M0,2.....	91
Abbildung 36: <i>Testphase</i> : Ergebnisse des Versuchstieres M0,3.....	92
Abbildung 37: <i>Testphase</i> : Ergebnisse des Versuchstieres M0,4.....	92
Abbildung 38: <i>Testphase</i> : Ergebnisse des Versuchstieres B1,0.....	93
Abbildung 39: Gesamtergebnisse der Kategorienbildungstests. Dargestellt sind die durchschnittlichen prozentualen Entscheidungen für das jeweilige Bild mit den Standardabweichungen und dem jeweiligen Signifikanzniveau (BINOMIALTEST, Signif.codes: . >0.05 ; * ≤ 0.05 ; ** ≤ 0.01 ; *** ≤ 0.001).....	94
Abbildung 40: Räumliche Bildeinteilung.....	95
Abbildung 41: Erwartete Berührungshäufigkeit für die einzelnen Bildzonen und tatsächlich erhaltener Mittelwert aus den Versuchen mit zugehöriger Standardabweichung und Signifikanzen (WILCOXON GEPAARTER VORZEICHEN-RANG-TEST, Signif.codes: . >0.05 ; * ≤ 0.05 ; ** ≤ 0.01 ; *** ≤ 0.001).....	95
Abbildung 42: Aufgrund der Zonengröße erwartete Berührungshäufigkeiten und die tatsächlich erhaltenen Mittelwerte aller Versuche mit den zugehörigen Standardabweichungen und Signifikanzen (WILCOXON GEPAARTER VORZEICHEN-RANG-TEST, Signif.codes: . >0.05 ; * ≤ 0.05 ; ** ≤ 0.01 ; *** ≤ 0.001).....	96
Abbildung 43: Vergleich der gezeigten Verhaltensweisen der unmarkierten Versuchstiere nach Geschlecht. Aufgetragen sind die Mittelwerte der Männchen und Weibchen mit den zugehörigen Standardabweichungen.	105

Abbildung 44: Komponentenanalyse des Verhaltens der unmarkierten Keas vor dem Spiegel. Die Trennung zwischen Männchen und Weibchen ist signifikant (t-Test: $df=4,635$; $p=0,001238$).	106
Abbildung 45: Quantitative Auswertung der gezeigten Verhaltensweisen von M1,0 unmarkiert vor dem Spiegel.	107
Abbildung 46: Anteile der gezeigten Verhaltenskategorien bei allen Versuchsreihen mit dem unmarkierten Versuchstier M1,0 vor dem Spiegel (Angaben in Prozent).	108
Abbildung 47: Quantitative Auswertung der gezeigten Verhaltensweisen von M2,0 unmarkiert vor dem Spiegel.	108
Abbildung 48: Anteile der gezeigten Verhaltenskategorien bei allen Versuchsreihen mit dem unmarkierten Versuchstier M2,0 vor dem Spiegel (Angaben in Prozent).	109
Abbildung 49: Quantitative Auswertung der gezeigten Verhaltensweisen von M3,0 unmarkiert vor dem Spiegel.	110
Abbildung 50: Anteile der gezeigten Verhaltenskategorien bei allen Versuchsreihen mit dem unmarkierten Versuchstier M3,0 vor dem Spiegel (Angaben in Prozent).	111
Abbildung 51: Quantitative Auswertung der gezeigten Verhaltensweisen von M4,0 unmarkiert vor dem Spiegel.	112
Abbildung 52: Anteile der gezeigten Verhaltenskategorien bei allen Versuchsreihen mit dem unmarkierten Versuchstier M4,0 vor dem Spiegel (Angaben in Prozent).	113
Abbildung 53: Quantitative Auswertung der gezeigten Verhaltensweisen von M0,1 unmarkiert vor dem Spiegel.	113
Abbildung 54: Anteile der gezeigten Verhaltenskategorien bei allen Versuchsreihen mit dem unmarkierten Versuchstier M0,1 vor dem Spiegel (Angaben in Prozent).	114
Abbildung 55: Quantitative Auswertung der gezeigten Verhaltensweisen von M0,2 unmarkiert vor dem Spiegel.	115
Abbildung 56: Anteile der gezeigten Verhaltenskategorien bei allen Versuchsreihen mit dem unmarkierten Versuchstier M0,2 vor dem Spiegel (Angaben in Prozent).	116
Abbildung 57: Quantitative Auswertung der gezeigten Verhaltensweisen von M0,3 unmarkiert vor dem Spiegel.	116
Abbildung 58: Anteile der gezeigten Verhaltenskategorien bei allen Versuchsreihen mit dem unmarkierten Versuchstier M0,3 vor dem Spiegel (Angaben in Prozent).	117
Abbildung 59: Die vier Phasen der Selbsterkennung im Spiegel.	118
Abbildung 60: Mittelwerte und zugehörige Standardabweichungen der Berührungen der Brust oder des Kopfes bei unterschiedlichen Markierungen (TUKEY HSD. Signif.codes: . >0.05 ; * ≤ 0.05 ; ** ≤ 0.01 ; *** ≤ 0.001).	119
Abbildung 61: Dauer der Berührungen der Brust oder des Kopfes bei unterschiedlichen Markierungen bei Versuchstier M1,0 (TUKEY HSD. Signif.codes: . >0.05 ; * ≤ 0.05 ; ** ≤ 0.01 ; *** ≤ 0.001).	120

Abbildung 62: : Dauer der Berührungen der Brust oder des Kopfes bei unterschiedlichen Markierungen bei Versuchstier M2,0 (TUKEY HSD. Signif.codes: . >0.05; *≤0.05; **≤0.01; *** ≤0.001).	121
Abbildung 63: Dauer der Berührungen der Brust oder des Kopfes bei unterschiedlichen Markierungen bei Versuchstier M3,0 (TUKEY HSD. Signif.codes: . >0.05; *≤0.05; **≤0.01; *** ≤0.001).	122
Abbildung 64: Dauer der Berührungen der Brust oder des Kopfes bei unterschiedlichen Markierungen bei Versuchstier M4,0 (TUKEY HSD. Signif.codes: . >0.05; *≤0.05; **≤0.01; *** ≤0.001).	123
Abbildung 65: Dauer der Berührungen der Brust oder des Kopfes bei unterschiedlichen Markierungen bei Versuchstier M0,1 (TUKEY HSD. Signif.codes: . >0.05; *≤0.05; **≤0.01; *** ≤0.001).	124
Abbildung 66: Dauer der Berührungen der Brust oder des Kopfes bei unterschiedlichen Markierungen bei Versuchstier M0,2 (TUKEY HSD. Signif.codes: . >0.05; *≤0.05; **≤0.01; *** ≤0.001).	125
Abbildung 67: Dauer der Berührungen der Brust oder des Kopfes bei unterschiedlichen Markierungen bei Versuchstier M0,3 (TUKEY HSD. Signif.codes: . >0.05; *≤0.05; **≤0.01; *** ≤0.001).	126
Abbildung 68: Versuchsaufbau zur Erkennung von Live-Videobildern	138

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Aufstellung der in Zoos gehaltenen Keas für Europa (nach ISIS 2013)	13
Tabelle 2: Übersicht über die bislang auf Objektpermanenz getesteten Tiere	33
Tabelle 3: Reihenfolge der Verstecke in Testreihe 5a	61
Tabelle 4: Übersicht über die Versuche zu den einzelnen Stufen der Objektpermanenz	63
Tabelle 6: Definitionen des Verhaltensrepertoirs der Keas vor dem Spiegel.....	169

Stichwortverzeichnis

- 0.Stufe 17
- Abstraktion 35
- Affordanz 28
- Akkommodation 26
- Allwetterzoo Münster 54
- altruistischen Verhaltens 53
- A-nicht-B Fehler 25, 68, 75, 132
- anthropologischen Differenz 132
- Aplysia 19
- Assimilationsschema 23
- assimilatorischer Denkansatz 29
- Assoziation 37
- Basiskategorie 82
- Belohnungsfutter 59
- Bewusstsein 21, 34, 52, 128, 135
 - Ich-Bewusstsein 21, 131, 135
- coordinate-system orientation
 representation 53
- C-Shape 79
- Dominanz 77
- Empathie 53
- Europäischen
 Erhaltungszuchtprogramms 13
- Explorationsverhalten 16
- feature 34, 37, 79
- flexibles Verhalten 8
- funktionale Einstellung 17
- Gedanken 17, 131
- Gehirnaufbau bei Vögeln 9
- Generalisierung 37
- Generalitätsprinzip 21
- Gesichtsmimik 45
- Hierarchie 15
- Individualität 16
- individuelle Unterschiede 75, 97, 126,
 129
- Innovationen 16
- intentionale Einstellung 17
- Intentionalismus 135
- Intentionalität 18
- Item 34, 37, 82, 98, 130, 137
- Kategorienbildung 20, **33**, 129
 - bei Graupapageien 42
 - bei Grünen Meerkatzen 40
 - bei Honigbienen 42
 - bei Hühnern 42
 - bei Hunden 42
 - bei Japanischen Mowchen 42
 - bei Japanmakaken 41
 - bei Kapuzineraffen 40
 - bei Mäusen 42
 - bei Menschenaffen 41
 - bei Nachtigallen 42
 - bei Pavianen 41
 - bei Raben 42
 - bei Rhesusaffen 40
 - bei Tauben 36
 - bei Wellensittichen 43
- Berührungsorte 94
- Bildhintergrund 82
- Ebenen der Kategorienbildung 33
- family resemblance 35
- Kategoriemerkmale 38
- Open-end Kategorisierung 35
- Testsetting 83
- Trainingssetting 82, 85

