



DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Objektdiskrimination bei Hunden (*Canis familiaris*), Bild versus Realität

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag^a. rer.nat.)

Verfasserin / Verfasser: Karin Bayer

Matrikel-Nummer: 8701664

Studienrichtung /Studienzweig Zoologie
(lt. Studienblatt):

Betreuerin / Betreuer: Ao. Univ. Prof. Mag. Dr. Ludwig Huber

Wien, im

November 2008

Inhalt

1	Zusammenfassung	5
2	Abstract (Zusammenfassung in Englisch)	7
3	Einleitung	9
3.1	Bild/Objektäquivalenz	9
3.2	Die Touch-Screen-Methode im Vergleich zu anderen 2D Methoden.....	12
3.3	Der Hund (Canis familiaris)	13
3.4	Visuelle Fähigkeiten des Hundes.....	13
3.5	Ziel und Fragestellungen dieses Experiments	14
4	Methode	16
4.1	Versuchstiere.....	16
4.2	Versuchsapparaturen.....	18
4.2.1	Touch-Screen Apparatur	18
4.2.2	Apparatur zur Präsentation der realen Objekte	20
4.3	Stimuli	22
4.4	Versuchsablauf	24
4.4.1	Vortraining und Vortest Touch-Screen	24
4.4.2	Vortraining Realität.....	27
4.5	Haupttest	29
4.5.1	Haupttest Realität zu Touch-Screen	29
4.5.2	Haupttest Touch-Screen zu Realität	32
4.6	Gruppeneinteilung.....	35
4.7	Datenaufnahme	36
4.8	Statistik.....	37
5	Ergebnisse.....	38
5.1	Überblick.....	38
5.2	Vortraining	41
5.3	Vortest	42
5.4	Training für Haupttest.....	42
5.5	Vergleich Vortraining – Training für die Haupttests.....	45
5.5.1	Haupttest	47
6	Diskussion	50
6.1	Vortest	51
6.2	Trainingseffekte	52
6.3	Haupttests.....	54
6.4	Conclusio	57
7	Bibliographie	58
	Danksagung	65
	Appendix	66
	Curriculum vitae	68

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1. Übersicht der Versuchstiere, mit Angabe von Gruppenzugehörigkeit, Alter, Geschlecht (männlich/weiblich), Rasse und Vorerfahrung am Touch-Screen..	17
Tabelle 2. Einteilung der Stimuli (S+ und S-), sowie Verteilung der Bildansichten (Ansicht 1 – 5 pro Objekt) im Vortraining und Vortest.	26
Tabelle 3. Abfolge und Anzahl der Stimuli-Paar-Präsentationen des Haupttests Realität zu Touch-Screen.....	31
Tabelle 4. Abfolge und Anzahl der Stimuli-Paar-Präsentationen des Haupttests Touch-Screen zu Realität.....	34
Tabelle 5. Einteilung der Hunde in zwei Gruppen, mit Angabe von Alter, Geschlecht (männlich/weiblich) und Rasse.	35
Tabelle 6. Einteilung der Hunde im Vortraining, Angabe der Gruppe, der Reihenfolge (Touch-Screen TS, Realität R), sowie Klassifizierung der Objekte in positiv + und negativ -.	35
Tabelle 7. Einteilung der Hunde im Haupttest, Gruppenzugehörigkeit, Lernrichtung und Einteilung der Objekte der zwei Haupttestteile in positiv und negativ.	36
Tabelle 8. Anzahl der Sessions je Hund bis zum Erreichen des Kriteriums in allen Konditionen. Haupttest-Training in der Reihenfolge der Ausführung.	41
Tabelle 9. Auswertung Vortest, Anzahl der korrekten Testpaare (von 16 möglichen), Prozentangabe, der korrekten Antworten und p-Werte (Binomial-Test).....	42
Tabelle 10. Anzahl der Sessions bis zum Erreichen des Kriteriums (Touch-Screen Training für Haupttest) bei 30 Stimuli-Paaren pro Session (tatsächlich) und 10 Stimuli-Paaren pro Session, Anzahl der bis zum tatsächlichen Kriterium verbleibenden Paare, Anzahl der Sessions in der Realität.	44
Tabelle 11. Ergebnisse der Haupttests: Namen der Hunde, korrekte der Antworten bei Testpaaren (6 Paare), Prozentwerte der korrekten Antworten und p-Werte von Binomial-Test (n=6).	47
Tabelle 12. Darstellung der Antworten auf die ersten Testpaare (=Erstantworten) in den Haupttests, korrekte oder inkorrekte Antworten, sowie korrekte Antworten insgesamt.	48

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1. Schematische Darstellung der Touch-Screen Apparatur.....	19
Abbildung 2. Foto der Touch-Screen Apparatur mit einem Hund beim Training.	20
Abbildung 3. Schematische Darstellung der Apparatur zur Präsentation der realen Objekte.	21
Abbildung 4. Foto der Apparatur zur Präsentation der realen Objekte: im Vordergrund der Sessel für den Hundebesitzer, dahinter die Sichtschutzwand, links dahinter eine graue Plastikbox und darauf ein Stimulus.....	22
Abbildung 5. Fotos der Objekte: oben Vortraining (je 5 Ansichten Touch-Screen, Realität), darunter Haupttest Teil1 und Haupttest Teil 2.....	23
Abbildung 6. Prozessschema der Abfolge des Haupttests von der Realität zum Touch-Screen.....	30
Abbildung 7. Prozessschema der Abfolge des Tests vom Touch-Screen zur Realität.....	33
Abbildung 8. Anzahl der Sessions bis zum Kriterium, korrekte Antworten pro Session in Prozent für jeden einzelnen Hund. Linke Seite: Vortraining und Training für Haupttest am Touch-Screen, rechte Seite: Vortraining und Training für Haupttest in der Realität.	40
Abbildung 9. Vergleich der Konditionen Touch-Screen und Realität in Bezug auf Anzahl der Sessions bis Erreichen des Kriteriums bei allen Tieren im Vortraining. ..	41
Abbildung 10. Vergleich der Konditionen Touch-Screen und Realität in Bezug auf Anzahl der Sessions bis Erreichen des Kriteriums bei allen Tieren in den Trainings für die Haupttests.....	43
Abbildung 11. Fiktive Anzahl an Sessions bis zum Erreichen des Kriteriums am Touch-Screen und Anzahl der Sessions bis zum Erreichen des Kriteriums in der Realität (beide im Training für die Haupttests).....	45
Abbildung 12. Vergleich Anzahl Sessions von allen Tieren bei Vortraining Touch-Screen und Training am Touch-Screen für Haupttest.	46
Abbildung 13. Vergleich Anzahl Sessions von allen Tieren bei Vortraining in der Realität und Training in der Realität für Haupttest.	46
Abbildung 14. Haupttests im Vergleich, Prozentwerte der korrekten Antworten	48

1 Zusammenfassung

Das Experiment sollte zeigen ob Hunde zwischen Stimuli in der Realität (Objekte) und auf dem Touch-Screen (Bilder von denselben Objekten) diskriminieren können. In einem Transfertest wurde untersucht ob diese Stimuli, wenn sie in der Realität (3D) gelernt wurden, dann auf dem Touch-Screen (2D) richtig diskriminiert werden konnten. Ebenso wurde getestet ob beim Lernen in der Realität mit neuen Stimuli diese anschließend richtig auf dem Touch-Screen unterschieden werden konnten.

Das Experiment wurde mit 8 Hunden durchgeführt. Die Stimuli waren je zwei Alltagsgegenstände pro Lernvorgang, die Fotos davon wurden aus je fünf Blickwinkeln gemacht. Die Stimuli wurden paarweise präsentiert, ein positives und ein negatives Objekt. Die Bilder der Objekte mussten als Zeichen der Wahl mit der Nase berührt werden, die Belohnung aus der Futtermaschine erfolgte automatisch durch das Programm. In der Realität mussten die Hunde ebenfalls als Zeichen ihrer Wahl eines der zwei gleichzeitig präsentierten Objekte mit der Nase berühren und wurden mit dem "Clicker" und Futter bestätigt. Die Tiere wurden in zwei Gruppen eingeteilt, die eine Gruppe begann mit dem Lernen am Touch-Screen, die andere mit dem Lernen in der Realität. Der auf das Training folgende Test mit unbelohnten Testpaaren der Objekte aus dem Training in der jeweils anderen Dimension (Touch-Screen oder Realität) sollte zeigen, ob die Hunde einen Zusammenhang zwischen der zwei- und der dreidimensionalen Präsentation erkennen können. Dabei sollte aber nicht herausgefunden werden, ob sie diesen Vorgang lernen können, sondern ob sie das Wissen darüber prinzipiell besitzen und wechselseitig anwenden können.

Für beide Versuchsbedingungen (Touch-Screen und Realität) fand ein Vortraining zum Kennenlernen der Methode statt. Dabei wurden andere Objekte als im Test verwendet. Das Vortraining am Touch-Screen beinhaltete einen Vortest, der zeigen sollte, ob die Hunde die verschiedenen Ansichten der Objekte richtig generalisieren konnten. Dazu wurden im Vortraining nur drei Ansichten gelernt und die Fähigkeit zum Generalisieren mit den anderen zwei Ansichten in einem unbelohnten

Transfertest überprüft. Alle Hunde erlernten die geforderten Diskriminationen und bei dem Transfer im Vortest zu den neuen Ansichten waren alle Tiere erfolgreich.

Zwei Hunde konnten das im Training erlernte Wissen im Test von einer Präsentationsart auf die andere übertragen. Diese beiden Hunde lernten ein Objektpaar in der Realität zu unterscheiden und wählten dann auf die gleiche Weise die Test-Paare am Touch-Screen. Bei den Diskriminations-Trainings am Touch-Screen wurde auch ein "Lernen zu lernen"-Effekt beobachtet. Obwohl alle Hunde bereits "Experten" der Touch-Screen-Arbeit waren, gab es eine merkliche Reduktion der Lerndauer bis zum Erreichen des Kriteriums bei der zweiten Phase des Diskriminationslernens.

Diese Studie zeigte, dass Hunde eine in der Realität gelernte Objekt-Diskrimination auf den Touch-Screen übertragen können, der umgekehrte Ablauf konnte nicht gezeigt werden. Mit diesem Experiment wurden neue Erkenntnisse über die kognitiven Fähigkeiten von Hunden gewonnen.

2 Abstract (Zusammenfassung in Englisch)

The aim of this study was to investigate dogs' ability to discriminate stimuli in reality (objects) and on the touch-screen (pictures of the same objects). A transfer-test should investigate if the discrimination learned in reality (3D) could be transferred to the touch-screen condition (2D) and vice versa.

Eight dogs participated in this experiment. The stimuli consisted of two every-day-objects for each discrimination task. The pictures were taken from five different angles. The stimuli were presented in a two-choice procedure, consisting of one positive and one negative object. The subjects were required to indicate their choice by touching the positive stimulus with the nose. In the reality training they were reinforced with clicker and food reward, on the touch screen there was a program-automated stimulus presentation and food-reward procedure. The animals were divided into two groups. One group learned the discrimination in the touch-screen condition first, the other in the reality condition. The following test with the stimuli presented in the other condition (touch-screen or reality) with unrewarded pairs of objects from training should show if the dogs recognized a relationship or equivalence between the 2D and 3D presentation. The aim of the study was to determine the extent to which dogs can understand the equivalence between objects presented in two or three dimensions.

In both conditions (touch-screen and reality) the dogs were pretrained to familiarize with the discrimination procedure. The stimuli used here were not used in the further training and test phases. Pretraining on the touch-screen contained a pre-test that should show dogs' abilities to generalize from the different perspectives of the objects. For that purpose the animals learned during the pretraining only three of the five possible perspectives, the remaining perspectives were tested within an unrewarded transfer-test. All dogs learned to discriminate the stimuli and passed the transfer to the new perspectives during the pre-test.

In the test (transferring from reality to touch-screen or vice versa) two dogs were able to transfer the knowledge about the consequences of the objects' choice (food reward or not) in the testing in one direction. They learned to choose the positive member of the stimulus pair in reality and transferred this knowledge to the touch-screen condition. During the discrimination trainings a "learning to learn" effect became evident. Although all dogs were already touch-screen "experts" at the beginning of the experiment, there was a significant decrease of learning time until reaching the criterion within the second phase of discrimination training.

This study showed, that dogs could transfer the knowledge about the consequences of the objects' choice (food reward or not) from reality to the touch-screen condition but not vice versa. This experiment revealed new aspects of dogs' cognitive abilities.

3 Einleitung

3.1 Bild/Objektäquivalenz

Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Objekten und Bildern von denselben, sowie Aussagen über die Natur der Repräsentation sind ein viel beachtetes Thema der Kognition. Bilder sind immer Abstraktionen der 3D-Entsprechungen (Fagot, 2000, Bovet and Vauclair, 2000) und für die meisten Tiere von den realen Objekten doch sehr verschieden.

Die wissenschaftliche Tradition, bildliche Reize (engl. Stimuli) in Kategorisierungs-Experimenten mit Tieren zu verwenden, begann mit den Arbeiten an Tauben (Herrnstein and Loveland, 1964). Wie Bilder gesehen werden und in welchem Maße sie als tatsächliche Repräsentation von realen 3D-Objekten erkannt werden, wurde mehrfach erforscht (DeLoache, 2004, Fagot, 2000, Bovet and Vauclair, 2000). Die Möglichkeiten der Bilderkennung hängen von verschiedenen Faktoren ab, wie der Beschaffenheit des visuellen Systems, der Qualität der Bilder und der Vorerfahrungen der Tiere. Bei Bildern fehlen einige Informationen, die bei Objekten in der Realität vorhanden wären, wie Bewegung und auditive oder olfaktorische Aspekte. Einige der Komponenten der bildlichen Repräsentationen sind keine Duplikate der 3D-Erfahrungen, sondern sind bedingt durch die Technik der Aufnahme (wie Perspektive, Schatten und Texturen). Je mehr das Bild vom realen Objekt abweicht, desto mehr muss der Betrachter mit Bildern Erfahrung haben (Miller, 1973), um die darauf abgebildeten Objekte zu erkennen.

Bei Tieren gibt es verschiedene Stufen der Bild-Objekterkennung. Die Verwechslung von Bildern mit realen Objekten ist vielfach belegt worden. Springspinnen (*Maevia inclemens*) zeigten je nach gezeigtem Stimulus in einem Video (Insekten, Artgenossen, artfremde Spinnen) die adäquate Verhaltensreaktion (Clark and Uetz, 1990). Stichlinge (*Gasterosteus aculeatus*) zeigten ähnliche Reaktionen auf Videos von Männchen, wie auf echte Männchen (Rowland et al., 1995). Hähne (*Gallus domesticus*) reagierten mit Alarmrufen auf Videos von Luftfeinden, wenn Hennen anwesend

waren (Evans and Marler, 1991). Männliche Tauben (*Columba livia*) zeigten Balzverhalten bei Videos von Weibchen, aber nicht bei Videos von Kakadus (Shimizu, 1998). Schafe (*Ovis aries*) zeigten viel schwächere Angstreaktionen auf Bilder unbekannter Tiere der eigenen Rasse als auf Bilder einer fremden Rasse (Bouissou et al., 1996). Sie zeigten auch Elemente des Sozialverhaltens, wie zum Beispiel Ablecken der Bilder (Kendrick et al., 1995). Weißbüschelaffen (*Callithrix jacchus*) machten Greifbewegungen bei Bildern von Beute und zeigten Angst bei Bildern von Kobras (von Heusser, 1968). Rhesusaffen (*Macaca mulatta*) zeigten Angstreaktionen bei Bildern von Gesichtern von Artgenossen (Rosenfeld and Van Hoesen, 1979). Makaken (*Macaca fascicularis*) zeigten angemessene soziale Reaktionen auf Bilder (Kyes et al., 1992) und Videos (Plimpton et al., 1981). Eine aktuelle Studie mit Pavianen (*Papio anubis*) zeigte, dass diese Bilder von Objekten zwar diskriminieren konnten, aber diese mit den realen Objekten verwechselten (Parron et al., 2008).

Bei einer simplen Merkmalsdiskrimination findet die Diskrimination auf Basis von Wiedererkennung von simplen 2D-Merkmalen im Bild oder realen Objekt statt. Der Transfer beruht daher nicht auf dem Erkennen des echten 3D-Objektes. Tauben konnten von realen Objekten zu Schwarz-Weiß-Fotos generalisieren (Cabe, 1976). Sie übertrugen die Diskrimination sphärische/nicht sphärische Objekte zu Schwarz-Weiß-Fotos, Farbfotos, Zeichnungen und Fotos von neuen Objekten (Delius, 1992). Tauben konnten zwischen Bildern von der Nähe des Schlages und von anderen Orten diskriminieren (Wilkie et al., 1989). Sie diskriminierten auch Farbbilder der beiden Enden eines Raumes und übertrugen dieses Wissen zum echten Raum (Honig and Ouellette, 1989). Rhesusaffen lernten über ein Video Angstreaktionen auf Schlangen zu zeigen (Cook and Mineka, 1990). Paviane (*Papio hamadryas*) wählten bei der Betrachtung von Bildern des dominanten Männchens der Gruppe bevorzugt die Ansichten des ganzen Gesichts und Bilder der Augenregion (Kyes and Candland, 1987). Schimpansen (*Pan troglodytes*) konnten etwas auf einem Bildschirm Gesehenes für eine Such-Aufgabe nutzen (Menzel Jr et al., 1978). Bei einem anderen Versuch

konnte ein Schimpanse auf Fotos die richtige Lösung für ein Problem wählen, das er zuvor in einem Film gesehen hatte (Premack and Woodruff, 1978). Eine Studie mit zwei Schimpansen und einem Orang-Utan (*Pongo abelii*) zeigte, dass diese Fotos von Objekten den realen Objekten haptisch richtig zuordnen konnten (Davenport and Rogers, 1971). Dieses Ergebnis konnte allerdings nicht repliziert werden (Winner and Ettlenger, 1979).

Erst bei einer gegenständlichen Einsicht, also dem Erkennen des Bildes als Repräsentation des realen 3D-Objektes gilt die Bild/Objektäquivalenz. Die Schimpansin "Viki" konnte Abbildungen den realen Objekten zuordnen und machte Handlungen von Videos, Fotos und Strichzeichnungen nach. Allerdings sind diese Berichte sind als anekdotisch zu werten (Hayes et al., 1953). Makaken (*Macaca fascicularis*) konnten die Bilder von bekannten Artgenossen, sowie die Körperteile den jeweiligen Individuen zuordnen (Dasser, 1987). Tauben konnten in einem Versuch zwischen realen Objekten (essbar und nicht essbar) und ihren Fotos unterscheiden, sowie die Objekte und Fotos in essbar und nicht essbar unabhängig von realer oder bildlicher Präsentation einordnen (Watanabe, 1997). Bei einem Transfer von Bild zu Realität und umgekehrt, bleibt aber immer der Zweifel, ob dieser perzeptuell oder abstrakt vollzogen wird, das heißt, ob das Wiedererkennen auf dem Erkennen von 2D-Merkmalen oder dem Verstehen der repräsentativen Natur des Bildes beruht. Bei einer Studie im Taubenlabor der Universität Wien wurde besonders auf diese Unsicherheit der Methode eingegangen und die Bild/Objektäquivalenz auf rein bildlicher Ebene, also ohne die Notwendigkeit der Übertragung in die Realität getestet. Zunächst lernten Tauben Fotos von Personen und Fotos ohne Personen zu diskriminieren. Eine Gruppe der Tiere hatte Fotos von Personen, auf denen keine Hände zu sehen waren, die andere Gruppe diskriminierte Fotos von Personen ohne Köpfe. In einem nachfolgenden Test wurden die fehlenden Teile (Köpfe, Hände) zusammen mit isolierten Hautteilen als Kontrolle gezeigt. Interessanterweise konnten die Tauben die zuvor niemals gesehenen Körperteile, nicht aber die Hautteile, signifikant richtig eingeordnet (Aust and Huber, 2006). Die

Tauben konnten also den Zusammenhang zwischen den Personen und Teilen von Personen erkennen, wozu aber Vorerfahrung mit Menschen notwendig war.

Wie sind nun die Leistungen der Tiere im direkten Vergleich zum Menschen zu sehen? Bei einer Studie, bei der Primaten mit Kindern verglichen wurden, wurden Schimpansen und Orang-Utans sowie 3-jährige Kinder mit einer Such-Aufgabe auf einem Bildschirm und in der Wirklichkeit konfrontiert. Die Primaten lösten die Aufgaben, die direkt präsentiert wurden gleich gut wie jene über Bildschirmpräsentation, doch die Kinder hatten mit dem Verstehen der Videos Schwierigkeiten (Poss and Rochat, 2003). 2D-Bilder als Repräsentation von 3D-Objekten zu sehen ist auch beim Menschen nicht selbstverständlich (Miller, 1973). Basale Fähigkeiten zur Bilderkennung scheinen schon mit 4 Wochen vorhanden und angeboren zu sein (Miller, 1973, Dirks and Gibson, 1977), müssen aber scheinbar weiter geübt werden, um bestehen zu bleiben (Miller, 1973).

In zwei Studien wurde näher untersucht, welche Richtung bei einem Transfer zwischen realen Objekten und deren Bildern scheinbar einfacher ist. Bei einem Versuch mit Menschen wurde herausgefunden, dass diese bekannte Gesichter gut auf Fotos erkennen können, auch wenn diese Fotos von sehr schlechter Qualität sind (Burton et al., 1999). Paviane zeigten bei einem Bild/Objekttransfertest, dass die Verallgemeinerung von den Objekten zu den Fotos, nicht aber umgekehrt möglich war (Martin-Malivel, 1998).

3.2 Die Touch-Screen-Methode im Vergleich zu anderen 2D Methoden

Die Methode des Touch-Screens ist seit geraumer Zeit bei vielen Fragestellungen als Testmethode in Verwendung. Die längste Tradition dabei haben sicher die Versuche mit Tauben (Pisacreta and Rilling, 1987), wie das auch im Taubenlabor von Dr. Huber seit mehreren Jahren Anwendung findet. Auch bei Affen (Vonk and MacDonald, 2004) und Hunden (Range et al., 2008) wurde schon der Touch-Screen als Präsentationsmethode verwendet, einmal sogar im direkten Vergleich von Kindern, Studenten, Hunden und Tauben (Aust et al., 2008).

Hunde wurden aber auch mit anderen 2D-Methoden hinsichtlich ihrer visuellen Wahrnehmungs- und Diskriminationsfähigkeiten getestet. Dies waren entweder Fotopräsentationen auf einem Monitor, bei welcher die Betrachtungszeit gemessen wurde (Adachi et al., 2006). Bei einer anderen Studie wurden lebensgroße Videoprojektionen der Besitzer verwendet, um Hunde mit Befehlen der Besitzer zu konfrontieren (Pongrácz et al., 2003).

3.3 Der Hund (*Canis familiaris*)

Hunde stammen vom Wolf ab. Die Frage nach dem Zeitpunkt der Domestikation ist umstritten (Savolainen et al., 2002, Vila et al., 1997) und liegt nach neuesten Schätzungen bei etwa 10.000 Jahren. Im Zuge dieser Domestikation wurde eine starke Bindung zwischen Menschen und Hunden generiert, die diese zum Zwecke der Arbeitserleichterung oder der Jagd hielten (Coppinger and Coppinger). Die Gemeinsamkeiten von Mensch und Hund, wie das Leben in einer sozialen Gruppe mit Beziehungen zwischen den Gruppenmitgliedern sowie das Eingehen auf eine andere Spezies ist einzigartig im Tierreich (Bräuer et al., 2006) und kann die Entwicklung in Bezug auf soziale Intelligenz gegenseitig beeinflusst haben (Miklósi et al., 2004). Hunde wurden bereits vielfach auf ihre soziale Intelligenz und soziales Lernverhalten getestet (Pongrácz et al., 2001, Kubinyi et al., 2003, Pongrácz et al., 2003, Pongrácz et al., 2004), Meine Experimente sollten aber mehr über die individuelle Lernfähigkeit von Hunden aussagen. Individuelle Intelligenz, hier im Besonderen die Fähigkeit Gelerntes auf die Realität und umgekehrt zu übertragen, kann durch die Touch-Screen-Methode getestet werden.

3.4 Visuelle Fähigkeiten des Hundes

Bei Hunden ist das Wissen über ihre Fähigkeit zur Bild/Objektäquivalenz noch sehr rudimentär. Wie Hunde Bilder wahrnehmen kann durch die Analyse ihres visuellen Systems geklärt werden. Obwohl Hunde im Laufe der letzten Jahre immer mehr ins Zentrum der wissenschaftlichen Aufmerksamkeit rückten, sind Fragen über ihre visuellen Fähigkeiten erst spät erforscht worden und manche Themen wie Myopie und damit krankhaft eingeschränktes Sehvermögen bei einigen Rassen noch nicht

restlos geklärt (Pfefferkorn, 2000, Murphy et al., 1992). Die Retina von Caniden enthält hauptsächlich Stäbchen und nur wenige Zapfen (Peichl, 1991). Verschiedene Studien haben ergeben, dass Hunde dichromatisches Farbsehen mit zwei Arten von Zapfen haben (Neitz et al., 1989, Coile et al., 1989). Das visuelle Feld bei Hunden ist 250°, beim Menschen nur 180° weit, daher haben Hunde ein besseres peripheres Sehvermögen. Die binokulare Überlappung beträgt bei Hunden zwischen 30° und 75°, weniger als beim Menschen mit 140°. Hunde besitzen keine Fovea, sondern eine Area centralis mit einer höheren Photorezeptor- und Zelldichte. Versuche zur Graustufen-Diskrimination (Pretterer et al., 2004) zeigten ebenso die dem Menschen unterlegenen Fähigkeiten. Probleme der Bildpräsentation bei Tieren wurden bei manchen Studien bereits diskutiert (D'Eath, 1998). Daher wurden die visuellen Stimuli für dieses Experiment so gewählt, dass sie für die Hunde unterscheidbar sein sollten.

3.5 Ziel und Fragestellungen dieses Experiments

Viele Studien zeigten, dass Hunde erstaunliche Fähigkeiten haben und in mancher Hinsicht sogar Primaten überlegen sind (Bräuer et al., 2006). Jedoch ist noch nicht bekannt, ob Hunde über die Fähigkeit des Objekt-Transfers von 3D zu 2D und umkehrt verfügen. Erste Erkenntnisse zu diesem Thema würden das Wissen über die Kognition bei Hunden zweifellos bereichern. Die Fähigkeit der Bild/Objektäquivalenz steht im Schnittpunkt von Wahrnehmung und Kognition, einer besonders aktuellen und brisanten Frage der Kognitionsbiologie.

Das Experiment sollte daher zeigen ob Hunde visuelle Stimuli in der Realität (Objekte) und auf dem Touch-Screen (Bilder von Objekten) diskriminieren können. In einem Transfertest sollten diese Stimuli, wenn sie in der Realität gelernt wurden, dann auf dem Touch-Screen richtig diskriminiert werden. Beim Lernen in der Realität mit neuen Stimuli sollten diese anschließend richtig auf dem Touch-Screen diskriminiert werden. Die Stimuli waren je zwei Alltagsgegenstände pro Lernvorgang, die Fotos davon wurden aus je fünf Blickwinkeln gemacht. Die Tiere wurden in zwei Gruppen eingeteilt, die eine Gruppe begann mit dem Lernen am

Touch-Screen, die andere mit dem Lernen in der Realität. Der Test sollte zeigen, ob die Hunde einen Zusammenhang zwischen der zwei- und der dreidimensionalen Präsentation erkennen können. Dabei soll aber nicht herausgefunden werden, ob sie diesen Vorgang lernen können, sondern ob sie das Wissen darüber prinzipiell besitzen, das heißt, ob sie die Verallgemeinerung spontan anwenden können.

Für beide Versuchsbedingungen (Touch-Screen und Realität) fand ein Vortraining zum Kennenlernen der Methode statt. Dabei wurden andere Objekte als im Test verwendet. Das Vortraining am Touch-Screen beinhaltete einen Vortest, der zeigen sollte, ob die Hunde die verschiedenen Ansichten der Objekte richtig generalisieren, sprich dem jeweiligen Objekt zuordnen konnten. Dazu wurden im Vortraining nur drei Ansichten gelernt und die Fähigkeit zum Generalisieren mit den anderen zwei Ansichten in einem Transfertest überprüft.

4 Methode

4.1 Versuchstiere

Die Versuchstiere (n=15) für dieses Experiment waren Hunde von privaten Besitzern aus Wien und Umgebung. Der Kontakt zu den Besitzern kam über einen vom Experimentator durchgeführten Aufruf in einem Hundeklub zustande. Manche Hunde nahmen bereits an Versuchen von Dr. Friederike Range im Department für Neurobiologie und Kognitionsforschung teil. Alle Hundebesitzer kamen mit ihren Hunden freiwillig zu den Experimenten. Jeder Besitzer hatte jeweils einen Hund. Die meisten Tiere (n = 13) besuchten das Versuchslabor einmal pro Woche, die anderen (n = 2) kamen zweimal pro Woche. Ein Besuch dauerte zwischen 30 und 60 Minuten pro Hund.

Um zu gewährleisten, dass alle Hunde eine ähnliche Vorerfahrung hatten, oder diese dann bei der versuchsbedingten Einteilung der Tiere in 2 Gruppen berücksichtigen zu können, wurden Hunde ausgewählt, die bereits Erfahrung sowohl mit dem Versuchslabor, als auch mit der Touch-Screen Versuchsausrüstung hatten. Sie waren jedoch bei der Realitäts-Versuchsausrüstung naiv. Die vorangegangenen Tests beinhalteten entweder die Touch-Screen Ausrüstung (Tab. 1) oder Experimente zum sozialen Lernen mit verschiedenen anderen Versuchsausrüstungen.

Tabelle 1. Übersicht der Versuchstiere, mit Angabe von Gruppenzugehörigkeit, Alter, Geschlecht (männlich/weiblich), Rasse und Vorerfahrung am Touch-Screen.

Gruppe	Geschl.	Name	Alter	Rasse	Vorerfahrung Touch-Screen
1	m	Allegro	4	Border Collie	A, FM
1	m	Bertl	5	Australian Shepherd	A, DL, FM, KF, TI
1	w	Bonny	6	Border Collie	A, FM
1	w	Breda	3	Border Collie	A, FM
1	w	Candy	3	Border Collie	A, FM
1	w	Guinness	3	Border Collie	A, DM, FM, KF, TI
1	m	Jamil	4	Australian/Colliemischling	A, P
1	w	Jessy	10	Jagdhund/Terriermischling	A, FM
2	w	Bounty	2	Australian Shepherd	A, FM
2	m	Finn	4	Australian Shepherd	A, FM
2	w	Happy	4	Border Collie	A, FM
2	w	Kyra	4	Großpudel	A, FM
2	w	Lucy	4	Australian/Bordermischling	A, DL, FM, KP, P, TI
2	w	Maggie	2	Border Collie	A, DL, FM, M
2	m	Todor	4	Mischling	A, DL, FM, P, TI

Erklärung: A_Einführungstraining, DL_Dog/Landscape (Diskriminierung von Hund und Landschaftsbildern), DM_Dog/Mammal (Diskriminierung Hund und Säugetier), FM_Fast Mapping (Lernen durch Ausschluss), KF_Gesichter Diskriminierung, M_Memory (Wiederholung FM), P_Zeigerversuch, TI_Transitive Interferenz

Jene Tiere, die in Tabelle 1 farbig gekennzeichnet sind, haben den Versuch abgeschlossen (n=8). Der regelmäßige Besuch war für die Besitzer der anderen Hunde (n=7) im Versuchsverlauf nicht mehr möglich, daher haben die Besitzer die Teilnahme abgebrochen.

Die im Versuch verbliebenen Hunde (n=8) waren zwischen 2 und 10 Jahren alt (Mittelwert=4,8; SD=2,6). 6 Tiere waren reinrassig (2 Australian Shepherds, 3 Border Collies, 1 Großpudel), 2 waren Mischlinge (1 Border Collie/Australian Shepherd Mischling, 1 Jagdhund/Terriermischling).

4.2 Versuchsaapparaturen

Bei dieser Arbeit kamen zwei verschiedene Versuchsaapparaturen zum Einsatz, eine Touch-Screen-Apparatur und eine Apparatur zur Präsentation von realen Objekten.

4.2.1 Touch-Screen Apparatur

Die Apparatur befand sich im Erdgeschoss des Clever Dog Labs, 1090 Wien, Nussgasse 4, in einem durch eine Tür verschließbaren Raum (Raumgröße 320 x 350 cm). Die Touch-Screen Apparatur war am Boden aufgestellt und bestand aus einer rechteckigen Box (Länge x Breite x Höhe = 40 x 40 x 70 cm), welche die Futterausgabemaschine beinhaltete (Abb.1). Daran anschließend befand sich der rechteckige Testbereich mit Abdeckung (Länge x Breite x Höhe = 40 x 40 x 70 cm), der durch eine undurchsichtige Wand von der Futtermaschinenbox getrennt war. Die Abdeckung ermöglichte es den Hunden, den Touch-Screen zu erreichen, grenzte aber auch ihr Sichtfeld ein, um Ablenkungen von der Seite oder oben zu vermeiden. In der Testbox war ein 15-Zoll TFT-Monitor an der Abtrennungswand zum Futtermaschinenbereich. Der Monitor war mit einem Infrarot Berührungsrahmen versehen (Carroll Touch, Round Rock, TX Auflösung 32 vertikal, 42 horizontal; (Pisacreta and Rilling, 1987, Huber et al., 2005) Der Abstand zwischen der Reihe der Licht emittierenden Dioden und des Bildschirms betrug 1 cm. Die Basis des Touch-Screens befand sich 42 cm über dem Boden.

Die Futterbelohnung (Trockenfutterpellets von Royal Canin®, bzw. Käse- und Wurststücke) gelangte durch einen kleinen Futterausgabeschacht, der sich unterhalb des Touch-Screens befand (3 cm über Boden) auf den Boden. Der Futterausgabeschacht war über eine Schiene mit der Futtermaschine verbunden. Die Futtermaschine bestand aus einer Scheibe mit 30 Löchern, in die das Futter vor jeder Session (eine Versuchseinheit, siehe unten) eingelegt wurde. Durch automatische Drehung der Futtermaschinenscheibe wurde jeweils ein Futterstück in ein Loch geführt und fiel dann über die Schiene aus dem Futterausgabeschacht. Die Datenaufnahme und die Steuerung der Apparatur wurden durch einen Personal Computer kontrolliert, der durch eine digitale Input-Output-Schnittstelle mit der

Apparatur (Futtermaschine und Touch-Screen-Monitor) verbunden war. Das Programm zur Steuerung der Apparatur (CogLab) wurde von Mag. Michael Steurer entwickelt.

Der Touch-Screen war so aufgestellt, dass der Hundebesitzer und der Experimentator keinen Einblick auf den Monitor hatten. Der Hundebesitzer saß auf einer Couch, die an der Wand aufgestellt war, der Experimentator stand neben oder hinter dem Hund. Der Touch-Screen war 60 cm von der Wand entfernt, sodass die Futtermaschine von der Seite befüllt werden konnte. Der Hund konnte den Testbereich der Touch-Screen Apparatur jederzeit verlassen, da die Seite gegenüber dem Monitor offen war.

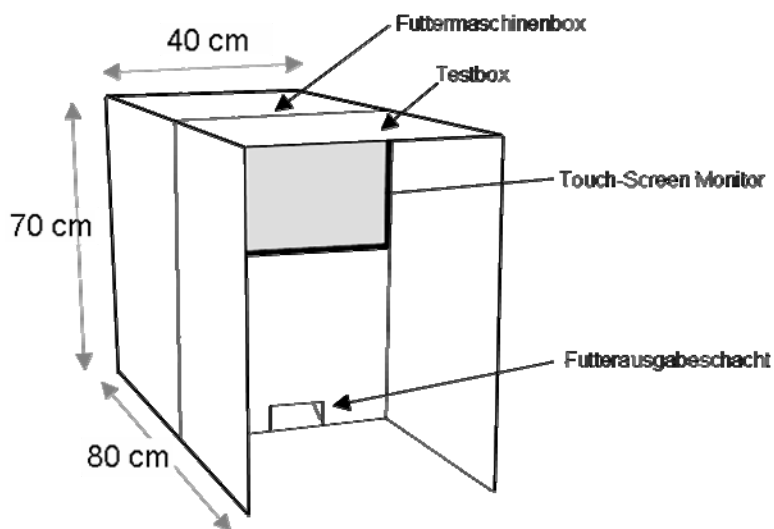


Abbildung 1. Schematische Darstellung der Touch-Screen Apparatur.