- Versuchsaufbau 78
- kausale Schlussfolgerung 10, 15
- Keas
 - Brut 12
 - Entwicklung 12
 - Geschlechtsreife 12
 - Lebensphasen 12
 - Lebensraum 11, 133
 - Nahrung 12, 134
 - Schutzstatus 13
 - Sexualdimorphismus 11
 - Taxonomie 11
 - Teilethogramm 15
- kognitive Fähigkeit 8, 129
- Kognitive Modelle 9, 16, 130
- Konditionierung 39
- Konrad Lorenz-Institut für Vergleichende Verhaltensforschung 15
- Kooperation 15
- Language of Emotion 139
- Lernen
 - Erlernen von Kategorien 34
 - Habituation 18
 - Lerneffekte 76, 87, 97, 129, 138
 - Lernen durch Nachahmung 15
 - Lernverhalten 15, 39
 - soziales Lernen 10, 16
 - Versuch und Irrtum 16
- mentale Repräsentation 21, 52, 99, 130, 131, 134
- mentale Vervollständigung 37
- Mentalsprache 17, 131
- Morgans Kanon 130
- Nestorpapageien 11
- NET-Framework 79
- Nidopallium caudolaterale* 9
- Objektpermanenz 20, **22**, 129
 - aufeinanderfolgende Verlagerung 26
 - bei Gibbons** 31
 - bei Gorillas 30
 - bei Graupapageien 32
 - bei Großen Tümmlern 32
 - bei Hauskatzen 32
 - bei Hunden 31
 - bei Liztaffen 31
 - bei Makaken 31
 - bei Schimpansen 30
 - bei Tauben 32
 - impossible event 27
 - possible event 27
 - Stufen der Objektpermanenz 22
 - unsichtbare Verlagerung 26
 - Versuchsaufbau 60
- Ontogenese 137
- Parc Paradiso 54
- perceptual process 82
- physikalische Einstellung 17
- Piaget 22
- Präfrontalkortex 9
- Protorepräsentation 19, 129
- Prototyp 34, 37, 99, 131
- Reiz-Reaktionsmechanismus 19
- Repräsentation 39, 132
- Repräsentationssystem 18
- Residualverhalten 75, 132
- Richtig-Falsch-Unterscheidung 21
- Schimpanse 17
- Selbsterkennung im Spiegel 21, 43, 130
 - bei Delphinen 49
 - bei Elefanten 49
 - bei Elstern 50

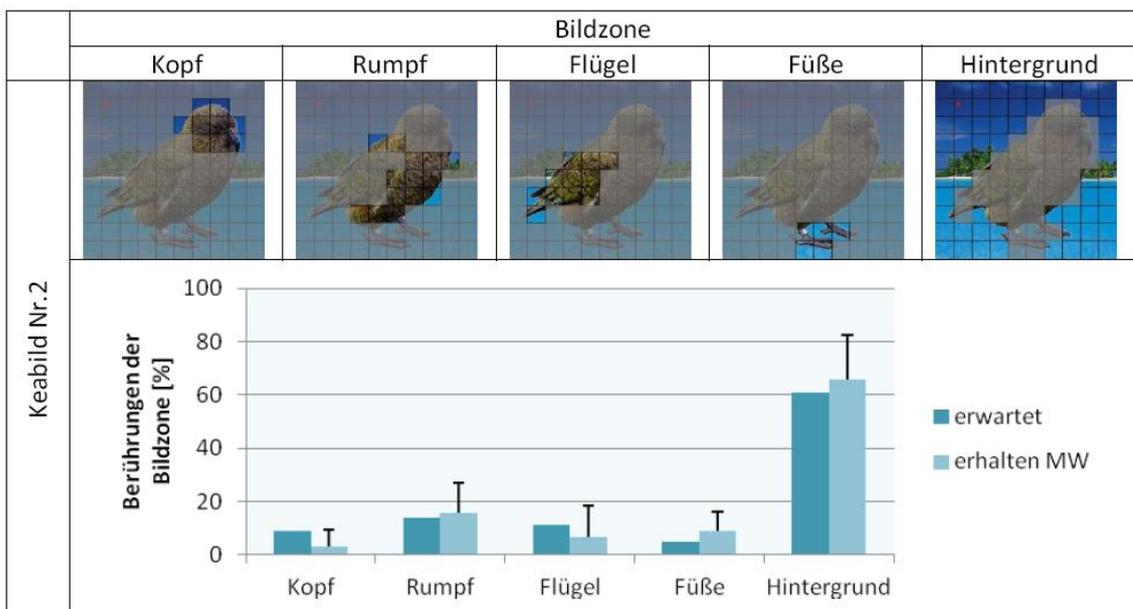
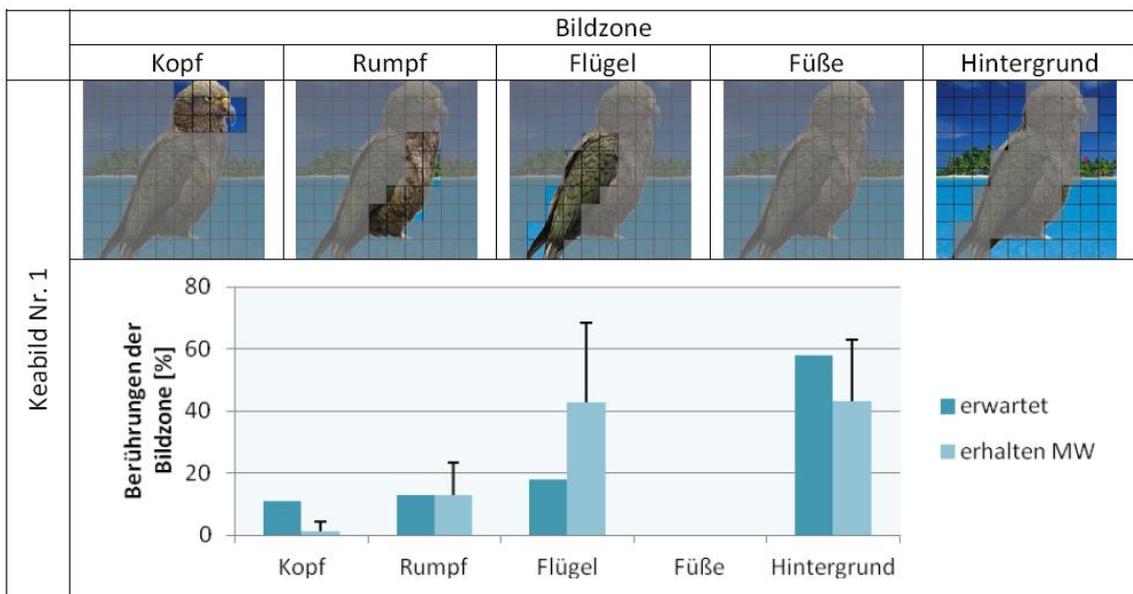
- bei Gibbons 49
 bei Graupapageien 50
 bei Hausschweinen 49
 bei Japanmakaken 49
 bei Javaneraffen 48
 bei Kapuzineraffen 49
 bei Kattas 48
 bei Langschwanzmakaken 48
 bei Menschenaffen 48
 bei Neukaledonischen Krähen 50
 bei Orcas 50
 bei Reisfinken 50
 bei Rhesusaffen 48
 bei Seelöwen 50
 bei Tamarinen 49
 bei Tauben 50
 bei Totenkopffäffchen 48
 bei Weißbüscheläffchen 49
 bei Zwergmeerkatzen 49
 beim Menschen 47
 Habituationsphase 101, **104**
 Kontrollen 46, 127
 Markierung 43, **100, 102**
 Narkose 43
 Perspektive 45, 137
 physische Inspektion 127
 Scheinmarkierung 46, 119
 selbstgerichtetes Verhalten 47, 126
 soziale Interaktion 126
 Stadien der Selbsterkennung 101, 118
 Versuchsaufbau 45, **100**
 Versuchsumfang 46
 visuelles Feedback 52, 138
 Selbstgerichtetes Verhalten *Siehe*
 Selbsterkennung im Spiegel
 Selbstkonzept 52
 sensomotorische Intelligenz 16
 sensomotorische Phase 23
 soziale Interaktion 15
 soziale Manipulation 15
 Sozialstruktur 134
 Spiegel als Werkzeug 52
 Spieltrieb 75
 Spielverhalten 129
 Sprache 17, 33, 52, 131
 String-pulling 16
 Suchbewegung 23
 technische Intelligenz 16
teleosemantischen Assimilationismus 132
Theory of mind 8
 Tierphilosophie 16, 132
 Touchscreenmonitor 39, **78, 99, 129**
 umweltbedingte Veränderungen 18
 Ursache- und Wirkungsmechanismen 129
 Ursache-Wirkungsmechanismen 16
 UV-Wellenlängen 99
 vergleichende Kognitionsforschung 8
 Versuchsvoliere 56
 Videoaufzeichnungen 45
 Vogelpark Marlow 54, **55, 139**
 voraussehende Planung 10
 Werkzeuggebrauch 53
 zeitverzögerte Aufnahmen 45
 zielgerichtete Problemlösung 10
 zielgerichtetes Verhalten 16
 Zirkulärreaktion 25
 Zoo Dortmund 54
 Zoologisch-botanischen Garten
 Stuttgart 55
 Zoologischen Garten Leipzig 54