Abbildung 2. Foto der Touch-Screen Apparatur mit einem Hund beim Training.

4.2.2 Apparatur zur Präsentation der realen Objekte

Diese Apparatur befand sich im Kellergeschoss des Clever Dog Labs, in einem durch eine Tür abschließbaren Raum (Raumgröße 1800 x 490 cm). Die Apparatur befand sich im hinteren Teil des Raumes. Die Apparatur bestand aus einem Wandschirm aus drei miteinander verbundenen Holzteilen (jeweils 100 x 200 cm), die parallel zur kürzeren Seite des Raumes im Abstand von 270 cm von der kürzeren Wand standen (Abb.3, Abb.4). Die beiden äußeren Teile des Schirms waren von der näher gelegenen kurzen Wandseite weggebogen, um ihm die erforderliche Stabilität zu verleihen. Die verbliebenen Durchgänge links und rechts von dem Wandschirm waren jeweils 120 cm breit. In dem mittleren Teil des Wandschirms befand sich eine Öffnung, die einen Durchgang in Bodenhöhe freiließ (43 x 90 cm). Diese Öffnung konnte mittels einer Abdeckung verschlossen und wieder geöffnet werden. Die geöffnete Abdeckung konnte mit einem Metallstift fixiert werden. Auf jener Seite, die den größeren Teil des Raumes ausmachte, wurde in einem Abstand von 1 Meter ein Sessel vor der Wandschirmöffnung platziert. Auf diesem saß der Hundebesitzer mit dem Gesicht Richtung Wandschirm. Der Hund befand sich neben oder vor dem Besitzer, ebenfalls hinter dem Wandschirm. Auf der linken Seite des Raumes in der Höhe des Hundebesitzers befand sich eine weitere Tür, die zu einem kleinen Raum führte.

Gegenüber von dem Wandschirm, an der kurzen Wandseite, wurden 2 geschlossene Plastikboxen (Länge x Breite x Höhe: 39 x 30 x 22 cm) mit einem Abstand von 140 cm voneinander die Wand berührend auf den Boden gestellt. Diese waren von der Öffnung des Wandschirmes gleich weit entfernt. Hinter den Plastikboxen war ein grauer Karton (70 x 100 cm) an der Wand befestigt, durch diesen war der Hintergrund hinter beiden Plastikboxen gleich gestaltet. Der Experimentator befand sich auf der Seite der Plastikboxen und war durch den Wandschirm von Hund und Besitzer getrennt. Vom Experimentator führten zwei Nylonschnüre über ein Ösensystem an der Decke zu dem Mittelpunkt der Plastikboxen. Die Nylonschnüre konnten mit Hilfe von Karabinern an den in dem Versuch verwendeten Objekten (siehe Stimuli) befestigt werden. Die Abdeckung konnte vom Experimentator in die Höhe geschoben und fixiert werden.

Die für die Datenaufnahme verwendete Videokamera befand sich in einer Fensterleibung auf der rechten Seite des Raumes zwischen Wandschirm und Plastikboxen.

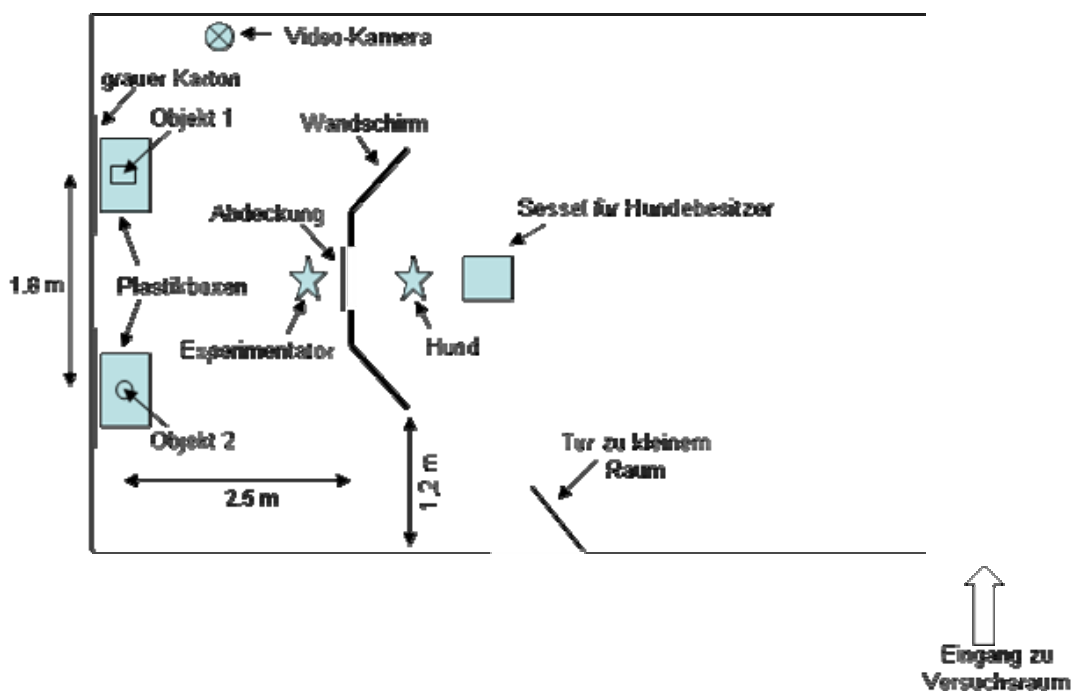


Abbildung 3. Schematische Darstellung der Apparatur zur Präsentation der realen Objekte.



Abbildung 4. Foto der Apparatur zur Präsentation der realen Objekte: im Vordergrund der Sessel für den Hundebesitzer, dahinter die Sichtschutzwand, links dahinter eine graue Plastikbox und darauf ein Stimulus.

4.3 Stimuli

Die präsentierten Stimuli waren Objekte, die den Hunden unbekannt waren. Es handelte sich um Alltagsgegenstände, die nicht als Hundespielzeug geeignet waren, und daher in dieser Hinsicht keine Objektpräferenz auslösen sollten. Diese Objekte unterschieden sich in Form, Größe, Material und Farbe. An die realen Objekte wurde eine dünne Nylonschnur mit einer kleinen Schlinge am abstehenden Ende befestigt, in die dann der Karabiner des Schnursystems schnell eingehakt werden konnte. Starke Verschmutzungen wurden mit Wasser entfernt.

Von sechs realen Objekten wurden Fotos für die Präsentation am Touch-Screen erstellt. Die Fotoaufnahmen wurden an jener Stelle gemacht, wo die Präsentation in der Realität vorgenommen wurde. Der an der Wand angebrachte graue Karton bildete den Hintergrund. Die Fotokamera (Pentax K10D Digital) wurde auf einem Stativ in durchschnittlicher Hundeaugenhöhe (52 cm) fixiert und war 40 cm vom

Objekt entfernt. Die Objekte wurden in jeweils fünf verschiedenen Ansichten fotografiert, diese Ansichten kamen durch eine Drehung um jeweils 30° zustande.

Die Aufnahmen wurden in Adobe Photoshop nachbearbeitet und auf eine Präsentationsgröße am Bildschirm von 7,5 x 7,5 cm (255 x 255 Pixel, 72 dpi) gebracht. Dabei wurde darauf geachtet, dass jene Fotos, die paarweise zusammen präsentiert wurden, in der gleichen Größenrelation wie in der Wirklichkeit zueinander standen. Den verschiedenen Ansichten wurden Bildnummern zugeordnet, sodass es pro Objekt Bilder von Nummer 1 bis 5 gab (5 Ansichten).

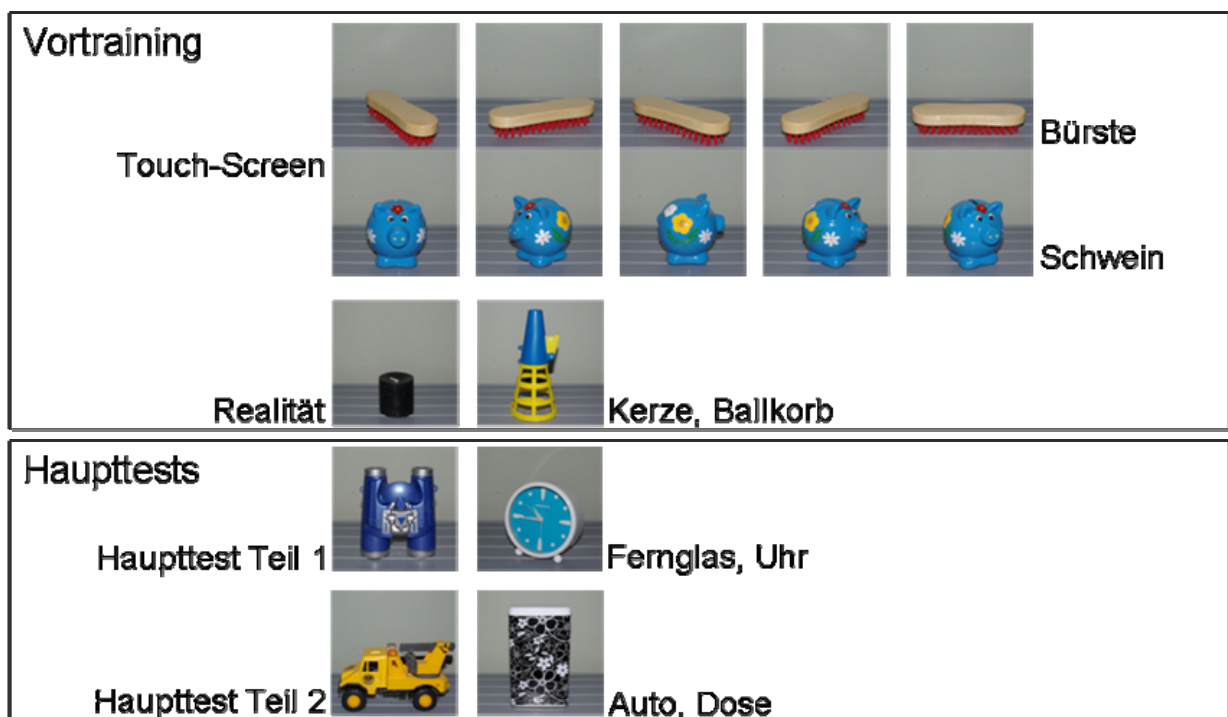


Abbildung 5. Fotos der Objekte: oben Vortraining (je 5 Ansichten Touch-Screen, Realität), darunter Haupttest Teil1 und Haupttest Teil 2.

4.4 Versuchsablauf

Bei den Versuchen war nur der Hundebesitzer, der Hund und der Experimentator anwesend. Die Türen waren geschlossen, um die Ablenkung möglichst gering zu halten. Die Motivation der Hunde war aber so hoch, dass geringe Ablenkungen keinen Einfluss auf den Versuchsablauf hatten. Die Versuche fanden in der Zeit von Februar bis Oktober 2008 statt.

Sowohl bei der Konstruktion der Apparaturen als auch bei dem Versuchsablauf wurde darauf geachtet, einen "Clever-Hans" Effekt zu vermeiden, der bei Experimenten mit Hunden immer zu berücksichtigen ist (Pfungst, 1911, Miklósi et al., 1998).

4.4.1 Vortraining und Vortest Touch-Screen

Da alle Tiere bereits an Touch-Screen-Experimenten teilgenommen hatten, musste das Prozedere nicht extra trainiert werden. Die Hunde standen mit dem Kopf in Richtung Bildschirm und sollten nach dem simultanen Erscheinen von 2 Stimuli einen davon mit der Schnauze berühren. Die Bilder - jeweils ein positives (S+) und ein negatives (S-) - wurden in der Mitte des Bildschirms in einem Abstand von 2,5 cm zueinander präsentiert. Eine richtige Antwort, das heißt das Berühren des für sie positiven Stimulus, hatte unmittelbar das Erlöschen des Bildpaares sowie das Ertönen eines Klick-Geräusches zur Folge. Gleichzeitig wurde die Futtermaschine eingeschaltet, sodass ein Stück Futter durch den Ausgabeschacht auf den Boden vor dem Hund fiel. Eine falsche Antwort, in diesem Fall das Berühren des negativen Stimulus, bewirkte das Verschwinden des Bildpaares, das Ertönen eines anderen Geräusches (negatives Geräusch) und der Bildschirm wurde für eine kurze Zeit (3 Sekunden) rot, bevor dasselbe Bildpaar noch einmal präsentiert wurde. Diese wiederholte Präsentation, ein so genannter Korrekturversuch (engl. correction trial), wurde solange fortgesetzt, bis der Hund den positiven Stimulus wählte. Die Korrekturversuche wurden für die Auswertung der Richtigwahlen nicht berücksichtigt. Die Anordnung der Bildpaare am Bildschirm erfolgte durch einen im Programm installierten Zufallsgenerator und war vom Experimentator nicht

steuerbar. Bei einem Fehler des Hundes wurde bei der wiederholten Bildpaarpräsentation die erstmalige Anordnung beibehalten. Eine Versuchseinheit (engl. session) bestand aus 30 aufeinander folgenden Bildpräsentationen (engl. trials) und wurde von den Hunden in 2 bis 5 Minuten ohne Unterbrechung absolviert. Je weniger Fehler und damit Korrekturversuche der Hund machte, desto schneller war eine Session beendet. Die Länge der Pausen zwischen den Sessions betrug zwischen 5 und 10 Minuten, manchmal auch länger, wenn sich mehrere Hunde abwechselten. Die Hunde absolvierten zwischen 2 und 4 Sessions pro Besuchstag, abhängig von dem jeweiligen Motivationsgrad und der Verfügbarkeit. Zwei Hunde wurden während der Experimente vom Experimentator an der Leine gehalten und nach erfolgter Wahl (mit durchhängender Leine) aus der Box geholt, kurz angehalten, dann wieder losgelassen. Diese Technik war notwendig, da diese Tiere zu ungeduldig waren, um sich beide Bilder anzusehen, sondern irgendeine Seite des Bildschirms berührten, oft bevor die Bilder überhaupt sichtbar wurden. Das Zurückhalten brachte die Hunde dazu beide Bilder vor der Wahl zu betrachten und erst danach zu wählen. Dabei konnte der Experimentator die Stimuli nicht sehen. Diese Prozedur senkte die Fehlerquote der beiden Tiere in hohem Maße.

Das Vortraining am Touch-Screen wurde mit einem Objektpaar Bürste/Schwein in verschiedenen Ansichten absolviert. Alle Hunde lernten 3 Ansichten der beiden Bilder (S+, S-). Diese Ansichten wurden in allen möglichen Kombinationen zu gemeinsam präsentierten Paaren zusammengeschlossen, daher waren 9 verschiedene Bildpaarungen möglich (erstes positives Bild kombiniert mit den 3 negativen Bildern, zweites positives Bild kombiniert mit den drei negativen Bildern und drittes positives Bild kombiniert mit den 3 negativen Bildern). Die restlichen 4 Bilder (2 positive, 2 negative) wurden dann im Vortest präsentiert (4 verschiedene Bildpaarungen möglich). Die verschiedenen Kombinationen aus positiven und negativen Stimuli wurden zufällig (Durchmischung durch den Experimentator) verteilt, wobei darauf geachtet wurde, dass jedes Bild in der gleichen Anzahl präsentiert wurde. Die Bilder für Training und Test wurden für jeden Hund in einer

veränderten Kombination (Tab. 2) zusammengestellt. Diese Tabelle stellt dar, welche Bildnummern (Nummer 1 – 5 für die jeweils 5 Ansichten der positiven und negativen Stimuli) für das Training und für den Test bei jedem Tier verwendet wurden.

Tabelle 2. Einteilung der Stimuli (S+ und S–), sowie Verteilung der Bildansichten (Ansicht 1 – 5 pro Objekt) im Vortraining und Vortest.

Name	S+	S-	Bildansicht-Nr. Vortraining S+	Bildansicht-Nr. Vortraining S-	Bildansicht-Nr. Vortest S+	Bildansicht-Nr. Vortest S-
Bertl	Bürste	Schwein	2,3,4	1,2,5	1,5	3,4
Bonny	Schwein	Bürste	1,3,4	1,2,5	2,5	3,4
Bounty	Schwein	Bürste	2,4,5	2,3,5	1,3	1,4
Happy	Bürste	Schwein	2,3,5	2,3,4	1,4	1,5
Jessy	Schwein	Bürste	3,4,5	1,3,5	1,2	2,5
Kyra	Schwein	Bürste	1,4,5	1,4,5	2,3	2,3
Lucy	Schwein	Bürste	2,3,5	2,3,4	1,4	1,5
Maggie	Bürste	Schwein	1,2,4	2,4,5	3,5	1,3

Bei den Versuchen mussten die Hunde ein definiertes Lernkriterium erfüllen, bevor sie zum Test zugelassen wurden. Dieses Kriterium wurde mit mindestens 24 korrekten Erstantworten bei einer Session von 30 Versuchen festgelegt. Das entspricht einem Anteil von 80% korrekten Erstantworten. Dieses Kriterium musste in 4 von 5 aufeinander folgenden Sessions erreicht werden. Falls bereits die ersten 4 Sessions das Kriterium erfüllten, wurde das Training beendet. Dabei war es unerheblich, ob alle Sessions an einem Tag oder an mehreren stattfanden. Mit diesem Kriterium konnte sichergestellt werden, dass die Hunde die Stimuli nicht nur gerade signifikant gut, sondern deutlich besser unterscheiden gelernt hatten.