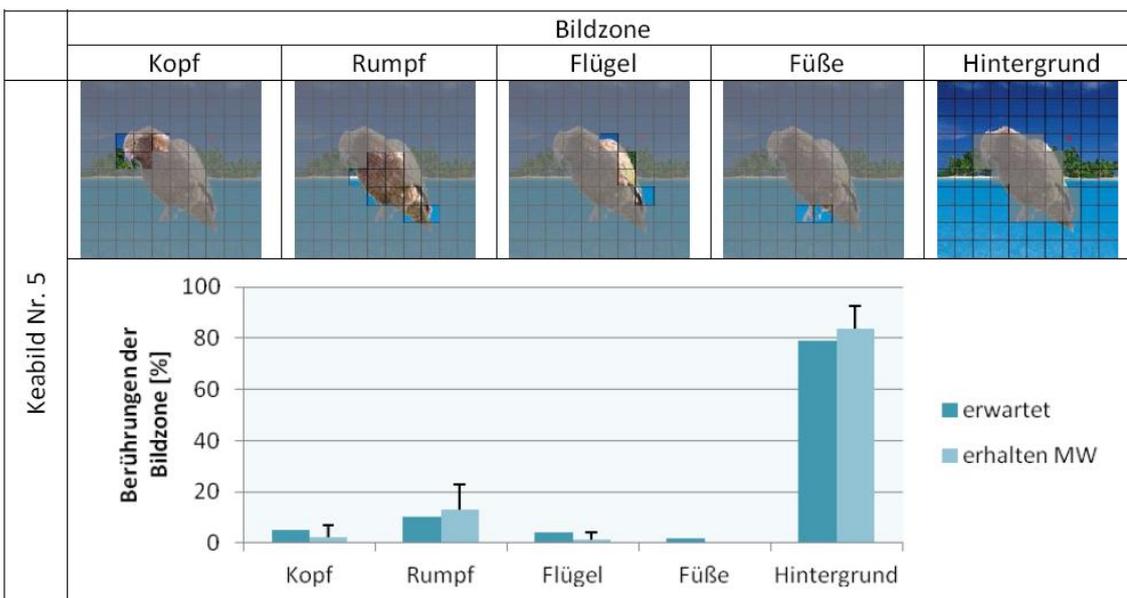
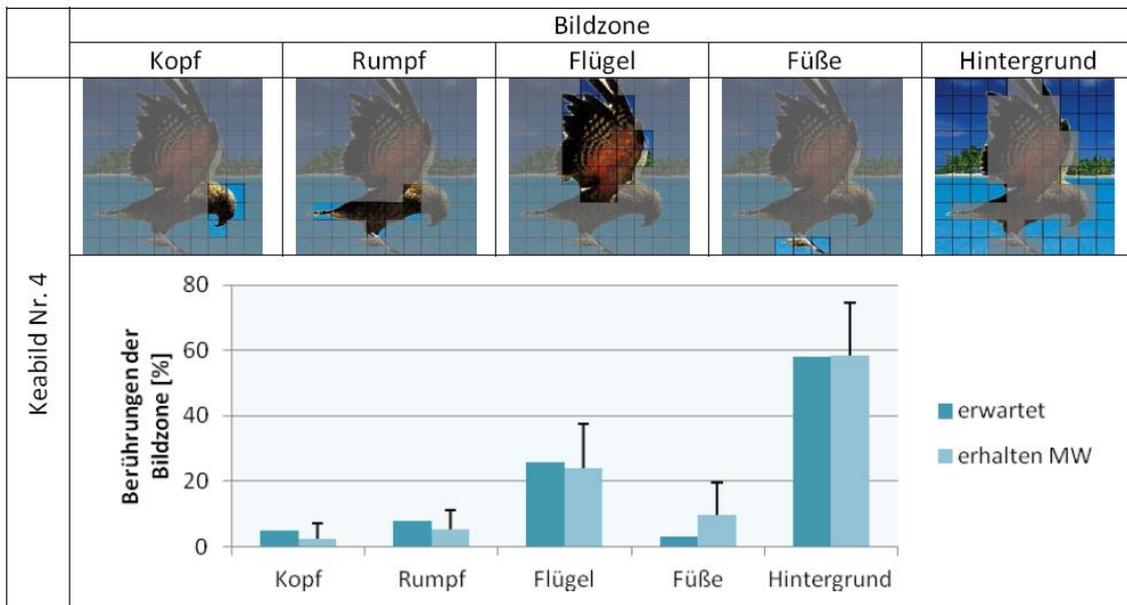
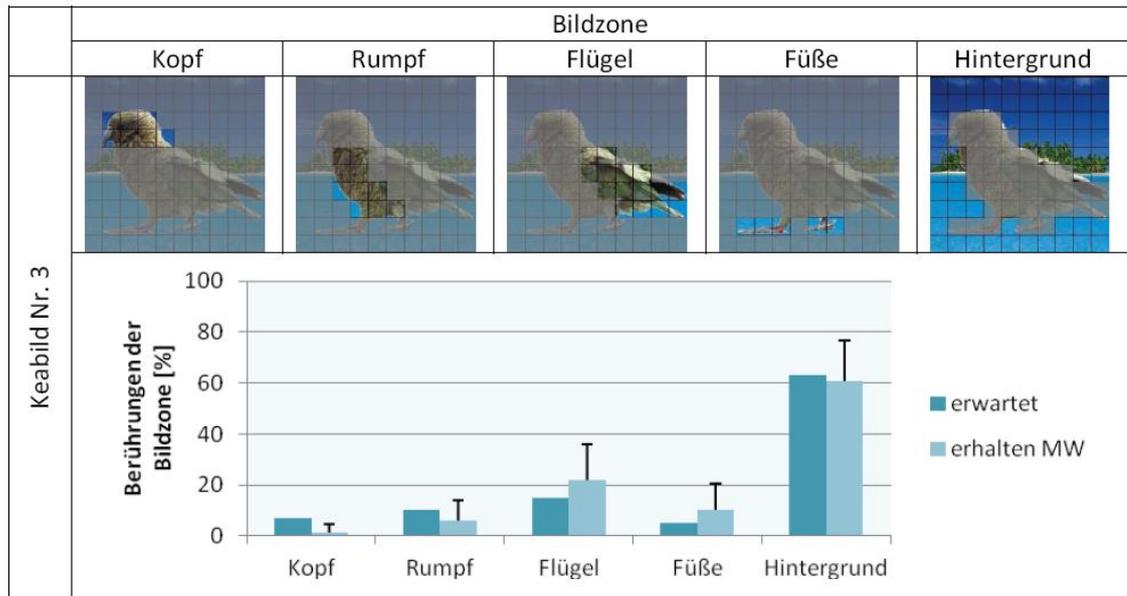
Zoologischen Institut der Universität Wien 15	Zweckausrichtung
Zoologischer Garten Berlin 54, 57 , 139	biologische 18
	intentionale 18