Nach dem Erreichen des Kriteriums im Vortraining wurde mit allen Tieren ein Vortest durchgeführt. In diesem Transfertest sollte gezeigt werden, ob die Tiere die positiven und negativen Ansichten diskriminieren konnten und dann neue Ansichten richtig zuordnen konnten. Dieser Test beinhaltete 4 Sessions (je 30 Bildpaare) und wurde an einem Tag durchgeführt. Bei diesem Test wurden in

normale Trainingssessions (d.h. je 3 positive und 3 negative Bilder in allen möglichen Kombinationen) jeweils 4 Testpaare zufällig verteilt. Diese Testpaare wurden weder belohnt noch bestraft, sondern das Erlöschen des Bildpaares fand nach der Wahl des Hundes statt, unabhängig von der Richtigkeit der Antwort. Dieser Testmodus wurde bereits bei anderen Experimenten verwendet (Aust et al.) und hat sich bewährt. In Summe wurde daher jeder der beiden Teststimuli 8-mal in 2 verschiedenen Paarungen (=16-mal) präsentiert.

4.4.2 Vortraining Realität

Für das Vortraining in der Realität wurde ein anderes Objektpaar verwendet (Kerze, Ballkorb). Da alle Hunde für diesen Teil des Experiments naiv waren, musste auch der Bewegungsablauf gelernt werden. Die Tiere wurden mit "Clicker" und darauf folgendem Futter und Stimme belohnt. Der Clicker wurde zuerst kurzzeitig nach der Methode der klassischen Konditionierung antrainiert, danach erfolgte eine Lernphase nach operanter Konditionierung. Nur ein Hund hatte eine erlernte Clicker-Aversion und wurde daher nur mit Stimme und Futter bestätigt. Alle anderen Hunde hatten bereits Vorerfahrungen im Clickertraining, allerdings in verschiedenem Ausmaß. Zum Erlernen des Objektpaares wurde eine etwas modifizierte Methode im Vergleich zum Vortraining am Touch-Screen verwendet. Die Hunde lernten zuerst nur den positiven Stimulus und wurden für das Berühren desselben mit der Schnauze belohnt. Durch das Lernen in kleinen Schritten wurde schließlich die endgültige Form des Versuchsablaufes antrainiert. Dabei saß der Hundebesitzer mit seinem Hund hinter dem Wandschirm. Das Tier wurde entweder an der Leine oder am Halsband gehalten oder blieb verlässlich auch ohne Halten beim Besitzer. Der Experimentator öffnete die Abdeckung, begab sich abwechselnd auf die rechte und linke Seite der Öffnung und gab ein akustische Signal zum Loslassen des Hundes. Während der Hund durch die Öffnung lief, fixierte der Experimentator die gegenüberliegende Wand. Erst nach dem Vorbeilaufen des Hundes drehte sich der Experimentator in Richtung des Hundes und der Objekte. Der Hundebesitzer saß so hinter dem Wandschirm, dass er die Objekte nicht sehen

konnte. Nach erfolgter Wahl des S+ durch den Hund (Berühren mit der Schnauze) erfolgte sofort eine Clicker Bestätigung (engl. reinforcement), bei der Wahl von S– ein akustisches Signal "Nein, falsch" durch den Experimentator. Zugleich zog der Experimentator die beiden Objekte mit den Nylonschnüren aus der Reichweite des Hundes nach oben, sodass er keine zweite Wahl treffen konnte. Der Hund lief dann wieder ohne Aufforderung zu seinem Besitzer zurück und wurde nach korrekter Wahl mit einem Futterstück belohnt. Dann wurde die Abdeckung wieder geschlossen und die nächste Anordnung der Objekte getroffen. Auch wenn sich die Anordnung, die vom Zufallsgenerator vor der Session festgelegt wurde, wiederholte, wurden beide Objekte vom Experimentator berührt und in eine neue Position gebracht. Anders als am Touch-Screen wurde bei einer falschen Wahl dieselbe Objektanordnung nicht wiederholt, sondern gleich zur nächsten übergegangen. Diese Abwandlung war notwendig, weil die Korrekturversuche eine enorme Verlängerung der Sessions bewirkt hätten. Da die Hunde bereits wesentlich länger für eine Session in der Realität brauchten als am Touch-Screen, bestand die Gefahr, dass es zu einem Konzentrations- oder Motivationsverlust kommen könnte.

Eine Session bestand aus zehnmaligem Präsentieren des Objektpaares in pseudozufälliger Anordnung auf den Plastikboxen. Die pseudozufällige Auswahl wurde mit dem Random Generator von Microsoft Excel produziert, wobei aber ein Objekt nicht mehr als 4-mal hintereinander auf der gleichen Seite präsentiert wurde, um nicht eine Seitenpräferenz zu begünstigen. Nach jeder Session wurde eine Pause von mindestens 5 Minuten eingehalten. Die Hunde absolvierten nicht mehr als 3 Sessions pro Termin. Das Kriterium wurde mit 8 richtigen Antworten pro Session (10 Paarpräsentationen) festgelegt. Das entspricht wiederum 80% korrekten Antworten. Dieses Kriterium musste in 4 von 5 aufeinander folgenden Sessions erreicht werden, dafür war mehr als 1 Termin notwendig. Falls bereits die ersten 4 Sessions das Kriterium erfüllten, wurde das Training beendet.

4.5 Haupttest

Nach dem Erreichen des Kriteriums in beiden Konditionen (Touch-Screen und Realität) und Absolvieren des Vortests beim Touch-Screen, folgten für alle Hunde die Haupttests. Im 1. Teil des Tests wurde unabhängig von der Lernrichtung das Objektpaar Uhr/Fernglas, im 2. Teil das Paar Auto/Dose verwendet. Im folgenden werden die Abläufe der 2 Testarten beschrieben, die Reihenfolge der Absolvierung war von der Gruppenzuordnung abhängig. Gruppe 1 lernte zuerst auf dem Touch-Screen und wurde anschließend in der Realität getestet, im 2. Teil lernte die Gruppe in der Realität und wurde dann am Touch-Screen getestet. Gruppe 2 absolvierte die Haupttests in der umgekehrten Reihenfolge.

4.5.1 Haupttest Realität zu Touch-Screen

Bei diesem Test lernten die Hunde zuerst ein neues Stimuluspaar zu unterscheiden. Im Gegensatz zum Vortraining wurden bereits bei der 1. Präsentation beide Stimuli gezeigt, die Tiere mussten durch Versuch und Irrtum den positiven Stimulus lernen. Das Kriterium war identisch mit dem des Vortrainings (8/10 in 4/5 Sessions). Nach dem Erreichen des Kriteriums erfolgte der Test an 2 aufeinander folgenden Terminen. Pro Termin wurden die Stimuli dreimal in der anderen Kondition getestet. Dabei wurden die Hunde erstmalig mit den Bildern auf dem Touch-Screen von jenem Objektpaar konfrontiert, das sie in der Realität zu unterscheiden gelernt hatten. Die Testpaare waren wie im Vortest zwischen Trainingspaaren Bürste/Schwein am Bildschirm eingestreut. Zwischen den Testpaaren wurden die Objekte nochmals in der Realität gezeigt, um sie wieder in Erinnerung zu rufen.

Ein Testdurchgang bestand aus der Abfolge von 5 Vortrainingspaaren (Bürste, Schwein) am Touch-Screen, um die Touch-Screen Prozedur zu wiederholen, dann 3 Paare der neu gelernten Objekte (Uhr/Fernglas oder Auto/Dose) in der Realität, dann wieder 3 Vortrainingpaare am Touch-Screen gefolgt von 1 Testpaar (Bilder von den neuen realen Objekten) am Touch-Screen. Diese Abfolge wurde dreimal an dem ersten Termin wiederholt (Abb.6).

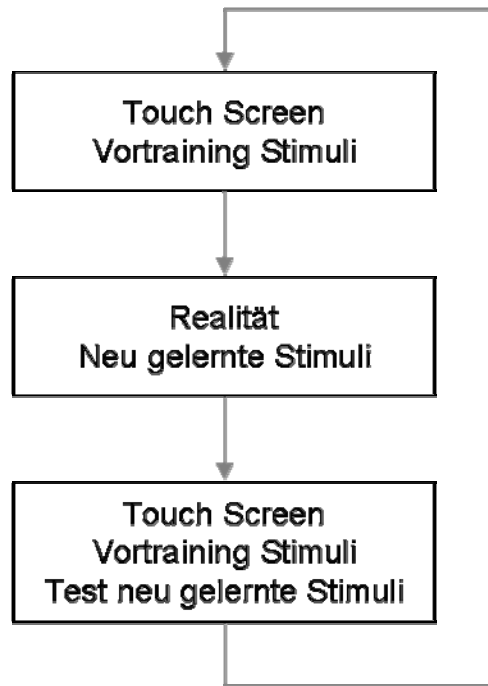


Abbildung 6. Prozessschema der Abfolge des Haupttests von der Realität zum Touch-Screen.

Der gesamte Vorgang (3 Testpaare) wiederholte sich dann beim nächsten Termin (Tab. 3). In Summe wurde das in der Realität neu gelernte Stimulipaar 6-mal am Touch-Screen getestet.

Tabelle 3. Abfolge und Anzahl der Stimuli-Paar-Präsentationen des Haupttests Realität zu Touch-Screen.

Kondition	Anzahl der Stimuli-Paar-Präsentationen	Stimuliart
Touch-Screen	5	Vortraining
Realität	3	Neu gelernte
Touch-Screen	3	Vortraining
	1	Test neu gelernte
	5	Vortraining
Realität	3	Neu gelernte
Touch-Screen	3	Vortraining
	1	Test neu gelernte
	5	Vortraining
Realität	3	Neu gelernte
Touch-Screen	3	Vortraining
	1	Test neu gelernte

Pause bis zum nächsten Termin

Touch-Screen	5	Vortraining
Realität	3	Neu gelernte
Touch-Screen	3	Vortraining
	1	Test neu gelernte
	5	Vortraining
Realität	3	Neu gelernte
Touch-Screen	3	Vortraining
	1	Test neu gelernte
	5	Vortraining
Realität	3	Neu gelernte
Touch-Screen	3	Vortraining
	1	Test neu gelernte

Die Tests am Touch-Screen waren wie bei dem Vortest unbelohnt, die Stimuli waren die 5 Ansichten der neu gelernten Objekte. Die 5 positiven und negativen Teststimuli wurden so miteinander kombiniert, dass jede Bildkombination nur einmal gezeigt wurde, je eine Ansicht wurde für das 6. Testpaar nochmals gezeigt.

4.5.2 Haupttest Touch-Screen zu Realität

Wie auch im anderen Haupttest mussten die Hunde zuerst ein weiteres neues Stimulipaar am Touch-Screen lernen. Im Gegensatz zum Vortraining waren alle 5 Ansichten bereits im Training zu lernen, da kein Vortest stattfand. Nach Erreichen desselben Kriteriums wie im Vortraining (24/30 in 4/5 Sessions) wurde an zwei aufeinander folgenden Terminen der Test in der Realität durchgeführt, um zu testen ob die Tiere das am Touch-Screen Gelernte (d.h. welches Objekt positiv und welches negativ belegt ist) auf die Realität übertragen konnten. Die Tests in der Realität erforderten einen besonderen Modus, da das Nichtbelohnen für den Hund ein Signal für eine falsche Wahl bedeutet hätte. Um diesen Effekt zu vermeiden, gab der Experimentator, nach erfolgter Wahl des Hundes, ein akustisches, für den Hund bedeutungsloses Signal. Der Hundebesitzer stand daraufhin schnell auf, forderte den Hund zum Mitkommen auf und ging mit diesem in den angrenzenden Raum. Dort wurde eine der folgenden Aktionen (Sitz, Platz) eingefordert und belohnt, bis der Besitzer von dem Experimentator wieder zur Fortführung des Experiments herausgebeten wurde. Diese für den Hund ungewohnte Handlungsweise (im Vergleich zum sonstigen Trainingsablauf) sollte dem Tier zu einer neutralen Grundstimmung bei der nächsten Wahl eines Testpaares verhelfen. Die Testpaare waren in einer bestimmten Anordnung (Tab. 6) in die Vortrainingspaare (Kerze, Ballkorb) eingestreut, dazwischen wurden die am Touch-Screen neu gelernten Paare (Uhr/Fernglas oder Auto/Dose) wiederholt, um in Erinnerung gerufen zu werden. Die Testabfolge, bestehend aus 3 Vortrainingspaaren in der Realität, dann 5 neuen Stimuluspaare am Touch-Screen, dann wieder 3 Vortrainingspaaren in der Realität, gefolgt von einem Testpaar (am Touch-Screen neu gelernte Stimuli) in der Realität, wurde dreimal pro Termin wiederholt (Abb.7).

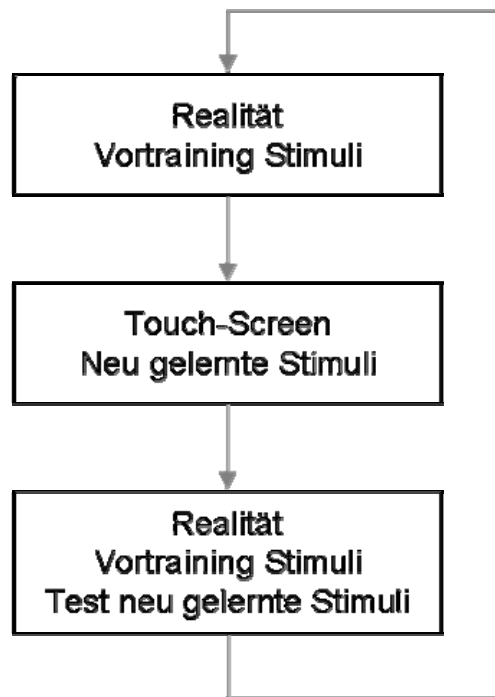


Abbildung 7. Prozessschema der Abfolge des Tests vom Touch-Screen zur Realität.

Der gesamte Vorgang wurde beim nächsten Termin wiederholt. In Summe wurde das am Touch-Screen neu gelernte Stimuluspaar 6-mal in der Realität getestet (Tab. 4).

Tabelle 4. Abfolge und Anzahl der Stimuli-Paar-Präsentationen des Haupttests Touch-Screen zu Realität.

Kondition	Anzahl der Stimuli-Paar-Präsentationen	Stimuliart
Realität	3	Vortrainings
Touch-Screen	5	Neu gelernte
Realität	3	Vortrainings
	1	Test Neu gelernte
	3	Vortrainings
Touch-Screen	3	Neu gelernte
Realität	3	Vortrainings
	1	Test Neu gelernte
	3	Vortrainings
Touch-Screen	5	Neu gelernte
Realität	3	Vortrainings
	1	Test Neu gelernte

Pause bis zum nächsten Termin

Realität	3	Vortrainings
Touch-Screen	5	Neu gelernte
Realität	3	Vortrainings
	1	Test Neu gelernte
	3	Vortrainings
Touch-Screen	3	Neu gelernte
Realität	3	Vortrainings
	1	Test Neu gelernte
	3	Vortrainings
Touch-Screen	5	Neu gelernte
Realität	3	Vortrainings
	1	Test Neu gelernte

Die Anordnung der Testpaare (links/rechts) war so gewählt, dass 3-mal das positive Objekt auf derselben Seite stand, wie das vorhergehende positive Trainingsobjekt und 3-mal auf der anderen Seite. Ebenso wurde darauf geachtet, dass der Experimentator bei der Hälfte der Testpaare auf derselben Seite stand wie der positive Stimulus, bei der anderen Hälfte auf der anderen Seite.

4.6 Gruppeneinteilung

Da der Haupttest des Experiments aus zwei Teilen bestand, wurden die teilnehmenden Hunde in zwei Gruppen eingeteilt. Die Reihenfolge, in der die einzelnen Teile des Experiments durchgeführt wurden, war von der Gruppenzugehörigkeit abhängig. Die Zuteilung der Tiere zu den 2 verschiedenen Gruppen erfolgte nach dem Prinzip der Ausgewogenheit der Vorerfahrungen und des Ausbildungsstandes. Da nicht alle Hunde das Experiment wie geplant beenden konnten, verschob sich die Gruppengröße etwas.

Tabelle 5. Einteilung der Hunde in zwei Gruppen, mit Angabe von Alter, Geschlecht (männlich/weiblich) und Rasse.

Gruppe	Name	Alter	Geschlecht	Rasse
1	Bertl	5	m	Australian Shepherd
1	Bonny	6	w	Border Collie
1	Jessy	10	w	Jagdhund/Terriermischling
2	Bounty	2	w	Australian Shepherd
2	Happy	4	w	Border Collie
2	Kyra	4	w	Großpudel
2	Lucy	4	w	Australian/Bordermischling
2	Maggie	2	w	Border Collie

Innerhalb der Gruppen wurde sowohl die Reihenfolge des Vortrainings, als auch die Klassifizierung der Objekte in positiv und negativ variiert.

Tabelle 6. Einteilung der Hunde im Vortraining, Angabe der Gruppe, der Reihenfolge (Touch-Screen TS, Realität R), sowie Klassifizierung der Objekte in positiv + und negativ –.

Gruppe	Name	Reihenfolge Vortraining	Objekte Realität S+/S–	Objekte Touch-Screen S+/S–
1	Bertl	T - R	Kerze+/Ballkorb-	Bürste+/Schwein-
1	Bonny	R - TS	Ballkorb+/Kerze-	Schwein+/Bürste-
1	Jessy	TS - R	Kerze+/Ballkorb-	Schwein+/Bürste-
2	Bounty	R - TS	Ballkorb+/Kerze-	Schwein+/Bürste-
2	Happy	R - TS	Kerze+/Ballkorb-	Bürste+/Schwein-
2	Kyra	R - TS	Kerze+/Ballkorb-	Schwein+/Bürste-
2	Lucy	TS - R	Ballkorb+/Kerze-	Schwein+/Bürste-
2	Maggie	TS - R	Kerze+/Ballkorb-	Bürste+/Schwein-

Die Gruppeneinteilung bestimmt die Reihenfolge der Haupttests. Gruppe 1 absolvierte zuerst die Lernrichtung Touch-Screen zur Realität, Gruppe 2 hatte die umgekehrte Lernrichtung zuerst. Die Klassifizierung der Objekte in positiv und negativ wurde innerhalb der Gruppen variiert.

Tabelle 7. Einteilung der Hunde im Haupttest, Gruppenzugehörigkeit, Lernrichtung und Einteilung der Objekte der zwei Haupttestteile in positiv und negativ.

Gruppe	Name	Reihenfolge Haupttest Teil 1	Objekte Teil 1 S+/S-	Reihenfolge Haupttest Teil 2	Objekte Teil 2 S+/S-
1	Bertl	TS - R	Uhr+/Fernglas-	R – TS	Auto+/Dose-
1	Bonny	TS - R	Fernglas+/Uhr-	R – TS	Dose+/Auto-
1	Jessy	TS - R	Fernglas+/Uhr-	R – TS	Auto+/Dose-
2	Bounty	R - TS	Fernglas+/Uhr-	TS - R	Dose+/Auto-
2	Happy	R – TS	Uhr+/Fernglas-	TS - R	Auto+/Dose-
2	Kyra	R – TS	Fernglas+/Uhr-	TS - R	Auto+/Dose-
2	Lucy	R – TS	Fernglas+/Uhr-	TS - R	Dose+/Auto-
2	Maggie	R - TS	Uhr+/Fernglas-	TS - R	Auto+/Dose-

4.7 Datenaufnahme

Die Datenaufnahme und die Durchführung der Experimente wurden immer von mir persönlich vorgenommen.

Die Daten wurden am Touch-Screen automatisch gespeichert. Die Aktionen des Tieres wurden direkt in eine Text-Datei übertragen. Dabei wurden sowohl das Datum, die Dauer, die Anzahl der richtigen Erstantworten, die Fehler, sowie die Korrekturversuche aufgezeichnet. Zusätzlich erfolgte eine handschriftliche Aufzeichnung der einzelnen Sessions, um das Erreichen des Kriteriums zu erkennen.

Die Überwachung des Versuches in der Realität erfolgte über eine Video-Kamera (JVC HD Everio GZ-MG20E), die auf einem Stativ auf einer Fensterleibung stand. Die Antworten wurden auch unmittelbar handschriftlich aufgenommen und konnten durch das aufgezeichnete Video überprüft werden.

4.8 Statistik

Für die Statistik wurde die Programme Microsoft Excel und Graph-Pad Instat 3, sowie Graph-Pad Prism für die Erstellung der Grafiken verwendet.

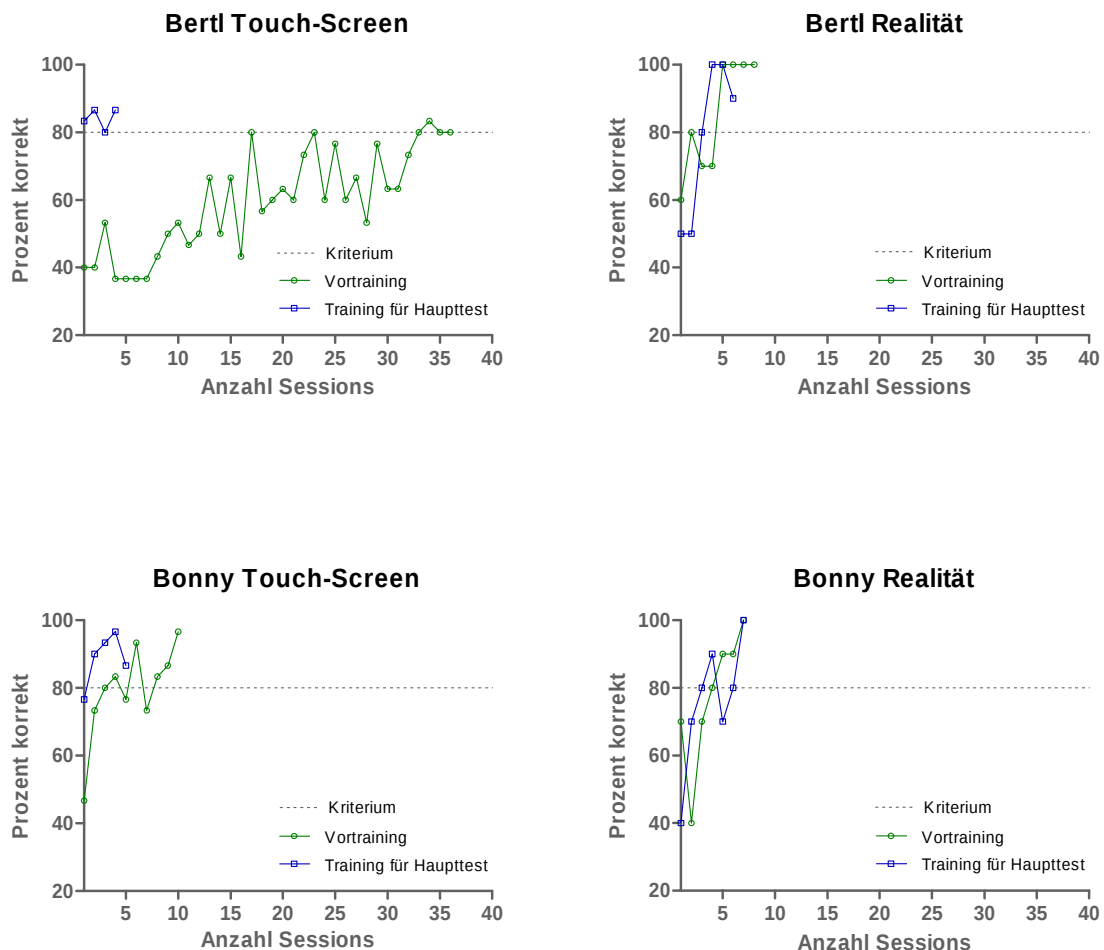
Zur Berechnung der Signifikanz des Testergebnisses bei dem Vortest wurde der Binomial-Test verwendet. Dieser Test überprüft für dichotome Variablen, ob ein signifikanter Unterschied zwischen den Häufigkeiten der beiden Merkmalsausprägungen besteht. Das heißt bezogen auf die Daten, ob sich die beobachtete Häufigkeit der korrekten Antworten signifikant von der erwarteten Häufigkeit unterschied. Dieser Binomial-Test wurde sowohl für die Auswertung der Testpaare im Vortest, als auch für jene der Haupttests angewendet.

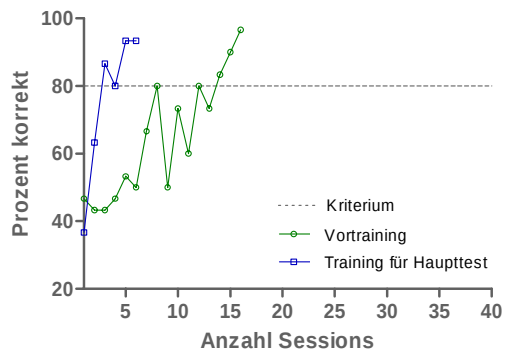
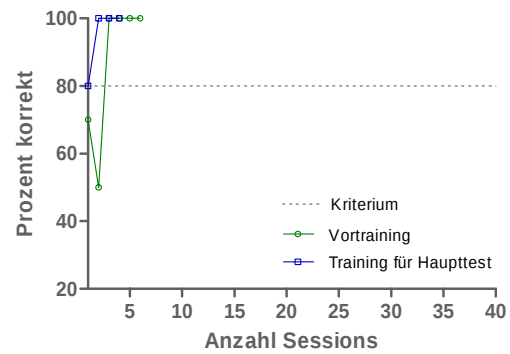
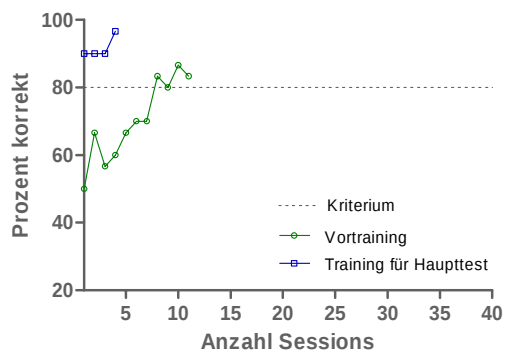
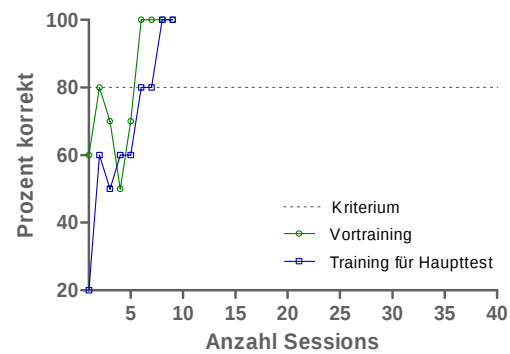
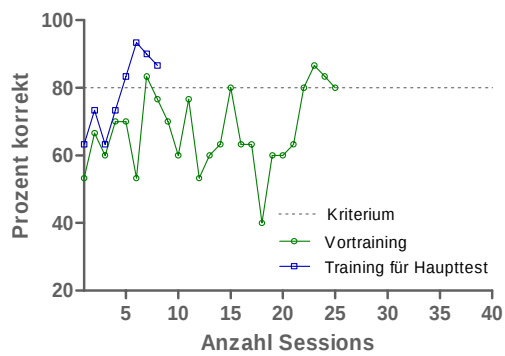
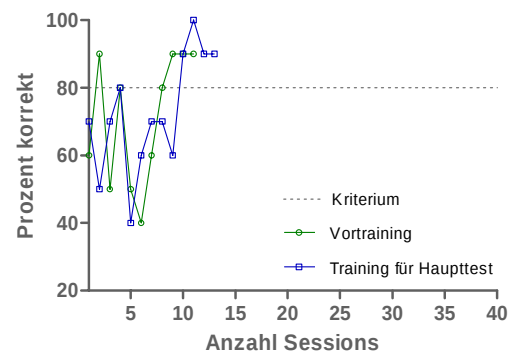
Zur Berechnung der Unterschiede der Anzahl der Sessions wurde der Wilcoxon-Test für Paardifferenzen verwendet. Dies ist ein Test zum nichtparametrischen Vergleich zweier abhängiger Stichproben. Damit wurde die Anzahl der Sessions im Vortraining, wie auch in den Trainings für die Haupttests verglichen, sowohl Touch-Screen-Training gegen Realitätstraining, als auch Touch-Screen-Training gegen Touch-Screen-Training und Realitätstraining gegen Realitätstraining.

5 Ergebnisse

5.1 Überblick

Um zu analysieren, ob es bei den Hunden einen Unterschied in der Anzahl der Sessions bis zum Erreichen des Kriteriums gegeben hat, wurden pro Hund die Anzahl der Sessions und die prozentuellen Werte der korrekten Antworten pro Session ermittelt. Es wurden alle Sessions analysiert, die bis zum Erreichen des Kriteriums notwendig waren, wobei die Konditionen Touch-Screen und Realität miteinander verglichen wurden. In Abbildung 8 werden sowohl die Daten der Vortrainings als auch die Daten der Trainings für die Haupttests dargestellt.



Bounty Touch-Screen**Bounty Realität****Happy Touch-Screen****Happy Realität****Jessy Touch-Screen****Jessy Realität**

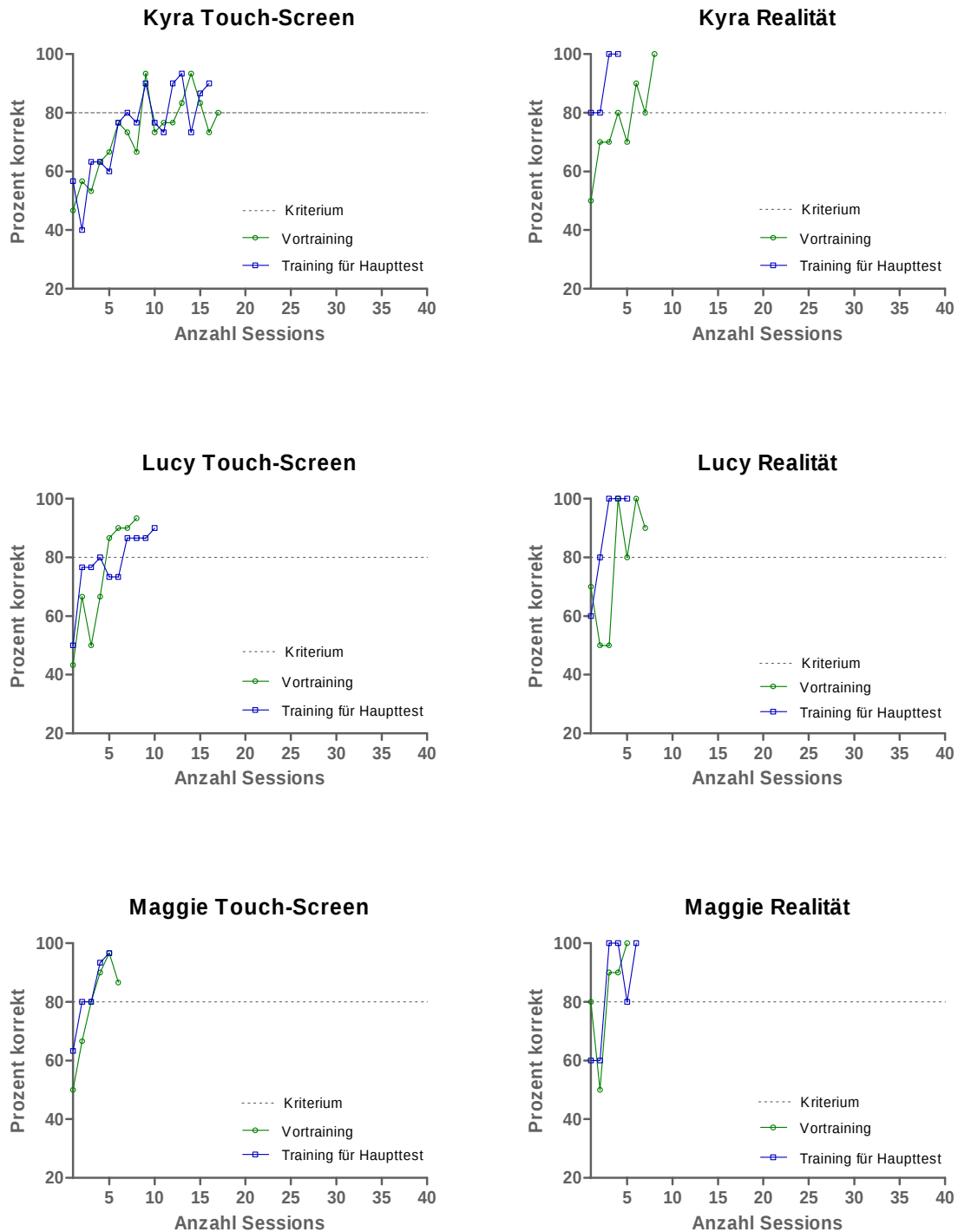


Abbildung 8. Anzahl der Sessions bis zum Kriterium, korrekte Antworten pro Session in Prozent für jeden einzelnen Hund. Linke Seite: Vortraining und Training für Haupttest am Touch-Screen, rechte Seite: Vortraining und Training für Haupttest in der Realität.

Tabelle 8 zeigt die absolute Anzahl der Sessions aller Hunde in Vortraining und Trainings für die Haupttests, die für die weitere Datenanalyse herangezogen wurden.

Tabelle 8. Anzahl der Sessions je Hund bis zum Erreichen des Kriteriums in allen Konditionen. Haupttest-Training in der Reihenfolge der Ausführung.

Name	Bertl	Bonny	Bounty	Happy	Jessy	Kyra	Lucy	Maggie
Vortraining TS	TS 35	TS 10	TS 16	TS 11	TS 25	TS 17	TS 8	TS 6
Vortraining R	R 8	R 7	R 6	R 9	R 11	R 8	R 7	R 5
Haupttest-T 1	TS 4	TS 5	R 4	R 9	TS 8	R 4	R 5	R 6
Haupttest-T 2	R 6	R 7	TS 6	TS 4	R 13	TS 16	TS 10	TS 5

Erklärung: TS_Touch-Screen, R_Realität, Haupttest-T 1 und 2_ Haupttest-Training Teil 1 und Teil 2

5.2 Vortraining

Zu Beginn des Trainings war es nicht bekannt, in welcher Kondition die Hunde das Kriterium schneller erreichen würden. Daher wurde der Unterschied, der zwischen der Anzahl der Sessions, die bis zum Erreichen des Kriteriums beim Vortraining am Touch-Screen und in der Realität notwendig waren, berechnet und auf Signifikanz zwischen den Konditionen getestet. Die Hunde erreichten das Kriterium in der Realität signifikant schneller als am Touch-Screen (Wilcoxon-Test, zweiseitig: $n=8$, $T=0$, $p=0,0078$)(Abb. 9).

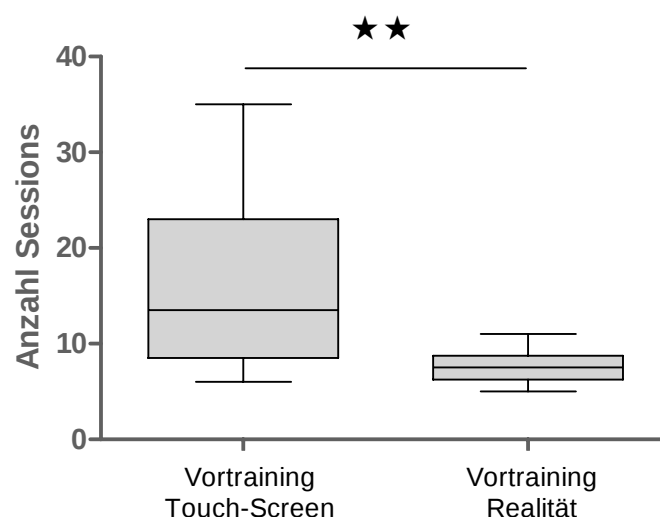


Abbildung 9. Vergleich der Konditionen Touch-Screen und Realität in Bezug auf Anzahl der Sessions bis Erreichen des Kriteriums bei allen Tieren im Vortraining.