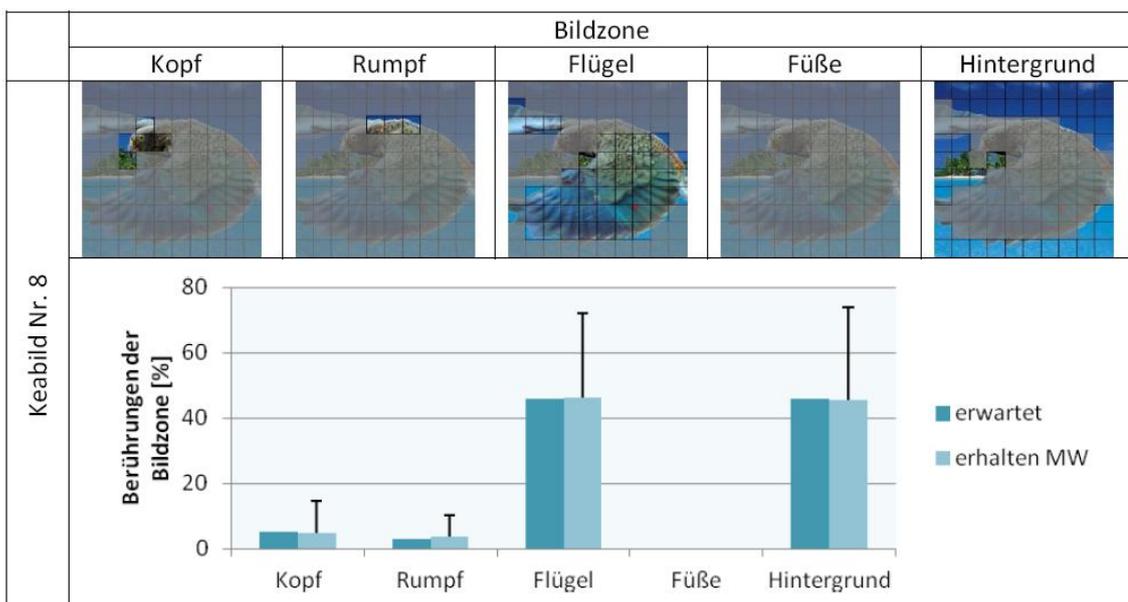
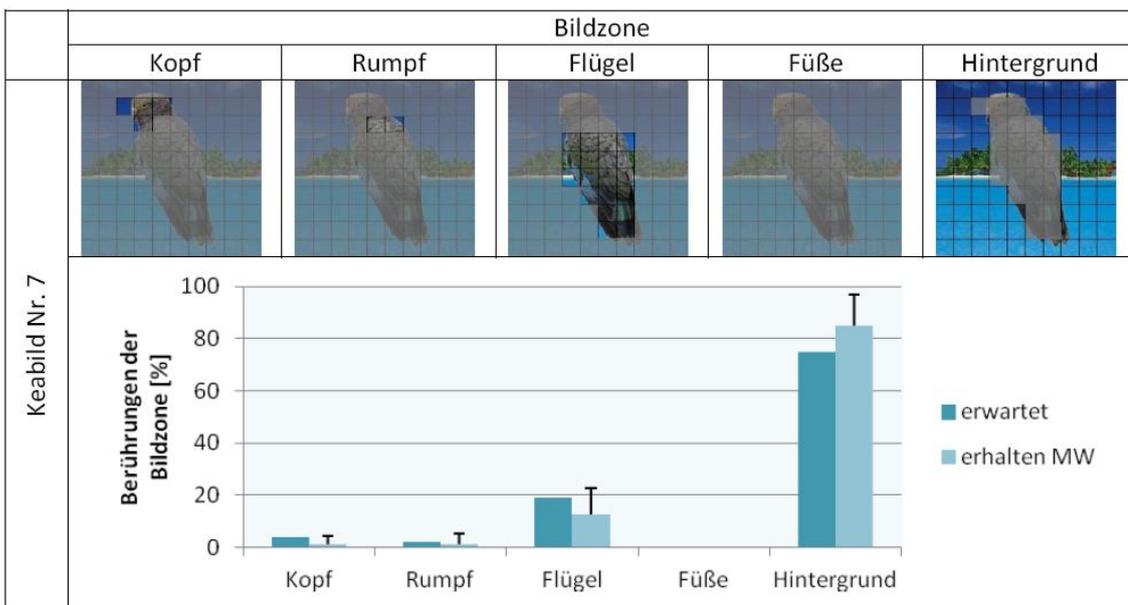
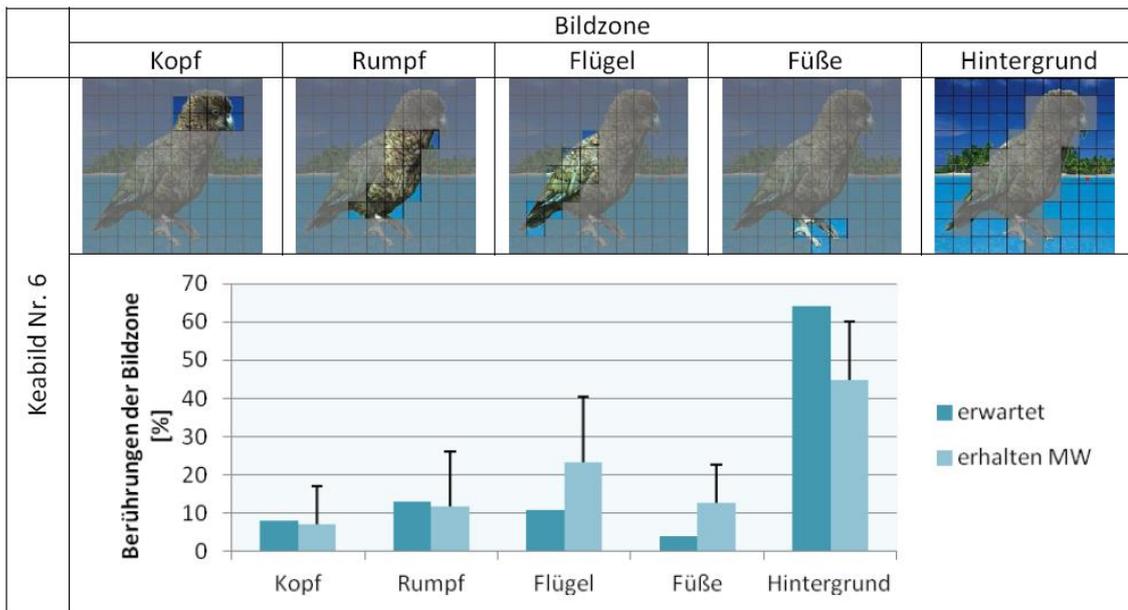
Anhang

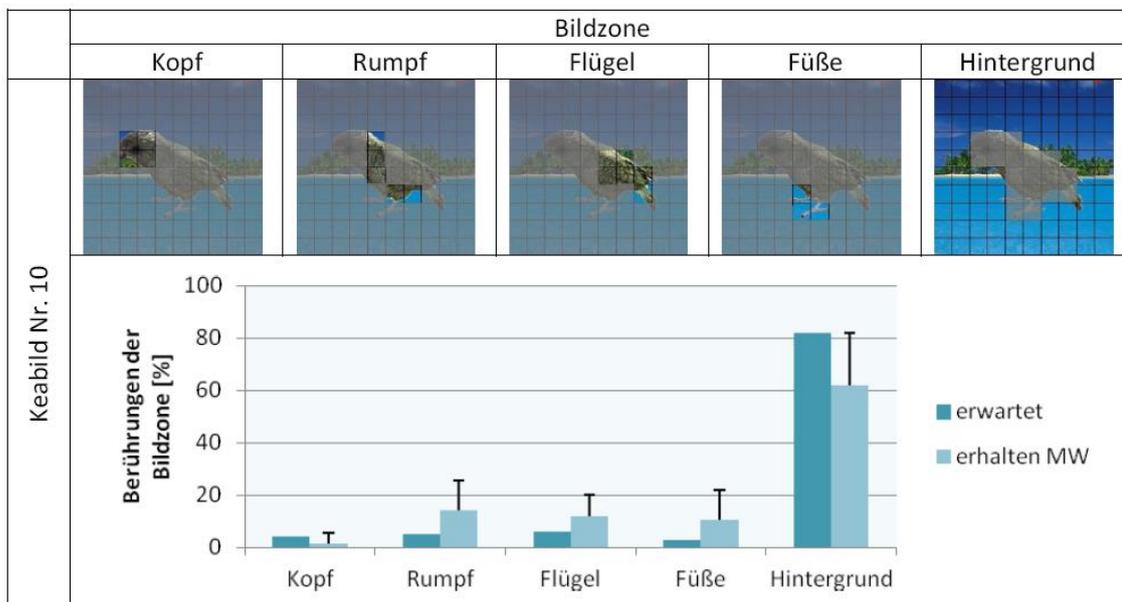
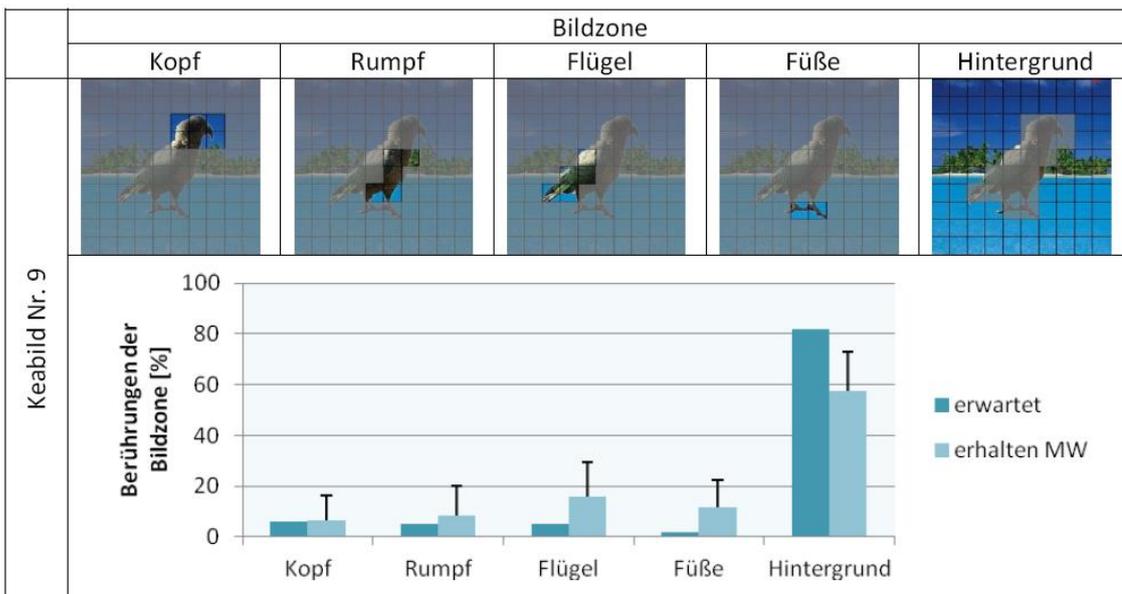
Berührungshäufigkeiten der Bildzonen bei dem jeweiligen Bild