5.3 Vortest

Um zu testen, ob die Hunde im Vortest die noch nicht gesehenen Ansichten der Stimuli richtig in positiv und negativ zuordneten, also das Gelernte generalisieren konnten, wurde ein Binomial-Test mit der Anzahl der korrekten Testpaare durchgeführt. Die Auswertung der Daten aus dem Vortest am Touch-Screen ergab, dass alle Hunde ein signifikantes Ergebnis bei den Testpaaren erzielten. Die genauen p-Werte sind der Tabelle 9 zu entnehmen. Drei Tiere (Bonny, Kyra und Maggie) erreichten 100% korrekte Antworten.

Tabelle 9. Auswertung Vortest, Anzahl der korrekten Testpaare (von 16 möglichen), Prozentangabe, der korrekten Antworten und p-Werte (Binomial-Test)

Name	Bertl	Bonny	Bounty	Happy	Jessy	Kyra	Lucy	Maggie
korrekt von 16	12	16	15	15	14	16	15	16
% korrekt	75	100	93	93	87,5	100	93	100
Binomial Test, einseitig, p=	0,0384 *	0,000015 **	0,00025 **	0,00025 **	0,00209 **	0,000015 **	0,00025 **	0,000015 **

5.4 Training für Haupttest

Ebenso wurde der Unterschied zwischen der Anzahl der Sessions in den Trainings des Haupttests bis zum Erreichen des Kriteriums am Touch-Screen und in der Realität getestet. Dieser Test ergab kein signifikantes Ergebnis (Wilcoxon-Test, zweiseitig: $n = 8$, $T = 17$, $p = 0,9453$) (Abb. 10).

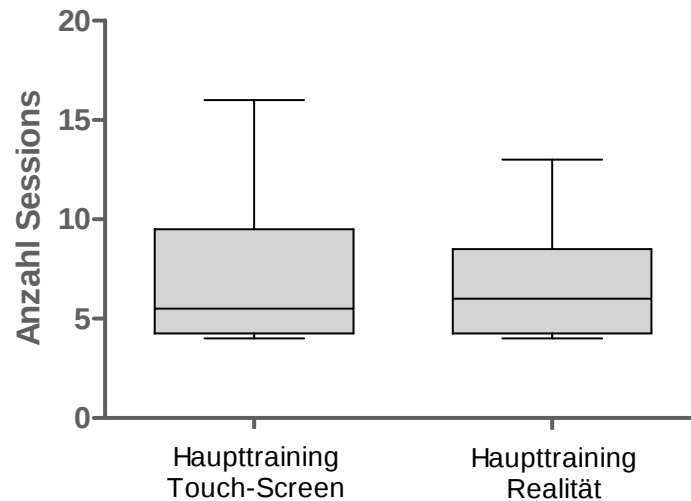


Abbildung 10. Vergleich der Konditionen Touch-Screen und Realität in Bezug auf Anzahl der Sessions bis Erreichen des Kriteriums bei allen Tieren in den Trainings für die Haupttests.

Da die erste Analyse ergab, dass die Hunde in der Realität schneller lernten, wurde untersucht, ob die unterschiedlichen Kriterien (Touch-Screen 24/30, Realität 8/10) dafür verantwortlich waren. Theoretisch könnten die Hunde, falls das Kriterium der Realität auch für den Touch-Screen gegolten hätte, dieses auch schneller erreicht haben. Daher wurde mit einer fiktiven Umformung der Touch-Screen Daten versucht, diesen Unterschied auszugleichen und die fiktiven Touch-Screen Daten denen der Realität gegenüberzustellen. Da die Sessions am Touch-Screen und in der Realität unterschiedlich lang waren (30 Paare am Touch-Screen, 10 Paare in der Realität), wurden die Daten der Sessions aus dem Training am Touch-Screen für den Haupttest in Blöcken zu 10 Paaren unterteilt. Damit konnte festgestellt werden wie lange die Hunde gebraucht hätten, wenn die Sessions nur 10 Paare enthalten hätten. Dazu wurde die Anzahl der Bildpaare ermittelt, die nach dem Erreichen des fiktiven Kriteriums (8 aus 10, in 4 von 5 Sessions) noch zusätzlich trainiert wurden, um das tatsächliche Kriterium (24 aus 30, in 4 von 5 Sessions) zu erreichen (Tab. 10).

Tabelle 10. Anzahl der Sessions bis zum Erreichen des Kriteriums (Touch-Screen Training für Haupttest) bei 30 Stimuli-Paaren pro Session (tatsächlich) und 10 Stimuli-Paaren pro Session, Anzahl der bis zum tatsächlichen Kriterium verbleibenden Paare, Anzahl der Sessions in der Realität.

Name	Bertl	Bonny	Bounty	Happy	Jessy	Kyra	Lucy	Maggie
Anzahl Sessions Touch-Screen bis Touch-Screen- Kriterium (30 Paare pro Session)	4	5	6	4	8	16	10	5
Anzahl Sessions Touch-Screen bis Realitäts- Kriterium (10 Paare pro Session)	5	7	9	4	14	20	11	9
T=Anzahl zusätzlicher Bildpaare bis tats. Kriterium	71	80	90	80	99	280	190	60
Anzahl Sessions Realität	6	7	4	9	13	4	5	6

Erklärung: alle Zahlen beziehen sich auf das Training zum Haupttest

Diese fiktiven Werte des Touch-Screen-Trainings für den Haupttest wurden mit den Werten aus dem Training in der Realität für den Haupttest mittels des Wilcoxon-Tests für Paardifferenzen verglichen. Das Ergebnis dieses Tests (Abb.11) war nicht signifikant. (Wilcoxon-Test, zweiseitig: $n=8$, $T=6$, $p=0,2188$). Die Hunde wären also tatsächlich im Training am Touch-Screen früher beim Kriterium gewesen, wenn das Kriterium der Realität gegolten hätte. Daher wurden sie eigentlich übertrainiert. Im Vergleich der tatsächlichen Anzahl der Sessions Touch-Screen gegen Realität änderte das allerdings nichts.

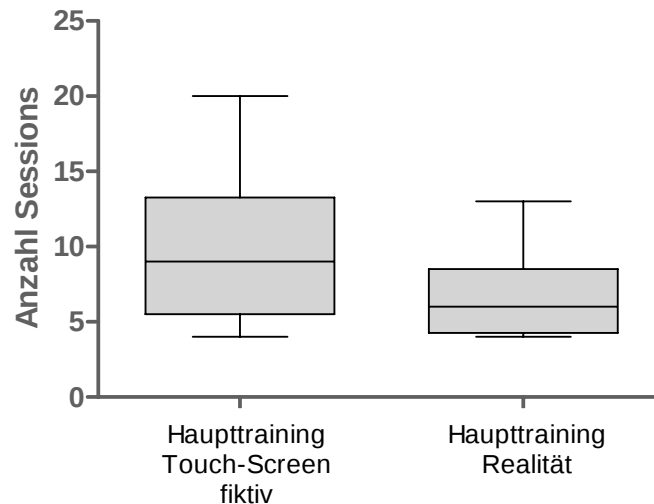


Abbildung 11. Fiktive Anzahl an Sessions bis zum Erreichen des Kriteriums am Touch-Screen und Anzahl der Sessions bis zum Erreichen des Kriteriums in der Realität (beide im Training für die Haupttests).

5.5 Vergleich Vortraining – Training für die Haupttests

Um zu untersuchen, ob es einen Unterschied zwischen den Trainings in der gleichen Kondition (d. h. Vergleich von Vortraining am Touch-Screen mit Training am Touch-Screen für Haupttest und Vortraining Realität mit Training in der Realität für Haupttest) und dadurch eine Änderung in der Lerngeschwindigkeit gab, wurden Vortraining und Training für den Haupttest in der gleichen Kondition miteinander verglichen. Das Ergebnis bei dem Vergleich vom Vortraining am Touch-Screen mit dem Training am Touch-Screen für den Haupttest war signifikant (Wilcoxon-Test, zweiseitig: $n = 8$, $T = 3$, $p = 0,0391$), die Hunde lernten im Training für den Haupttest schneller (Abb. 12).

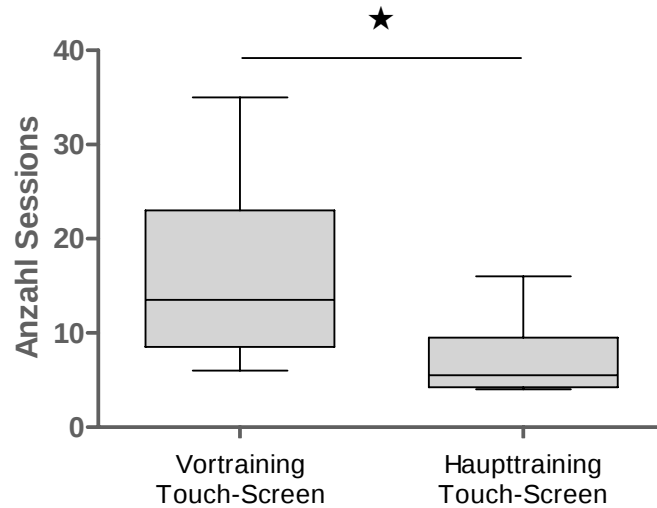


Abbildung 12. Vergleich Anzahl Sessions von allen Tieren bei Vortraining Touch-Screen und Training am Touch-Screen für Haupttest.

Das Ergebnis bei dem Vergleich vom Vortraining in der Realität mit dem Training in der Realität für den Haupttest war nicht signifikant (Wilcoxon-Test, zweiseitig: $n=8$, $T=4$, $p=0,2188$), es gab in der Realität keine Änderung der Lerngeschwindigkeit (Abb. 13).

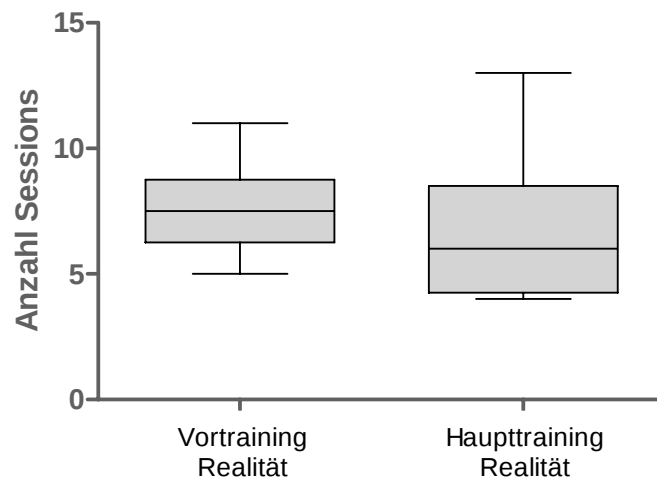


Abbildung 13. Vergleich Anzahl Sessions von allen Tieren bei Vortraining in der Realität und Training in der Realität für Haupttest.

5.5.1 Haupttest

Die Auswertung der Daten aus den Haupttests (je 6 Testpaare) erfolgte mit einem Binomial-Test. Zwei Hunde (Bounty und Maggie) erzielten ein signifikantes Ergebnis bei dem Wechsel von der Realität zum Touch-Screen (Binomial-Test, einseitig: $n=6$, $p=0,0156$), das heißt sie wählten in allen 6 Fällen spontan richtig. Alle anderen Tiere zeigten keine signifikanten Ergebnisse, obwohl zweimal 5 von 6 richtigen Antworten (83%) erzielt wurden. Die Ergebnisse von allen Hunden sind in Tabelle 11 dargestellt.

Tabelle 11. Ergebnisse der Haupttests: Namen der Hunde, korrekte der Antworten bei Testpaaren (6 Paare), Prozentwerte der korrekten Antworten und p-Werte von Binomial-Test ($n=6$).

Haupttest: Touch-Screen zu Realität

Name	Bertl	Bonny	Bounty	Happy	Jessy	Kyra	Lucy	Maggie
korrekt (aus 6)	2	4	3	3	2	4	5	4
% korrekt	33,3	66	50	50	33,3	66	83	66
Binomial Test, einseitig; $p=$	0,8906	0,3437	0,6562	0,6562	0,8906	0,3437	0,1094	0,3437

Haupttest: Realität zu Touch-Screen

Name	Bertl	Bonny	Bounty	Happy	Jessy	Kyra	Lucy	Maggie
korrekt (aus 6)	5	3	6	2	2	1	2	6
%	83	50	100	33,3	33,3	16,6	33,3	100
Binomial Test, einseitig; $p=$	0,1094	0,6562	0,0156 *	0,8906	0,8906	0,9843	0,8906	0,0156 *

Um einen Unterschied zwischen den Ergebnissen von den beiden Haupttests (Touch-Screen zu Realität und Realität zu Touch-Screen) zu berechnen, wurden die Prozentwerte der korrekten Antworten der beiden Tests miteinander verglichen (Abb. 14). Das Ergebnis dieses Tests war nicht signifikant (Wilcoxon-Test, zweiseitig: $n=6$, $T=14$, $p=0,9375$), es gab keinen Unterschied zwischen den beiden Tests, bezogen auf die Antworten von allen Hunden. Interessanterweise streuen die Ergebnisse beim Wechsel von der Realität zum Touch-Screen sehr stark. Hier wurden die besten und schlechtesten Ergebnisse erzielt.

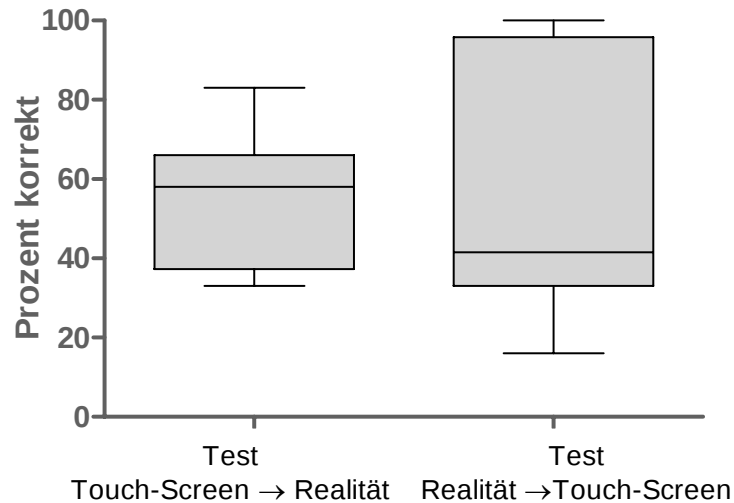


Abbildung 14. Haupttests im Vergleich, Prozentwerte der korrekten Antworten.

Da nicht ganz auszuschließen war, dass die Mehrfachpräsentation der Testpaare einen Einfluss auf die Entscheidung der Tiere hatte, wurde das erste der 6 Testpaare gesondert analysiert. Die Erstantworten der Hunde (= Antwort auf jeweils erstes von den sechs Testpaaren) in den Haupttests sind in Tabelle 12 dargestellt.

Tabelle 12. Darstellung der Antworten auf die ersten Testpaare (=Erstantworten) in den Haupttests, korrekte oder inkorrekte Antworten, sowie korrekte Antworten insgesamt.

Haupttest: Realität zu Touch-Screen

Name	Bertl	Bonny	Bounty	Happy	Jessy	Kyra	Lucy	Maggie	Insgesamt korrekt
Erstantworten	R	F	R	F	F	F	F	R	3 (aus 8)

Haupttest: Touch-Screen zu Realität

Name	Bertl	Bonny	Bounty	Happy	Jessy	Kyra	Lucy	Maggie	Insgesamt korrekt
Erstantworten	F	R	R	R	F	R	R	R	6 (aus 8)

Erklärung: R_richtig, F_falsch

Von allen Hunden wurden die Erst-Antworten bei beiden Haupttests ausgewertet. Ein Binomial-Test ergab sowohl für den Haupttest Realität zu Touch-Screen (Binomial-Test, einseitig: $n=8$, $p=0,8554$), als auch für den Haupttest Touch-Screen zu Realität (Binomial-Test, einseitig: $n=8$, $p=0,1445$) kein signifikantes Ergebnis. Jedoch ist interessant, dass der Transfer vom Touch-Screen zur Realität doppelt so vielen

(nämlich 6) Hunden gelang als der Transfer von der Realität zum Touch-Screen (nur 3).

6 Diskussion

Die Fähigkeit von Tieren, Objekte und deren Bilder in einem Kontext zu sehen, wurde bereits mehrfach erforscht. Die verschiedenen Stadien der Bild-Objektäquivalenz sind bei einigen Arten, wie Tauben, gut untersucht (Cabe, 1976, Watanabe, 1993, Watanabe, 1997, Aust and Huber, 2006), bei manchen, wie Hunden, gibt es hingegen nur wenig gesichertes Wissen. In einem Versuch beschnüffelten Hunde lebensgroße Hundebilder wie echte Artgenossen (Fox, 1971). Andererseits wurde die Fähigkeiten zur Objekterkennung und Diskrimination bei Hunden sowohl auf der 2D-Ebene (Touch-Screen-Experimente) (Range et al., 2008, Aust et al., 2008), als auch auf der 3D-Ebene wiederholt bestätigt (Callahan et al., 2000, Head et al., 1998), die Methodik der Präsentation in der Realität kann teilweise mit meinem Experiment verglichen werden. In dem Versuch von Callahan (Callahan et al., 2000) wurden Hunden zuerst mit einem einzelnen Objekt trainiert. Nach einer Verzögerung, die im Laufe des Experiments variiert wurde, mussten die Hunde anschließend aus zwei präsentierten Objekten jenes auswählen, das von dem vorher Präsentierten verschieden war. Die Hunde konnten diese Aufgabe lösen, jedoch erst nachdem die Verzögerung verlängert und der Abstand der Hunde zu den Objekten vergrößert wurde (dieser musste mindestens 30 cm betragen). Bei meinem Versuch hatten die Hunde wesentlich mehr Abstand zu den Objekten (270 cm), sie konnten die Objekte daher beim Näherkommen gut fokussieren. Bei dem Transfertest zwischen Realität und Touch-Screen und umgekehrt gab es bedingt durch die Unterbringung der Versuchsaapparaturen eine Verzögerung von mindestens 5 Minuten, bis die Hunde mit den Test-Objekten konfrontiert wurden. Durch den Versuch von Callahan (Callahan et al., 2000) wurde gezeigt, dass diese Verzögerung zulässig war. Der Versuch von Head (Head et al., 1998) bestand aus einer Objekt-Diskrimination zwischen zwei Objekten, nachdem eine Objekt-Präferenz festgestellt wurde. Die Tiere lernten sowohl die Diskrimination, als auch ein anschließendes Umkehr-Lernen. Jene Hunde, die das bevorzugte Objekt als das Positive lernten, waren signifikant schneller als jene Hunde, die das nicht bevorzugte Objekt als das

Positive lernten. In meinem Experiment wurde eine Objektpräferenz vorab nicht geklärt, jedoch wurde versucht, durch die Gruppeneinteilung (die Einteilung in positive und negative Objekte wurde auch innerhalb der Gruppen variiert) und dem Lernen von mehr als einem Objektpaar eventuelle Präferenzen auszugleichen. Die Ergebnisse waren manchmal altersabhängig, wie eine Zusammenfassung von verschiedenen Versuchen zur Objekt-Diskrimination zeigt, bei denen ältere Hunde schlechtere Leistungen erbrachten (Adams et al., 2000). In meinem Experiment war die Hunde vergleichsweise jung daher sollten altersbedingte Effekte ausbleiben.