Einteilung der Bildzonen bei den Keabildern. In den Diagrammen sind die Erwartungswerte aufgrund der Zonengröße den erhaltenen Mittelwerten aller Tests mit zugehöriger Standardabweichung gegenübergestellt:



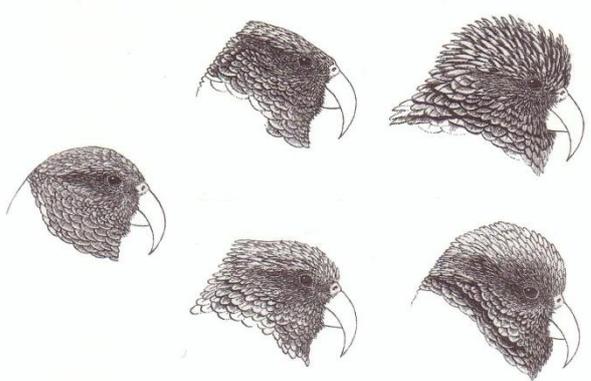






Definitionen der Verhaltensweisen vor dem Spiegel

Tabelle 5: Definitionen des Verhaltensrepertoirs der Keas vor dem Spiegel

	Verhaltensform	Definition
	Ungerichtetes Verhalten (U)	Das Versuchstier befindet sich zwar im Radius des Spiegels, zeigt aber kein qualifizierbares Verhalten. Der Blick ist allerdings in Richtung Spiegel gewandt.
Soziale Interaktion	Aufstellen des Nackengefieders (AN)	<p>Hierzu gehören alle fünf unterschiedlichen Arten des Federn Aufstellens des Kopfbereiches, welche von Diamond und Bond (1999) beschrieben wurden:</p>  <p style="font-size: small;">Keas show a range of characteristic facial expressions that communicate dominance status and aggressive motivation. <i>Clockwise from far left:</i> normal; "jay face," shown by dominant males in possession of a resource; "hawk face," an aggressive display; "owl face," an expression of defensiveness in subordinate individuals; and "nape erect," a submissive display. (Illustration by Mark Marcuson)</p> <p style="text-align: right;">Abb. aus: Diamond, Bond 1999</p>
	Aufplustern (AP)	Hierzu wird nicht nur das Kopfgefieder aufgestellt, sondern das Gefieder des gesamten Körpers um mindestens 40° aufgestellt und so die Körperfülle scheinbar vergrößert.
	Vokalisation (V)	In diese Verhaltensform fällt jede Art der Lautäußerung, egal welcher Lautstärke und Tonlage.
	Scheinangriff (SA)	Beim Anblick des Spiegels sind die Federn des Kopfbereiches zum „hawk face“ aufgestellt, die Flügel sind etwa 45 % geöffnet, der Schnabel ist halb geöffnet und der Kea nähert sich dem Spiegel laufend. Kurz vor dem Spiegel bremst er ab, legt Federn und Flügel an und dreht ab.
	Flucht (F)	Beim Anblick des Spiegels senkt der Kea spontan seinen Kopf, legt die Federn eng an, wendet sich ab und läuft davon.
Ph	Berührung mit der Schnabelspitze (BS)	Das Versuchstier befindet sich direkt vor dem Spiegel. Es findet eine direkte Berührung des

		Spiegels mit der Spitze des Oberschnabels statt. Diese Berührung kann entweder ein wiederholtes gegen den Spiegel stoßen als auch eine länger andauernde Berührung oder ein Kratzen über die Spiegelfläche sein.
	Berührung mit der Schnabelwurzel (BW)	Das Versuchstier befindet sich direkt vor dem Spiegel. Es findet eine direkte Berührung des Spiegels mit der Schnabelwurzel beziehungsweise mit den Nasenlöchern statt. Diese Berührung kann entweder ein wiederholtes gegen den Spiegel stoßen als auch eine länger andauernde Berührung oder ein Kratzen über die Spiegelfläche sein.
	Berührung mit der Zunge (BZ)	Diese Bewegung geht aus der Berührung mit der Schnabelspitze hervor. Der Kopf wird dabei so angehoben, dass der Unterschnabel fast den Spiegel berührt. Dann wird der Spiegel mit der Zunge berührt.
	Hebeln (H)	Das Versuchstier versucht mit dem Oberschnabel zwischen Spiegel und Rahmen zu gelangen und den Spiegel aus der Fassung zu hebeln.
	Blick hinter den Spiegel (SP)	Das Versuchstier begibt sich entweder an den seitlichen Rand oder an den oberen Rand der Spiegels und legt seinen Kopf dicht an den Rahmen, so dass ein Auge hinter den Spiegel sehen kann.
	Zerren am Rahmen (Z)	Der Rahmen des Spiegels wird mit Ober- und Unterschnabel umfasst und kräftig daran gezogen.
	Wiederholtes Testen der Spiegelfunktion	Schnelle Kopfdrehung (KD)
Schnabelöffnen (SO)		Das Versuchstier öffnet vor dem Spiegel den Schnabel ohne jedoch den Spiegel dabei zu berühren. Auch eine Kopfdrehung dazu ist möglich.
Putzen (P)		Während der Konfrontation mit dem Spiegel beginnt das Versuchstier sich zu putzen. Das Putzverhalten dauert nicht länger als zwei Sekunden am Stück und ist unterbrochen von erneuter Betrachtung des eigenen Spiegelbildes.
Inspektion von nicht sichtbaren Regionen (IR)		Das Versuchstier dreht sich so zum Spiegel, dass Körperregionen, welche sonst nicht sichtbar wären, wie zum Beispiel das Rückengefieder oder die Fußunterseite, mit Hilfe des Spiegels sichtbar werden. Es handelt sich bei den Bewegungen nicht um völlig natürliche Körperhaltungen.

Datenblätter der Beobachtung unmarkierter Tiere vor dem Spiegel

M1,0

s	V1	V2	V3	V4	V5	V6
5	-	-	BS	-	BS	-
10	AN	BS	BS	-	BS	-
15	AN	BS	BZ	Z	BZ	BS
20	BS	BS	BS	Z	BZ	BS
25	BS	BS	Z	Z	BS	BS
30	BS	BS	Z	Z	U	BS
35	BS	BW	Z	BS	U	KD
40	BS	BW	Z	BS	U	KD
45	BS	BS	Z	SP	U	KD
50	BS	BS	Z	SP	U	U
55	BS	BZ	Z	SP	U	U
60	BS	BS	Z	SP	U	U
65	BS	BZ	BS	-	U	U
70	BS	BZ	BS	-	-	U
75	BS	BS	BS	-	-	U
80	BS	BS	SP	-	-	KD
85	BZ	Z	SP	-	SP	KD
90	BZ	Z	SP	-	P	KD
95	BZ	Z	SP	KD	P	U
100	BS	H	H	KD	P	U
105	BS	H	H	-	P	-
110	BS	H	H	-	SP	-
115	BS	H	H	-	SP	-
120	H	BS	H	-	U	-
125	H	H	H	BS	U	-
130	H	H	H	P	U	-
135	H	BS	H	P	-	-
140	H	BS	H	P	IR	-
145	BW	BS	H	P	IR	-

150	BW	BS	BS	P	IR	-
155	H	Z	BS	P	IR	IR
160	H	Z	BS	P	IR	IR
165	H	SP	BS	P	IR	IR
170	BS	SP	H	P	IR	IR
175	BS	BS	H	P	IR	IR
180	BS	BS	H	P	U	IR
185	H	BW	H	P	IR	-
190	H	BS	H	P	IR	-
195	H	BZ	H	P	U	-
200	H	-	Abbr.	U	U	U
205	Abbr.	-		U	U	U
210		-		U	IR	SO
215		-		U	IR	SO
220		-		U	IR	SO
225		-		P	IR	U
230		BS		P	IR	U
235		BS		P	-	SO
240		BS		P	-	SO
245		BS		U	-	SO
250		BS		U	-	U
255		SP		U	-	U
260		SP		U	-	U
265		SP		-	-	U
270		SP		-	-	U
275		SP		-	-	IR
280		BS		-	-	IR
285		BS		-	-	IR
290		SP		-	-	IR
295		SP		-	-	IR
300		SP		-	-	IR

M2,0

s	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7
5	AP	-	-	-	-	BS	-
10	AP	-	-	U	-	BS	-
15	V	-	-	U	-	BS	-
20	V	BS	-	U	-	-	-
25	V	BS	-	U	-	-	-
30	V	BS	-	U	-	-	-
35	AN	BS	BS	BS	-	-	-
40	V	BS	BS	BS	-	-	-
45	V	BS	BS	BS	-	-	-
50	-	BS	BS	SP	-	U	-
55	-	-	BS	SP	-	U	-
60	-	-	BS	SP	BS	U	U
65	-	-	BS	SP	BS	U	U
70	-	-	BS	SP	H	U	U
75	-	-	BS	BS	H	U	KD
80	-	BS	BS	BS	H	-	KD
85	BS	BS	Z	BS	H	-	KD
90	BS	BS	Z	U	H	-	U
95	BS	BS	Z	U	BS	-	U
100	BS	BS	Z	U	BS	-	U
105	BS	BW	Z	U	BS	U	U
110	BS	BS	Z	U	BZ	U	U
115	BS	BS	BS	U	BS	P	U
120	BS	BS	BS	U	BS	P	U
125	BS	BW	BS	U	U	P	U
130	BS	BS	BS	U	U	P	SO
135	-	BS	BS	U	U	P	SO
140	-	BZ	BS	U	U	P	SO
145	-	BS	BZ	U	U	P	U
150	V	H	BZ	U	-	P	U

155	V	BS	BS	U	-	P	BS
160	BS	BS	BS	U	-	P	BS
165	BS	BZ	BW	KD	-	KD	U
170	BS	-	BS	KD	-	KD	U
175	BS	-	BS	U	-	KD	-
180	H	-	BS	U	-	KD	-
185	H	-	H	U	-	U	-
190	H	-	H	U	-	U	-
195	Z	-	H	U	BS	U	-
200	Z	-	H	U	SP	U	-
205	Z	-	H	U	SP	BS	U
210	SP	-	H	SP	BS	BS	IR
215	SP	-	H	-	Z	U	IR
220	SP	-	H	-	Z	U	IR
225	H	-	H	-	Z	KD	IR
230	H	-	H	-	BS	KD	IR
235	H	-	H	-	BS	U	IR
240	SP	-	H	U	BW	U	U
245	SP	-	Abbr.	P	BW	SP	U
250	-	BS		P	BW	SP	U
255	-	BS		P	BS	SP	U
260	-	-		P	Z	U	U
265	-	-		P	Z	-	U
270	-	-		U	-	-	U
275	-	-		U	-	-	U
280	-	-		U	-	-	KD
285	V	-		U	-	-	KD
290	V	-		U	-	-	KD
295	-	-		U	U	-	KD
300	-	-		U	U	-	KD

M3,0

s	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	KD	-	-	-	-	-
15	-	KD	-	-	-	-	-
20	-	BS	-	-	BS	-	U
25	-	BS	-	-	BS	BS	U
30	-	BS	-	BS	U	U	U
35	-	-	-	BS	U	U	U
40	-	-	-	BS	U	U	P
45	-	-	-	-	U	U	P
50	-	SP	-	-	U	U	P
55	-	SP	-	-	U	U	P
60	-	SP	-	-	U	U	P
65	-	SP	-	-	U	P	P
70	-	SP	BS	-	KD	P	U
75	-	BS	BS	-	KD	P	U
80	-	BS	BS	Z	U	U	U
85	-	BS	BS	Z	U	U	U
90	-	BS	BW	Z	U	U	-
95	-	BZ	BW	Z	U	U	-
100	-	BZ	BW	Z	U	U	-
105	-	BZ	BS	BS	U	KD	-
110	-	BS	BS	BS	BS	KD	-
115	SA	BS	H	BS	BS	KD	-
120	SA	Z	H	BS	BS	U	-
125	F	Z	H	U	BS	U	-
130	-	Z	H	U	BS	U	-
135	-	Z	Z	U	BS	-	U
140	-	BS	Z	U	BS	-	U
145	-	BS	Z	U	BZ	-	U
150	-	BS	Z	U	BZ	-	SO

155	-	-	Z	U	BZ	-	SO
160	-	-	Z	-	BS	-	U
165	-	-	Z	-	-	-	U
170	-	-	Z	-	-	-	U
175	-	-	H	-	-	-	KD
180	-	-	H	-	-	-	KD
185	V	-	H	-	-	-	U
190	V	-	H	-	-	-	U
195	V	-	H	-	-	U	U
200	V	-	H	-	-	U	IR
205	-	-	H	U	-	U	IR
210	-	-	H	U	U	P	IR
215	-	-	H	U	U	P	IR
220	BS	-	H	P	U	P	IR
225	BS	-	H	P	KD	P	IR
230	BS	-	Abbr.	U	KD	P	IR
235	BW	-		U	U	P	IR
240	BS	-		U	U	P	IR
245	BS	-		U	U	U	IR
250	BZ	BS		-	U	U	IR
255	SP	BS		-	P	U	IR
260	SP	BS		-	P	U	U
265	BS	-		-	P	U	U
270	-	-		-	P	-	U
275	-	SP		-	P	-	U
280	-	BS		-	P	-	U
285	-	BS		-	P	-	U
290	-	BS		-	U	-	P
295	-	BS		-	U	-	P
300	-	BW		-	-	-	P

M4,0

s	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
5	-	-	-	-	-	BS	-	-
10	-	-	-	-	-	BS	-	-
15	-	-	-	-	-	BS	BS	-
20	-	-	-	-	-	U	BS	-
25	-	-	BS	-	-	U	BS	-
30	-	-	BS	-	BS	U	BS	-
35	-	-	BS	-	BS	U	BS	U
40	-	-	BS	-	BS	U	BW	U
45	-	-	BS	BS	BS	U	BW	U
50	BS	-	BS	BS	Z	U	BS	BS
55	BS	-	-	BS	Z	U	BS	BS
60	BS	-	-	BS	Z	U	BZ	BZ
65	BW	-	-	BS	Z	U	BS	BZ
70	BW	BS	-	BS	Z	-	BS	BZ
75	BS	BS	-	BW	Z	-	U	BS
80	BS	BS	-	BW	Z	-	U	U
85	BS	BS	-	BW	Z	-	U	U
90	BZ	BS	-	U	Z	-	U	U
95	BZ	BZ	-	U	Z	-	U	U
100	BZ	BS	-	U	BS	-	U	U
105	BS	BS	-	U	BS	-	U	-
110	-	BS	-	SP	BW	-	U	-
115	-	BS	-	SP	BW	-	U	-
120	-	BS	BS	SP	BW	-	-	-
125	-	BS	BS	SP	BS	U	-	U
130	BS	BS	BS	BS	BS	U	-	U
135	BS	-	BS	U	-	U	-	U
140	BS	-	BS	U	-	U	-	P
145	BS	-	BS	U	-	U	-	P
150	BS	-	BW	-	-	U	-	P

155	H	U	BS	-	-	U	-	P
160	H	U	BW	-	-	U	-	U
165	H	U	BS	-	BS	U	U	U
170	H	U	BS	-	BS	U	U	U
175	BS	U	-	-	BS	U	U	KD
180	BW	U	-	-	H	U	U	KD
185	BS	BZ	-	-	H	U	U	KD
190	BW	BZ	-	-	H	U	P	U
195	BW	BZ	-	-	H	U	P	U
200	BS	Z	-	BS	H	BS	P	U
205	BS	Z	-	BS	H	BS	P	IR
210	BZ	Z	-	BS	H	BS	P	IR
215	BS	Z	BS	BS	H	BS	P	IR
220	-	BZ	BS	H	H	BS	P	IR
225	-	BZ	BS	H	H	BS	P	IR
230	-	BZ	BS	H	Abbr.	BS	P	U
235	-	H	BS	H		SP	P	U
240	-	H	BS	H		SP	U	U
245	-	H	Z	H		SP	U	P
250	-	BS	Z	H		SP	U	P
255	-	BS	Z	H		SP	U	P
260	-	BS	-	BS		SP	U	U
265	-	-	-	BS		U	U	U
270	-	-	-	-		U	-	U
275	-	-	-	-		U		KD
280	-	-	-	-		U	-	KD
285	-	-	-	-		U	-	U
290	-	-	-	-		U	-	U
295	-	-	-	-		-	-	P
300	-	-	-	-		-	-	U

M0,1

s	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	BS	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	BS	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	U	BS	-	-	-	-	-	-
25	-	-	U	BS	-	-	-	-	-	-
30	-	-	U	BS	-	-	-	-	-	-
35	-	-	U	Z	AN	-	-	-	BS	-
40	-	-	U	Z	AN	-	-	-	BS	-
45	-	-	U	Z	U	-	-	-	Z	-
50	-	-	U	Z	U	-	-	BS	Z	-
55	-	-	U	Z	U	-	-	BS	Z	-
60	-	-	U	BS	U	-	-	V	Z	-
65	-	-	U	BS	U	-	-	V	Z	-
70	-	-	U	BS	-	-	-	V	Z	-
75	-	-	U	BS	-	-	-	BS	Z	-
80	-	-	U	BS	-	-	-	BS	Z	-
85	-	-	BS	-	-	-	-	U	-	-
90	-	-	BS	-	-	-	-	U	-	-
95	-	-	BS	-	-	-	-	U	-	-
100	-	-	BS	-	-	-	-	U	-	-
105	-	-	BW	-	U	-	-	U	-	-
110	-	-	BW	-	U	-	-	U	-	U
115	-	-	BS	-	U	U	-	U	U	U
120	-	-	-	-	U	U	-	U	BS	U
125	-	-	-	-	U	U	-	U	U	U
130	-	-	-	-	BS	U	-	U	-	BS
135	-	-	-	U	BS	U	-	U	-	BS
140	-	-	-	U	BS	U	-	U	-	BW
145	-	-	-	U	-	U	-	U	-	BS
150	-	-	-	U	-	U	-	U	U	U