6.1 Vortest

Jedes Tier hatte im Vortraining am Touch-Screen nur 3 der 5 Ansichten bis zum Kriterium gelernt. In einem anschließenden Transfer-Test wurden die noch nicht gesehenen Ansichten gezeigt. Diese Testpaare waren nicht belohnt. Alle Tiere konnten die neuen Ansichten signifikant richtig in positiv und negativ zuordnen. Vergleichsmöglichkeiten mit anderen Hunde-Experimenten fehlen, doch ist das Generalisieren von Ansichten bei anderen Arten bereits erforscht worden. Zum Beispiel zeigen Versuche mit Japanmakaken (*Macaca fuscata*), dass diese Objekte ohne vorherige Erfahrung auch in Winkeln bis zu 60° Rotation richtig einordnen konnten (Wang et al., 2005). Die in meinem Experiment verwendeten Ansichten überschritten die 60°-Grenze nicht. Dass Hunde auf vielen Ebenen generalisieren können, wurde in mehreren Experimenten gezeigt. So konnten sie in einem Versuch Hinweise, die von ihrem Besitzer gegeben wurden, auf eine andere bekannte Person unter Anwendung dergleichen Hinweise generalisieren (Miklósi et al., 1998).

Der Generalisationstest auf andere Ansichten derselben Objekte könnte daher als Hinweis dafür gewertet werden, dass Tiere tatsächlich aus der 2D-Präsentation bestimmte Objektinformationen entnehmen konnten. Allerdings war der Test auch durch alleinige Verwendung von 2D-Informationen (nach Form oder Farbe) lösbar. Das heißt, dass dieser Test alleine noch keinen sicheren Aufschluss darüber geben kann, ob die Hunde die verschiedenen Ansichten als zu einem Objekt gehörend erkennen können. Oder anders gesagt, es ist damit noch nicht geklärt, ob die Hunde

die Bilder als Referenten (Stellvertreter) von echten Objekten erkennen. Doch andererseits hätte ein Versagen bei diesem Test die Ergebnisse des weiteren Experiments in Frage gestellt. Die Tiere haben damit eine für Bild/Objektäquivalenz notwendige, aber nicht hinreichende Vorleistung gezeigt. Schließlich konnte damit die Vertrautheit der Hunde mit der Touch-Screen-Methode bestätigt werden.

6.2 Trainingseffekte

Das Vortraining wurde in beiden Konditionen durchgeführt, mit jeweils einem anderen Objektpaar. Das Vortraining am Touch-Screen wurde von großen individuellen Unterschieden geprägt. Obwohl alle Tiere bereits vielfache Erfahrung mit dem Touch-Screen hatten, war die Anzahl der Sessions bis zum Erreichen des Kriteriums unterschiedlich. Die Hunde lernten signifikant schneller in der Realität, obwohl bedingt durch die höhere Anzahl an Bildpaaren pro Session am Touch-Screen mehr Fehler erlaubt waren. Das bedeutet, dass die Tiere das Vortraining in der Realität schneller als das Vortraining am Touch-Screen absolvierten, obwohl es dafür weniger Belohnungen gab und weniger Fehler erlaubt waren.

In Folge mussten die Hunde dann für jeden der beiden Haupttests ein weiteres Objektpaar diskriminieren lernen, jeweils verschieden für Touch-Screen und Realität. Der Unterschied in der Anzahl der Sessions am Touch-Screen und in der Realität, die zum Erreichen des Kriteriums dabei notwendig waren, war nicht signifikant. Das steht im Gegensatz zum Vortraining, bei dem dieser Unterschied noch signifikant war. Das könnte einerseits auf einen "Learning set"-Effekt hindeuten, das heißt die Tiere "lernten zu lernen". Andererseits könnte es mit der doch ungewohnten, geradezu künstlichen Objektpräsentation zu tun haben. Zwar hatten alle Tiere schon Vorerfahrung mit dem Touch-Screen, aber möglicherweise brauchen sie bei jedem neuen Experiment eine "Eingewöhnungszeit", bis sie die Unterscheidungsaufgabe erfasst haben.

Dieses Lernen beinhaltete also nicht nur die Diskrimination, sondern auch das Muster dahinter wurde erfasst und das Kriterium bei dem zweiten Objektpaar

schneller erreicht. Dieser Effekt zeigte sich auch bei dem Vergleich von dem Vortraining am Touch-Screen und dem Training für den Haupttest am Touch-Screen. Bei dem Vortraining waren signifikant mehr Sessions erforderlich als bei dem Haupttraining. Dieser Effekt wurde unter anderem bei Konditionierungsexperimenten mit Hasen beobachtet (Holt and Kehoe, 1985). Dabei wurde gezeigt, dass klassische Konditionierung in einer Modalität (visuell oder auditiv) die erneute Konditionierung in der jeweils anderen Modalität erleichterte. Ebenso wurde bei Pferden (Mader and Price, 1980) und Pandas (Dungl et al., 2008) gezeigt, dass sie Diskriminations-Aufgaben mit fortschreitender Erfahrung schneller erfassen konnten.

In der Realität gab es keine Unterschiede zwischen Vor- und Haupttraining, doch wurde beim Vortraining zuerst nur mit dem positiven Stimulus begonnen. Die Tiere erhielten ein Einzel-Objekt-Training, erst wenn dieses (positive) Objekt zuverlässig gewählt wurde, wurde mit der simultanen Präsentation der Objekte begonnen. Wahrscheinlich hat dieses "Vor"-Vortraining dazu beigetragen, bereits die erste Diskrimination in vergleichbarer Leistung mit dem Haupttraining zu absolvieren.

Da die Sessions für Touch-Screen und Realität eine unterschiedliche Anzahl von Paaren enthielten, wurde der Effekt dieser Ungleichheit im Training für den Haupttest untersucht. Eine Session in der Realität enthielt 10 Paarpräsentationen ohne Wiederholung bei Fehlern, eine Session am Touch-Screen 30 Paarpräsentationen mit Wiederholung bei Fehlern. Daher wurden die Daten der Touch-Screen Sessions so zusammengefasst, dass die Sessions nur 10 Paare enthielten. Die anschließende Analyse ergab, dass alle Hunde das Kriterium in diesem Modus bereits früher erreicht hätten. Der Unterschied zu der Anzahl der Sessions in der Realität blieb aber trotz der Umformung nicht signifikant, da die Anzahl der Sessions in diesem umgeformten Modus zahlenmäßig im Bereich oder sogar etwas über der tatsächlichen Anzahl der Sessions am Touch-Screen lag. Interessanterweise wurde durch diese Umformung gezeigt, dass die Zahl der übertrainierten Bildpaare bei zwei Hunden (Kyra, Lucy) sehr groß war.

6.3 Haupttests

Auf das Ergebnis des Haupttests umgelegt bedeutete dies aber, dass die Hunde am Touch-Screen übertrainiert wurden und daher mehr Information über den positiven oder negativen Charakter der 2D-Bilder erhalten haben. Diesen Vorteil konnten sie aber nicht nützen, da keiner der Hunde bei den Testpaaren in der Realität ein signifikantes Ergebnis erzielte. Umgekehrt gab es zwei Hunde, die in der anderen Lernrichtung (von der Realität zum Touch-Screen) signifikant waren. In der Gesamtheit der Test-Paare von allen Hunden gab es aber keine signifikanten Ergebnisse. Auch die Erstantworten zeigten keine Signifikanz in eine Richtung. Damit konnte mit diesem Experiment nicht gezeigt werden, dass es einfacher ist von komplexer Information (3D) zu reduzierter Information (2D) zu wechseln. Dieser Effekt wurde bei Menschen (Burton et al., 1999) und Pavianen (Martin-Malivel, 1998) beschrieben. Durch die geringe Anzahl von Tieren und Testpaaren, ließ sich dies in dieser Studie nicht zeigen. Möglicherweise könnten durch eine größere Anzahl von Versuchstieren, beziehungsweise an Testpaaren könnten solche Effekte auftreten.

Ein Grund für das insgesamt schlechte Ergebnis könnten die wenigen Tests ($n=6$) sein. Diese geringe Anzahl von Testpaaren bedeutete, dass nur ein 100-prozentig richtiges Ergebnis signifikant sein konnte. Da die Tiere aber auch bei allen vorangegangenen Versuchen und Trainings am Touch-Screen meist kein 100-prozentiges Ergebnis lieferten, wie etwa bei dem Lernen durch Ausschluss (Aust et al., 2008), muss das Ergebnis mit Vorsicht behandelt werden.

Der Grund für die wenigen Tests war, dass Lernen bei Hunden auch in gewissen Maß im Laufe der Testwiederholungen stattfindet. Dieser Effekt, dass unbelohnte Testpaare zu einer Änderung der Strategie führen wurde auch bei dem Lernen durch Ausschluss-Versuch (Aust et al., 2008) gefunden, wo eine große Anzahl von Testpaaren gezeigt wurde. Daher wurde versucht, bei dem Versuch zur Objektdiskrimination bei Hunden die geringst mögliche Anzahl an Testpaaren zu verwenden, die noch statistisch signifikant sein kann. Dadurch war aber kein einziger Fehler erlaubt. Sicher sind weitere Tests in Richtung der Testmethoden bei

Hunden notwendig. Eventuell könnten die Hunde bei allen Testpaaren belohnt werden, dies könnte aber auch den umgekehrten Effekt haben, dass sie dann auch durch die Belohnung lernen. Eine bessere Möglichkeit wäre es mehrere Objektpaare nacheinander zu trainieren und jeweils nur einmal zu testen. Durch die eingeschränkte Verfügbarkeit der Hunde würde dies aber die für eine Diplomarbeit angemessene Zeit bei weitem sprengen.

Insgesamt stellt sich die Frage, wie die Ergebnisse dieses Experiments in die Theorie der Bild/Objektäquivalenz bei Tieren einzuordnen sind. Welche Aussagen können damit über die Repräsentation von Objekten in der Realität und auf dem Bildschirm bei Hunden getroffen werden? Zunächst muss betont werden, dass es zwar Experimente zu den visuellen, diskriminativen Fähigkeiten von Hunden gibt (Head et al., 1998, Pretterer et al., 2004, Range et al., 2007) aber der Wechsel zwischen den zwei Konditionen (Bildschirm, Realität) erstmals mit dieser Methode untersucht wurde. Die visuellen Fähigkeiten sind bei Hunden nicht so gut ausgeprägt wie andere Sinne. Versuche auf dieser Ebene erlauben aber Vergleiche zu anderen Tierarten. Zwei Hunde konnten trotz der schwer zu erreichenden Signifikanz dennoch alle 6 Testpaare richtig transferieren. Inwieweit dieses Ergebnis aber durch alleinige Übertragung von 2D-Merkmalen möglich war, muss durch weitere Experimente geklärt werden. Die Hunde könnten die Übertragung durch das Merken einzelner Bestandteile ohne das gesamte Objekt zu erfassen gelöst haben. Dagegen spricht, dass die Objekte nicht in Originalgröße auf dem Bildschirm präsentiert wurden und die Darstellung der Farben auf dem Bildschirm dem menschlichen Auge angepasst war. Es könnte daher sein, dass die Objekte von den Hunden anders wahrgenommen wurden. Weitere Hinweise würde man vielleicht durch das Weglassen von Farben erhalten, damit könnte ein Unterscheiden nur aufgrund von Farben ausgeschlossen werden.

Weiters wurde bei dem Experiment sehr darauf geachtet, unter kontrollierten Bedingungen zu arbeiten. Es sollten andere Hinweise für die Hunde wie Blicke oder Gesten vermieden werden, oder möglichst gering gehalten werden, da es bekannt ist,

dass besonders Hunde aus diesen Hinweisen Schlüsse ziehen (Miklósi et al., 2004, Cooper et al., 2003). Die Touch-Screen-Apparatur ist besonders in dieser Hinsicht geeignet, da der Besitzer weiterhin anwesend sein kann, um den Hund durch seine Anwesenheit zu motivieren, aber den Hund in seiner Entscheidung nicht beeinflussen kann.

Im Gegensatz zu anderen Experimenten zur Bild/Objektäquivalenz, wurden bei diesem Versuch keine Stimuli verwendet, die für die Hunde von Beginn an bereits eine Bedeutung gehabt hätten, wie Futter oder Spielzeug (Parron et al., 2008). Die Stimuli waren an sich neutral, erst durch das Diskriminationslernen wurden sie in positiv und negativ eingeteilt. Dadurch wurde aber im Test vermieden, dass eine bereits vorhandene Objektpräferenz, das Ergebnis verfälscht hätte.

Warum wählten die Hunde mindestens einmal auch das negative Objekt in der Realität? Dazu muss der Effekt des Neuen in die Interpretationen mit einbezogen werden. Tiere unterscheiden sich in ihrem Verhalten gegenüber Neuem, daher muss dieses Grundverhalten bei allen Experimenten zur Kognition in die Testanordnung einfließen. Hunde können zwischen bekannten und unbekannten realen Objekten unterscheiden (Callahan et al., 2000). Auch die Versuche beim Lernen durch Ausschluss (Kaminski et al., 2004, Aust et al., 2008) zeigten, dass Hunde noch nicht gesehene Objekte einordnen können, anstatt diese unter Anwendung von Ausschlussregeln nach ihrer Neuheit zu wählen. Bei einem Test zwischen bekannten und unbekannten Spielsachen wählten die Hunde jedoch häufiger das neue Spielzeug (Kaulfuß and Mills, 2008). Für die Hunde in meinem Experiment war das erstgewählte Objekt ab dem zweiten Testpaar bereits bekannt, das andere jedoch neu. Andererseits waren die Objekte neutral und kein Spielzeug, da für viele Hunde bereits das Berühren eines Spielzeuges als Belohnung gilt (viele Besitzer verwenden Futter- und Spielzeugbelohnung).

Ein weiterer wichtiger Aspekt dieses Experiments liegt in der Tatsache, dass die Tiere sofort getestet wurden, nachdem das Kriterium im Training erreicht wurde. So

konnten sie den Zusammenhang zwischen den beiden Konditionen nicht lernen, da auch bei den Testpaaren keine Rückmeldung über richtig oder falsch gegeben wurde. Auch das Manipulieren mit den Objekten wurde den Hunden nicht ermöglicht, damit die Testpaare mehrfach präsentieren werden konnten. In Hinblick darauf, dass auch Menschen Bild/Objektäquivalenz nur bei Übung beibehalten, obwohl sie angeboren scheint (Miller, 1973), kann dieser Effekt natürlich auch auf Tiere zutreffen. Menschen können allerdings diese Fähigkeit wiedererlangen. Bei meinem Experiment wurde aber die spontane Bild/Objektäquivalenz bei Hunden getestet, vielleicht müssen auch sie diese erst lernen.

6.4 Conclusio

Es kann zusammenfassend gefolgert werden, dass die Fähigkeit von Hunden zur Bild/Objektäquivalenz prinzipiell gegeben ist, da immerhin zwei Hunde das im Training erlernte Wissen im Test von einer Präsentationsart auf die andere übertragen konnten. Diese beiden Hunde lernten ein Objektpaar in der Realität zu unterscheiden und wählten dann auf die gleiche Weise die Test-Paare am Touch-Screen. Auf welcher Ebene diese Übertragung stattfand, muss durch weitere Experimente untersucht werden. Aufgrund des Fehlens eines signifikanten Ergebnisses aller getesteten Hunde kann noch keine Aussage über die artspezifische Fähigkeit zur Bild/Objektäquivalenz bei Hunden oder deren Verteilung innerhalb der Art nach Rasse, Geschlecht, Alter usw. gemacht werden.

7 Bibliographie

- ADACHI, I., KUWAHATA, H. & FUJITA, K. (2006) Dogs recall their owner's face upon hearing the owner's voice. *Animal Cognition*, 10, 17-21.
- ADAMS, B., CHAN, A., CALLAHAN, H. & MILGRAM, N. W. (2000) The canine as a model of human cognitive aging: Recent developments. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 24, 675-692.
- AUST, F., RANGE, F., STEURER, F. & HUBER, F. (2008) Reasoning by exclusion in pigeons, dogs, and humans.
- AUST, U. & HUBER, L. (2006) Picture-object recognition in pigeons: evidence of representational insight in a visual categorization task using a complementary information procedure. *J Exp Psychol Anim Behav Process*, 32, 190-5.
- BOUISSOU, M. F., PORTER, R. H., BOYLE, L. & FERREIRA, G. (1996) Influence of a conspecific image of own vs. different breed on fear reactions of ewes. *Behavioural Processes*, 38, 37-44.
- BOVET, D. & VAUCLAIR, J. (2000) Picture recognition in animals and humans. *Behavioral Brain Research*, 109, 143-165.
- BRÄUER, J., KAMINSKI, J., RIEDEL, J., CALL, J. & TOMASELLO, M. (2006) Making Inferences About the Location of Hidden Food: Social Dog, Causal Ape. *Journal of Comparative Psychology*, 120, 38-47.
- BURTON, A. M., BRUCE, V. & HANCOCK, P. J. B. (1999) From pixels to people: A model of familiar face recognition. *Cognitive Science*, 23, 1-31.
- CABE, P. A. (1976) Transfer of discrimination from solid objects to pictures by pigeons: A test of theoretical models of pictorial perception. *Perception & Psychophysics*, 19, 545-550.
- CALLAHAN, H., IKEDA-DOUGLAS, C., HEAD, E., COTMAN, C. W. & MILGRAM, N. W. (2000) Development of a protocol for studying object recognition memory in the dog. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 24, 693-707.