155	-	-	-	U	U	BS	-	U	-	-
160	-	-	-	BS	-	H	-	U	U	-
165	-	-	-	BS	-	H	-	U	BS	-
170	-	-	BS	H	U	H	-	-	BS	-
175	-	-	Z	H	U	H	-	-	-	-
180	-	-	Z	H	U	BS	BS	-	SP	-
185	-	-	Z	H	U	BS	BS	-	-	-
190	-	-	BS	H	-	BS	BS	-	-	-
195	-	U	BS	BS	-	-	BS	-	U	-
200	-	U	BS	-	-	-	BZ	-	U	-
205	-	U	SP	SP	U	-	BS	-	U	-
210	-	U	SP	SP	U	-	BS	-	BS	U
215	-	U	SP	SP	-	-	BW	BS	BS	U
220	-	U	-	-	BS	-	BW	BS	BS	U
225	-	U	-	U	BS	BS	BW	BS	BA	U
230	-	-	-	U	-	BZ	-	U	BW	U
235	-	-	-	U	SP	BS	-	U	BS	P
240	AP	-	-	-	SP	BS	-	BS	BS	P
245	AP	-	-	-	SP	BS	-	U	U	P
250	AP	-	-	-	SP	-	-	U	U	U
255	-	-	-	-	-	-	U	BS	BS	U
260	-	-	-	-	-	-	U	H	-	U
265	-	BS	-	-	-	-	U	H	-	U
270	-	BS	-	-	BW	-	U	H	-	U
275	-	BS	-	-	BW	-	U	H	-	-
280	-	BS	-	-	BW	-	U	H	-	-
285	-	BS	-	U	-	BS	U	BS	-	-
290	-	BS	-	U	-	SP	U	BS	-	-
295	-	BS	-	U	-	SP	BS	-	-	-
300	-	BS	-	U	BW	SP	-	-	-	-

M0,2

s	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	BS	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	BS	-	-	-	-
35	-	-	-	-	-	U	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	U	-	-	-	U
45	-	-	-	-	-	U	-	-	-	U
50	-	-	-	BS	-	V	-	-	-	U
55	-	-	-	BS	-	V	-	U	-	U
60	-	-	-	BS	-	V	-	U	-	U
65	-	-	-	V	-	U	-	BS	-	U
70	-	-	BS	V	-	U	-	P	-	U
75	-	-	BS	V	-	V	-	P	-	U
80	-	-	U	V	-	U	-	P	-	U
85	-	-	U	V	-	U	-	P	U	U
90	-	-	U	U	-	U	-	U	U	U
95	-	-	U	U	-	BS	-	U	U	U
100	-	-	U	U	-	BS	-	U	U	-
105	-	-	U	U	-	BW	-	-	U	-
110	-	BS	U	U	-	BS	-	-	-	-
115	-	U	BS	U	BS	H	-	-	U	-
120	-	U	BS	BS	BS	BS	-	-	U	-
125	-	U	BS	-	BZ	BS	-	-	U	-
130	-	U	-	-	BZ	-	-	-	U	U
135	-	U	-	-	BW	-	-	-	U	BS
140	-	U	-	-	BS	-	-	-	U	-
145	-	U	-	-	-	-	-	-	U	U
150	-	BS	-	-	-	-	-	-	U	U

155	-	BS	-	-	-	-	-	-	-	U	U
160	-	BS	-	-	-	-	-	-	-	U	U
165	-	U	-	-	-	-	-	-	BS	U	U
170	-	U	-	BS	-	-	-	-	BZ	U	-
175	-	U	-	BS	-	-	-	-	BS	U	-
180	-	U	-	BZ	BS	-	-	-	BS	U	-
185	-	U	-	BZ	-	-	-	U	BS	U	U
190	AP	U	-	BS	-	-	-	U	U	U	U
195	AP	U	BS	BS	SP	BS	U	U	BS	U	U
200	AP	U	BS	BW	SP	BS	U	U	BS	KD	KD
205	AP	U	-	BS	SP	H	U	U	-	KD	KD
210	AP	U	-	-	-	H	BS	U	-	U	U
215	AP	U	-	-	U	H	BS	-	-	U	U
220	AP	BS	-	-	U	Z	U	-	-	U	U
225	AP	BZ	-	-	U	Z	U	-	-	-	-
230	AP	BZ	BS	-	U	Z	U	-	-	-	-
235	AP	BS	BS	-	U	Z	P	-	-	-	-
240	AP	BS	BZ	-	U	Z	U	-	-	-	-
245	AP	BS	BS	-	U	Z	U	-	-	-	-
250	AP	BW	-	U	U	BS	U	-	U	-	-
255	AP	BS	-	U	U	U	SO	-	U	-	-
260	AP	-	-	U	U	U	SO	-	U	U	U
265	-	-	-	U	U	U	U	-	U	U	U
270	-	-	-	SP	U	U	U	-	BS	P	P
275	-	-	-	SP	U	U	U	U	H	P	P
280	-	-	-	SP	U	U	U	U	H	U	U
285	-	-	-	U	U	BS	-	SP	H	U	U
290	-	-	-	U	U	BS	-	SP	H	U	U
295	-	-	-	U	U	BS	-	SP	H	IR	IR
300	-	-	-	U	U	-	-	SP	BS	U	U

M0,3

s	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	U	-	-	-	-	U	U	-
25	-	U	-	-	-	-	U	U	-
30	-	U	-	-	-	-	U	U	-
35	-	U	-	-	-	-	U	U	U
40	-	U	-	-	U	-	U	U	U
45	-	U	-	-	U	-	U	U	U
50	-	U	U	-	U	-	U	BS	U
55	-	U	U	-	U	-	U	BS	U
60	-	U	U	-	U	-	BS	SO	U
65	-	U	U	U	U	-	BS	SO	P
70	-	U	U	U	U	-	BS	BS	P
75	-	U	U	U	U	U	U	BS	P
80	-	U	U	U	U	U	U	BS	U
85	-	U	U	U	U	U	U	U	U
90	-	U	U	U	U	U	U	U	U
95	-	U	U	U	U	U	U	U	U
100	-	U	U	U	U	BS	U	U	-
105	-	U	U	U	U	BS	-	U	-
110	-	U	U	U	U	BS	-	-	-
115	-	U	U	U	BS	BS	-	-	-
120	-	U	U	U	BS	BS	-	-	-
125	-	U	U	U	BS	BW	-	-	-
130	-	U	U	U	BS	BW	-	-	-
135	-	U	U	U	BS	BW	-	-	-
140	-	U	U	U	U	BS	-	-	-
145	-	U	U	U	U	BS	BS	-	U
150	-	U	U	U	U	BS	BS	-	U

155	-	U	U	U	U	BZ	BS	BS	U
160	-	U	U	U	U	BS	U	BS	U
165	-	U	U	U	U	BS	U	BS	U
170	-	U	U	U	U	U	U	KD	IR
175	-	U	U	U	U	U	U	KD	IR
180	-	U	U	U	SP	U	U	BS	IR
185	-	U	U	U	SP	U	U	BW	IR
190	-	U	U	U	SP	U	P	BS	IR
195	-	U	U	U	U	U	P	-	IR
200	-	U	U	U	U	-	U	-	IR
205	-	U	U	U	U	-	U	-	IR
210	AN	U	U	U	U	-	-	-	U
215	-	U	U	U	U	-	-	U	U
220	-	U	U	U	U	-	-	U	U
225	-	U	U	U	-	-	-	SP	U
230	-	U	U	U	-	-	-	SP	U
235	-	U	U	U	-	-	U	SP	U
240	-	U	U	U	-	-	U	U	U
245	-	U	U	U	-	-	U	U	-
250	-	U	U	U	-	U	P	U	-
255	-	U	U	U	-	U	P	U	-
260	-	U	U	U	-	U	P	U	-
265	-	U	U	U	-	SP	BS	-	-
270	-	U	U	U	-	SP	BS	-	-
275	-	U	U	U	-	SP	BS	-	-
280	-	U	U	U	-	U	BW	-	-
285	-	U	U	U	-	U	BS	-	-
290	-	U	U	U	-	U	BZ	-	-
295	-	U	U	U	-	U	BZ	-	-
300	-	U	U	U	-	U	BS	-	-

Ergebnisse der statistischen Tests zur Spiegelselbsterkennung

Konfrontatione mit dem Spiegel ohne Markierung:

Daten für die **Hauptkomponentenanalyse:**

Importance of components:

	Comp.1	Comp.2	Comp.3	Comp.4	Comp.5
Standard deviation	1.6962487	1.1318408	0.8439052	0.35457972	0.0614341018
Proportion of Variance	0.5754519	0.2562127	0.1424352	0.02514536	0.0007548298
Cumulative Proportion	0.5754519	0.8316646	0.9740998	0.99924517	1.0000000000

Loadings:

	Comp.1	Comp.2	Comp.3	Comp.4	Comp.5
Außerhalb	-0.509	-0.362	0.254	-0.573	0.467
Ungerichtet	-0.468	0.511	0.515	0.504	
Interaktion	-0.276	-0.560	-0.717	0.307	
TSF	0.516	0.215	-0.474	-0.312	0.604
Physisch	0.423	-0.498	0.443	0.464	0.403

Konfrontatione mit dem Spiegel mit Markierung:

Zusammengefasst für alle Versuchstiere:

Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)

artm 4 8158 2039.4 22.228 0.0054 **

brustkopf 1 736 736.2 8.023 0.0472 *

Residuals 4 367 91.8

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

TukeyHSD(erg1)

Tukey multiple comparisons of means

95% family-wise confidence level

	diff	lwr	upr	p adj
Misch--Gelbe	-66.70	-126.2859	-7.114095	0.0323916
ohne-Gelbe	-75.20	-134.7859	-15.614095	0.0199334
Rote-Gelbe	-54.05	-113.6359	5.535905	0.0713368
Schein--Gelbe	-77.55	-137.1359	-17.964095	0.0175371
ohne-Misch-	-8.50	-68.0859	51.085905	0.9737879
Rote-Misch-	12.65	-46.9359	72.235905	0.9030984
Schein--Misch-	-10.85	-70.4359	48.735905	0.9401437
Rote-ohne	21.15	-38.4359	80.735905	0.6408334
Schein--ohne	-2.35	-61.9359	57.235905	0.9998054
Schein--Rote	-23.50	-83.0859	36.085905	0.5621203

M1,0

Tukey multiple comparisons of means

95% family-wise confidence level

Fit: aov(formula = dauer ~ artm, data = dat)

\$artm

	diff	lwr	upr	p adj
Misch--Gelbe	-177.5	-255.01656	-99.98344	0.0013913
ohne-Gelbe	-188.5	-266.01656	-110.98344	0.0010475
Rote-Gelbe	-140.0	-217.51656	-62.48344	0.0041759
Schein--Gelbe	-189.0	-266.51656	-111.48344	0.0010344
ohne-Misch-	-11.0	-88.51656	66.51656	0.9742657
Rote-Misch-	37.5	-40.01656	115.01656	0.4029169
Schein--Misch-	-11.5	-89.01656	66.01656	0.9699461
Rote-ohne	48.5	-29.01656	126.01656	0.2253828

Schein--ohne	-0.5	-78.01656	77.01656	0.9999999
Schein--Rote	-49.0	-126.51656	28.51656	0.2193853

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
brustkopf	1	1040	1040	0.159	0.7
Residuals	8	52336	6542		

M2,0

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
artm	4	22739	5685	9.477	0.0256 *
brustkopf	1	2690	2690	4.484	0.1016
Residuals	4	2399	600		

Tukey multiple comparisons of means

95% family-wise confidence level

Fit: aov(formula = dauer ~ artm, data = dat)

\$artm

	diff	lwr	upr	p adj
Misch--Gelbe	-105.0	-232.979	22.9789501	0.1006663
ohne-Gelbe	-129.0	-256.979	-1.0210499	0.0485315
Rote-Gelbe	-102.5	-230.479	25.4789501	0.1089623
Schein--Gelbe	-127.5	-255.479	0.4789501	0.0507060
ohne-Misch-	-24.0	-151.979	103.9789501	0.9341826
Rote-Misch-	2.5	-125.479	130.4789501	0.9999881
Schein--Misch-	-22.5	-150.479	105.4789501	0.9466254
Rote-ohne	26.5	-101.479	154.4789501	0.9101915
Schein--ohne	1.5	-126.479	129.4789501	0.9999985
Schein--Rote	-25.0	-152.979	102.9789501	0.9250664

M3,0

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
artm	4	4323	1080.7	4.224	0.0959 .
brustkopf	1	1464	1464.1	5.722	0.0750 .
Residuals	4	1023	255.9		

Tukey multiple comparisons of means

95% family-wise confidence level

Fit: aov(formula = dauer ~ artm, data = dat)

\$artm

	diff	lwr	upr	p adj
Misch--Gelbe	-29.5	-118.97544	59.97544	0.6921399
ohne-Gelbe	-44.0	-133.47544	45.47544	0.3904191
Rote-Gelbe	-14.0	-103.47544	75.47544	0.9638977
Schein--Gelbe	-58.5	-147.97544	30.97544	0.2003565
ohne-Misch-	-14.5	-103.97544	74.97544	0.9593236
Rote-Misch-	15.5	-73.97544	104.97544	0.9491624
Schein--Misch-	-29.0	-118.47544	60.47544	0.7034633
Rote-ohne	30.0	-59.47544	119.47544	0.6807908
Schein--ohne	-14.5	-103.97544	74.97544	0.9593236
Schein--Rote	-44.5	-133.97544	44.97544	0.3818582

M4,0

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
artm	4	9802	2450.6	19.989	0.00659 **
brustkopf	1	410	409.6	3.341	0.14158
Residuals	4	490	122.6		

Tukey multiple comparisons of means

95% family-wise confidence level

Fit: aov(formula = dauer ~ artm, data = dat)

\$artm

	diff	lwr	upr	p adj
Misch--Gelbe	-74	-127.81998	-20.180015	0.0139084
ohne-Gelbe	-83	-136.81998	-29.180015	0.0084636
Rote-Gelbe	-61	-114.81998	-7.180015	0.0308339
Schein--Gelbe	-84	-137.81998	-30.180015	0.0080291
ohne-Misch-	-9	-62.81998	44.819985	0.9547932
Rote-Misch-	13	-40.81998	66.819985	0.8587292
Schein--Misch-	-10	-63.81998	43.819985	0.9361085
Rote-ohne	22	-31.81998	75.819985	0.5343834
Schein--ohne	-1	-54.81998	52.819985	0.9999903
Schein--Rote	-23	-76.81998	30.819985	0.4996079

M0,1

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
artm	4	352.4	88.1	3.986	0.105
brustkopf	1	240.1	240.1	10.864	0.030 *
Residuals	4	88.4	22.1		

Tukey multiple comparisons of means

95% family-wise confidence level

Fit: aov(formula = dauer ~ artm, data = dat)

\$artm

	diff	lwr	upr	p adj
--	------	-----	-----	-------

Misch--Gelbe	-1.450000e+01	-47.01547	18.01547	0.4661808
ohne-Gelbe	-1.450000e+01	-47.01547	18.01547	0.4661808
Rote-Gelbe	-7.500000e+00	-40.01547	25.01547	0.8761336
Schein--Gelbe	-1.550000e+01	-48.01547	17.01547	0.4142363
ohne-Misch-	-8.881784e-16	-32.51547	32.51547	1.0000000
Rote-Misch-	7.000000e+00	-25.51547	39.51547	0.8989333
Schein--Misch-	-1.000000e+00	-33.51547	31.51547	0.9999274
Rote-ohne	7.000000e+00	-25.51547	39.51547	0.8989333
Schein--ohne	-1.000000e+00	-33.51547	31.51547	0.9999274
Schein--Rote	-8.000000e+00	-40.51547	24.51547	0.8512692

M0,2

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
artm	4	16.0	4.0	2.50	0.198
brustkopf	1	3.6	3.6	2.25	0.208
Residuals	4	6.4	1.6		

Tukey multiple comparisons of means

95% family-wise confidence level

Fit: aov(formula = dauer ~ artm, data = dat)

\$artm

	diff	lwr	upr	p adj
Misch--Gelbe	-3.000000e+00	-8.673125	2.673125	0.3364702
ohne-Gelbe	-3.000000e+00	-8.673125	2.673125	0.3364702
Rote-Gelbe	-1.000000e+00	-6.673125	4.673125	0.9461657
Schein--Gelbe	-3.000000e+00	-8.673125	2.673125	0.3364702
ohne-Misch-	9.992007e-16	-5.673125	5.673125	1.0000000
Rote-Misch-	2.000000e+00	-3.673125	7.673125	0.6457231
Schein--Misch-	0.000000e+00	-5.673125	5.673125	1.0000000

Rote-ohne	2.000000e+00	-3.673125	7.673125	0.6457231
Schein--ohne	-9.992007e-16	-5.673125	5.673125	1.0000000
Schein--Rote	-2.000000e+00	-7.673125	3.673125	0.6457231

M0,3

Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)

artm	4	6272	1567.9	4.787	0.0792 .
brustkopf	1	902	902.5	2.756	0.1722
Residuals	4	1310	327.5		

Tukey multiple comparisons of means

95% family-wise confidence level

Fit: aov(formula = dauer ~ artm, data = dat)

\$artm

	diff	lwr	upr	p adj
Misch--Gelbe	-63.5	-147.88475	20.88475	0.1328637
ohne-Gelbe	-64.5	-148.88475	19.88475	0.1265353
Rote-Gelbe	-52.5	-136.88475	31.88475	0.2287256
Schein--Gelbe	-65.5	-149.88475	18.88475	0.1205272
ohne-Misch-	-1.0	-85.38475	83.38475	0.9999984
Rote-Misch-	11.0	-73.38475	95.38475	0.9809559
Schein--Misch-	-2.0	-86.38475	82.38475	0.9999743
Rote-ohne	12.0	-72.38475	96.38475	0.9740738
Schein--ohne	-1.0	-85.38475	83.38475	0.9999984
Schein--Rote	-13.0	-97.38475	71.38475	0.9657682