- CLARK, D. L. & UETZ, G. W. (1990) Video image recognition by the jumping spider, *Maevia inclemens*(Araneae: Salticidae). *Animal behaviour*, 40, 884-890.
- COILE, D. C., POLLITZ, C. H. & SMITH, J. C. (1989) Behavioral determination of critical flicker fusion in dogs. *Physiology & Behavior*, 45, 1087-1092.
- COOK, M. & MINEKA, S. (1990) Selective associations in the observational conditioning of fear in rhesus monkeys. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 16, 372-389.
- COOPER, J., ASHTON, C., BISHOP, S., WEST, R., MILLS, D. S. & YOUNG, R. J. (2003) Clever hounds: social cognition in the domestic dog. *Applied Animal Behaviour Science*, 81, 229-244.
- COPPINGER, R. & COPPINGER, L. (2002) *Dogs: A New Understanding of Canine Origin, Behavior and Evolution*, University Of Chicago Press.
- D'EATH, R. B. (1998) Can video images imitate real stimuli in animal behaviour experiments? *Biological Reviews*, 73, 267-292.
- DASSER, V. (1987) Slides of group members as representations of the real animals(*Macaca fascicularis*). *Ethology*, 76, 65-73.
- DAVENPORT, R. K. & ROGERS, C. M. (1971) Perception of Photographs By Apes. *Behaviour*, 39, 318-320.
- DELIUS, J. D. (1992) Categorical discrimination of objects and pictures by pigeons. *Learning & behavior*, 20, 301-311.
- DELOACHE, J. S. (2004) Becoming symbol-minded. *Trends in Cognitive Sciences*, 8, 66-70.
- DIRKS, J. & GIBSON, E. (1977) Infants' perception of similarity between live people and their photographs. *Child Dev*, 48, 124-30.
- DUNGL, E., SCHRATTER, D. & HUBER, L. (2008) Discrimination of face like patterns in the giant panda (*Ailuropoda melanoleuca*). *Journal of Comparative Psychology*.
- EVANS, C. S. & MARLER, P. (1991) On the use of video images as social stimuli in birds: audience effects on alarm calling. *Animal Behaviour*, 41, 17-26.

- FAGOT, J. (2000) *Picture Perception in Animals*, Psychology Press.
- FOX, M. W. (1971) *Behavior of wolves, dogs and related canids*, London:, Jonathan Cape.
- HAYES, K. J., THOMPSON, R. & HAYES, C. (1953) Discrimination learning set in chimpanzees. *J Comp Physiol Psychol*, 46, 99-104.
- HEAD, E., CALLAHAN, H., MUGGENBURG, B. A., COTMAN, C. W. & MILGRAM, N. W. (1998) Visual-discrimination learning ability and [beta]-amyloid accumulation in the dog. *Neurobiology of Aging*, 19, 415-425.
- HERRNSTEIN, R. J. & LOVELAND, D. H. (1964) Complex Visual Concept in the Pigeon. *Science*.
- HOLT, P. E. & KEHOE, E. J. (1985) Cross-modal transfer as a function of similarities between training tasks in classical conditioning of the rabbit. *Learning & behavior*, 13, 51-59.
- HONIG, W. K. & OUELLETTE, G. (1989) Seeing there and being there: pigeons transfer a discrimination of pictured locations to the real world.
- HUBER, L., APFALTER, W., STEURER, M. & PROSSINGER, H. (2005) A new learning paradigm elicits fast visual discrimination in pigeons. *J Exp Psychol Anim Behav Process*, 31, 237-46.
- KAMINSKI, J., CALL, J. & FISCHER, J. (2004) Word Learning in a Domestic Dog: Evidence for "Fast Mapping". *Science*, 304, 1682-1683.
- KAULFUß, P. & MILLS, D. S. (2008) Neophilia in domestic dogs (*Canis familiaris*) and its implication for studies of dog cognition. *Animal Cognition*, 11, 553-556.
- KENDRICK, K. M., ATKINS, K., HINTON, M. R., BROAD, K. D., FABRE-NYS, C. & KEVERNE, B. (1995) Facial and vocal discrimination in sheep. *Animal behaviour*, 49, 1665-1676.
- KUBINYI, E., MIKLÓSI, A., TOPÁL, J. & CSÁNYI, V. (2003) Social mimetic behaviour and social anticipation in dogs: preliminary results. *Animal Cognition*, 6, 57-63.
- KYES, R. C. & CANDLAND, D. K. (1987) Baboon (*Papio hamadryas*) visual preferences for regions of the face. *J Comp Psychol*, 101, 345-8.

- KYES, R. C., ELIZABETH MAYER, K. & BUNNELL, B. N. (1992) Perception of stimuli presented as photographic slides in cynomolgus macaques (*Macaca fascicularis*). *Primates*, 33, 407-412.
- MADER, D. R. & PRICE, E. O. (1980) Discrimination Learning in Horses: Effects of Breed, Age and Social Dominance. *Journal of Animal Science*, 50, 962.
- MARTIN-MALIVEL, J. (1998) Existe-t-il une équivalence entre l'objet et sa représentation photographique chez le babouin (*Papio papio*)? *Primatologie*, 1, 249-268.
- MENZEL JR, E. W., PREMACK, D. & WOODRUFF, G. (1978) Map reading by chimpanzees. *Folia Primatol (Basel)*, 29, 241-9.
- MIKLÓSI, Á., POLGÁRDI, R., TOPÁL, J. & CSÁNYI, V. (1998) Use of experimenter-given cues in dogs. *Animal Cognition*, 1, 113-121.
- MIKLÓSI, Á., TOPÁL, J. & CSÁNYI, V. (2004) Comparative social cognition: What can dogs teach us? *Animal Behaviour*, 67, 995-1004.
- MILLER, R. J. (1973) Cross-cultural research in the perception of pictorial materials. *Psychol Bull*, 80, 135-50.
- MURPHY, C. J., ZADNIK, K. & MANNIS, M. J. (1992) Myopia and refractive error in dogs. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, 33, 2459-2463.
- NEITZ, J., GEIST, T. & JACOBS, G. H. (1989) Color vision in the dog. *Visual Neuroscience*, 3, 119-125.
- PARRON, C., CALL, J. & FAGOT, J. (2008) Behavioural responses to photographs by pictorially naive baboons (*Papio anubis*), gorillas (*Gorilla gorilla*) and chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Behavioural Processes*.
- PEICHL, L. (1991) Alpha ganglion cells in mammalian retinae: common properties, species differences, and some comments on other ganglion cells. *Vis Neurosci*, 7, 155-69.
- PFEFFERKORN, B. (2000) Bestimmung der Refraktion von normophaken Hunden und Katzen und pseudophaken Hunden mit der Methode der Skiaskopie

- Determination of the refractive state of normophakic dogs and cats and pseudophakic dogs by retinoscopy. *Fachbereich Veterinärmedizin, Freie Universität Berlin.*
- PFUNGST, O. (1911) Das Pferd des Herrn von Osten. *Transl. by CL Rahn, Clever Hans. New York: Holt.*
- PISACRETA, R. & RILLING, M. (1987) Infrared touch technology as a response detector in animal research. *Behavioral Research Methods, Instruments & Computers*, 19, 389-396.
- PLIMPTON, E. H., SWARTZ, K. B. & ROSENBLUM, L. A. (1981) Responses of juvenile bonnet macaques to social stimuli presented through color videotapes. *Developmental Psychobiology*, 14, 109-115.
- PONGRÁCZ, P., MIKLÓSI, Á., DOKA, A. & CSÁNYI, V. (2003) Successful Application of Video-Projected Human Images for Signalling to Dogs. *Ethology*, 109, 809-821.
- PONGRÁCZ, P., MIKLÓSI, Á., KUBINYI, E., GUROBI, K., TOPÁL, J. & CSANYI, V. (2001) Social learning in dogs: the effect of a human demonstrator on the performance of dogs in a detour task. *Animal Behaviour*, 62, 1109-1117.
- PONGRÁCZ, P., MIKLÓSI, Á., TIMER-GENG, K. & CSÁNYI, V. (2004) Verbal attention getting as a key factor in social learning between dog (*Canis familiaris*) and human. *Journal of comparative psychology*(1983), 118, 375-383.
- POSS, S. R. & ROCHAT, P. (2003) Referential Understanding of Videos in Chimpanzees (*Pan troglodytes*), Orangutans (*Pongo pygmaeus*), and Children (*Homo sapiens*). *Journal of Comparative Psychology*, 117, 420-428.
- PREMACK, D. & WOODRUFF, G. (1978) Chimpanzee problem-solving: a test for comprehension. *Science*, 202, 532-535.
- PRETTERER, G., BUBNA-LITTITZ, H., WINDISCHBAUER, G., GABLER, C. & GRIEBEL, U. (2004) Brightness discrimination in the dog. *Journal of Vision*, 4, 241-249.

- RANGE, F., AUST, U., STEURER, M. & HUBER, L. (2007) Visual categorization of natural stimuli by domestic dogs. *Animal Cognition*.
- RANGE, F., VIRANYI, Z. & HUBER, L. (2008) Selective Imitation in Domestic Dogs. *Current Biology*, 17, 868-872.
- ROSENFELD, S. A. & VAN HOESEN, G. W. (1979) Face recognition in the rhesus monkey. *Neuropsychologia*, 17, 503-9.
- ROWLAND, W. J., BOLYARD, K. J., JENKINS, J. J. & FOWLER, J. (1995) Video playback experiments on stickleback mate choice: female motivation and attentiveness to male colour cues. *Animal Behaviour*, 49, 1559-1567.
- SAVOLAINEN, P., ZHANG, Y., LUO, J., LUNDEBERG, J. & LEITNER, T. (2002) Genetic Evidence for an East Asian Origin of Domestic Dogs. *Science*.
- SHIMIZU, T. (1998) Conspecific recognition in pigeons(*Columba livia*) using dynamic video images. *Behaviour*, 135, 43-53.
- VILA, C., SAVOLAINEN, P., MALDONADO, J., AMORIM, I., RICE, J., HONEYCUTT, R., CRANDALL, K., LUNDEBERG, J. & WAYNE, R. (1997) Multiple and Ancient Origins of the Domestic Dog. *Science*, 276, 1687 - 1689.
- VON HEUSSER, H. (1968) Ein frei gehaltener Krallenaffe (*Callithrix jacchus*) erkennt Bilder. *Zeitsch Tierpsychol*, 25, 710-8.
- VONK, J. & MACDONALD, S. E. (2004) Levels of Abstraction in Orangutan (*Pongo abelii*) Categorization. *Journal of Comparative Psychology* 118, 3-13.
- WANG, G., OBAMA, S., YAMASHITA, W., SUGIHARA, T. & TANAKA, K. (2005) Prior experience of rotation is not required for recognizing objects seen from different angles. *Nature Neuroscience*, 8, 1768-1775.
- WATANABE, S. (1993) Object-picture equivalence in the pigeon: an analysis with natural concept and pseudoconcept discriminations. *Behavioural processes*, 30, 225-231.
- WATANABE, S. (1997) VISUAL DISCRIMINATION OF REAL OBJECTS AND PICTURES IN PIGEONS. *Learning & behavior*, 25, 185-192.

WILKIE, D. M., WILLSON, R. J. & KARDAL, S. (1989) Pigeons discriminate pictures of a geographic location. *Animal Learning and Behavior*, 17, 163-171.

WINNER, E. & ETTLINGER, G. (1979) Do chimpanzees recognize photographs as representations of objects? *Neuropsychologia*, 17, 413-20.

Danksagung

Ich möchte allen danken, die mir den Abschluss dieser Arbeit ermöglicht haben. Besonders möchte ich mich bei Dr. Ludwig Huber, Dr. Friederike Range und Dr. Ulrike Aust für die Überlassung des Themas und die Betreuung der Arbeit bedanken.

Vielen Dank allen lieben Kollegen des Departments, ich habe so viel wertvolle Unterstützung von ihnen in den verschiedensten Bereichen erhalten.

Bei meiner ganzen Familie bedanke ich mich für die finanzielle, moralische und organisatorische Unterstützung, ohne die nichts möglich gewesen wäre.

Bei meinem Mann Michael möchte ich mich für seinen Glauben und seine Liebe bedanken, die mich die ganze Zeit begleitet haben. Auch die kritischen Bemerkungen haben mir immer geholfen!

Bei meinen Kindern, Jakob und Kilian, möchte ich mich dafür bedanken, dass sie viel Geduld mit mir hatten, auch wenn die Situation manchmal schwierig war. Außerdem konnten sie mir immer zeigen, dass es im Leben auch andere Prioritäten gibt.

Ich bedanke mich auch bei allen Hunden und ihren Besitzern, die mir über so lange Zeit die Treue gehalten haben und durch ihre Teilnahme an den Versuchen diese Arbeit erst ermöglicht haben. Ich habe die Arbeit und die netten Gespräche mit allen immer genossen!

Danke euch allen!

Appendix

Schriftliche Erklärung am Beginn des Experiments für die Hundebesitzer

Objektdiskriminierung bei Hunden, Bild vs. Realität

Liebe/lieber HundebesitzerIn !

Ich möchte mit dem folgenden Experiment eine wichtige Frage erforschen: Haben jene Hunde, die schon längere Zeit mit dem Touch-Screen arbeiten ein tieferes Verständnis dafür, was sie am Bildschirm sehen?

Dazu möchte ich wissen ob die Hunde eine Verbindung zwischen einem Objekt, das sie am Bildschirm sehen und demselben Objekt in der Realität herstellen können. Dazu gibt es über Hunde noch wenige Erkenntnisse.

Um dies zu überprüfen, wird es zwei Lernrichtungen geben, einmal von der Realität zum Bild am Bildschirm, die andere Richtung ist von dem Bild zum realen Objekt. Die Hunde werden von mir in zwei Gruppen eingeteilt, die nach verschiedenen Kriterien ausgewogen sein sollen: Geschlecht, Ausbildung, Rasse und Alter der Hunde.

Alle Hunde müssen erst einmal die neue Versuchsanordnung mit den realen Objekten kennenlernen und zwei Objekte am Touch-Screen unterscheiden. Die Arbeit am Touch-Screen ist ja bestens bekannt, aber ohne ein Vortraining wäre die eine Gruppe, die mit dem Touch-Screen beginnt, im Vorteil. Dieses Vortraining wird mit dem ersten Paar von Objekten durchgeführt.

Vortraining

Am Touch-Screen werden die Hunde zwei Objekte unterscheiden lernen, die ihnen aber in verschiedenen Ansichten präsentiert werden (Kriterium 24 von 30 richtig in 4 von 5 folgenden Sessions). In einem Abschlusstest werden dann noch nicht gesehene Ansichten gezeigt und untersucht ob auch diese richtig zugeordnet werden können.

Das Experiment mit den realen Objekten findet im großen Kellerraum statt. Dort steht ein großer Wandschirm mit einem verschließbaren Durchgang für den Hund, durch den er zu den Objekten kommt. Dabei werden wir wie am Touch-Screen beginnen, d.h. nur das positive Objekt wird gezeigt und die Hunde lernen über den Clicker zu diesem hinzugehen und es mit der Nase zu berühren. Erst dann wird das zweite negative Objekt hinzugefügt und die Hunde sollen diese unterscheiden lernen (Kriterium 8 von 10 richtig in 4 aus 5 Sessions). Bei diesem Vortraining wird ein anderes Paar Objekte verwendet als beim Vortraining am Touch-Screen.

Hauptexperiment

Wenn die Hunde das Vortraining absolviert haben, wird mit dem Hauptteil des Experiments begonnen. Wieder werden sie zwei Objekte unterscheiden lernen, zuerst in der einen, dann in der anderen Kondition (Bildschirm und Realität). Der Unterschied zum Vortraining besteht darin, dass dabei das gleiche Objektpaar verwendet wird. Wieder müssen sie das gleiche Kriterium wie im Vortraining erreichen. Dann erfolgt der Wechsel in die andere Kondition und dort findet ein Test statt, der erforschen soll ob sie den Zusammenhang zwischen Bild und Realität begreifen. Dann sollten sie nämlich beim Wechsel in die andere Kondition das positive Objekt bereits kennen (Motto: " Das habe ich schon auf dem Bild (in der Realität) gesehen und weiß daher schon, was ich berühren muss! "). Wenn die Hunde die eine Lernrichtung absolviert haben, wird dann die andere Richtung getestet um so Unterschiede feststellen zu können.

Lassen wir uns von unseren Vierbeinern überraschen, es wird auf jeden Fall spannend! Vielen Dank für eure Teilnahme!

Karin Bayer
Diplomandin

Curriculum vitae

Karin Bayer
Lainzerstraße 130/7
1130 Wien

0699/10182723
bayer@animo.biz
www.animo.biz



geboren am 17.4.1969 in Wien

- | | |
|-----------|---|
| 1987 | Matura am BG XIII Fichtnergasse, neusprachlicher Zweig |
| seit 1987 | Studium der Biologie, Fachrichtung Zoologie |
| 2003 | Abschluss der 3-jährigen Ausbildung zum Tellington Practitioner |
| 2004 | Teilstudium an der Veterinärmedizinischen Universität |
| 2004 | Verhaltenstherapie-Fortbildung der ATF (Akademie für tierärztliche Fortbildung Deutschland) an der Vet.Med. Hannover |
| 2006 | Ausbildung zur Hundeführscheinprüferin der Stadt Wien |
| derzeit | wissenschaftliche und organisatorische Mitarbeit im Clever Dog Lab, Department für Neurobiologie und Kognitionsforschung; Verhaltensberatung für Hunde und Kleintiere, Hundetrainer, Tellington-Arbeit, Durchführung von Hundeführscheinprüfungen |
- Verheiratet seit 1996 mit Michael Bechinie, zwei Kinder geboren 1996 und 1998
Kenntnisse: Deutsch (Muttersprache), Englisch, Italienisch und Französisch, sowie EDV