Verhaltensphysiologische Experimente zur Erkennung und Unterscheidung menschlicher Gesichter beim Haushund (*Canis familiaris*)

Dissertation
zur Erlangung des Grades
„Doktor der Naturwissenschaften“

am Fachbereich Biologie
der Johannes Gutenberg-Universität
in Mainz

vorgelegt von:

Isabel Gutmann
geboren am 28.11.1979
in Bingen

Mainz, Juni 2011

Dekan:
1. Berichterstatter:
2. Berichterstatter:
Tag der mündlichen Prüfung: 13.07.2011

Inhaltsverzeichnis

1 EINLEITUNG 5

1.1 ALLGEMEINES 5

1.2 DOMESTIKATION DES HUNDES 5

1.3 SINNESLEISTUNGEN DES HUNDES 9

1.4 NEUROPHYSIOLOGIE UND NEUROPSYCHOLOGIE DER GESICHTSERKENNUNG 13

1.5 SHORT RECOGNITION MEMORY TEST FOR FACES (WARRINGTON, 1996) 16

1.6 FRAGESTELLUNG 16

2 MATERIAL UND METHODE 18

2.1 VERSUCHSTIERE 18

2.1.1 Blue 18

2.1.2 Tobi 19

2.1.3 Cora 20

2.1.4 Salma 21

2.1.5 Edie 22

2.2 VERSUCHSANORDNUNG 22

2.3 VORDRESSUR 24

2.4 DRESSUR AUF DAS DRESSURGESICHT 25

2.5 DRESSUR- UND TESTPHASE 27

2.6 DRESSUR - UND TESTBILDER 31

2.6.1 Vordressur 31

2.6.2 Test zur Unterscheidung menschlicher Gesichter 32

2.6.3 Generalisationstest 33

2.6.4 Transfertest 34

2.7 DATENERFASSUNG 35

2.7.1 Statistische Testverfahren 36

2.7.2 Definitionen statistischer Begriffe 37

3 ERGEBNISSE 39

3.1 VORDRESSUR 39

3.2 DRESSUR- UND TESTPHASE 42

3.3 UNTERSCHEIDUNG VERSCHIEDENER GESICHTER 43

3.3.1 Dressurgesicht gegen Gesicht 1 43

3.3.2 Dressurgesicht gegen Gesicht 2 45

3.3.3 Dressurgesicht gegen Gesicht 3 48

3.3.4 Dressurgesicht gegen Gesicht 4 50

3.4 GENERALISATIONSTESTS 51

3.4.1 Um 180° gedrehte Gesichter (DG gegen G4) ... 51
3.4.2 Kontrollversuch DG gegen G3: Belohnung wie im Test mit den umgedrehten Gesichtern ... 53
3.4.3 Dressurgesicht gegen Gesicht 3: 35% verkleinert ... 55
3.4.4 Dressurgesicht gegen Gesicht 3: 50% verkleinert ... 57
3.4.5 Dressurgesicht gegen G3: 75% verkleinert ... 59
3.5 TRANSFERTESTS ... 60
3.5.1 Bilder mit homogen grauer Gesichtsfläche (DG gegen G2) ... 61
3.5.2 Gesichter quadratisch ausgeschnitten (DG gegen G3) ... 63
3.5.3 Gesichter oval ausgeschnitten (DG gegen G3) ... 65
3.5.4 Kombinierte Gesichter mit ähnlichen Haarfrisuren (Gesicht DG + Haare G2 gegen Gesicht G3 + Haare DG) ... 68
3.5.5 Kombinierte Gesichter mit unterschiedlichen Haarfrisuren (Gesicht DG + Haare G3 gegen Gesicht G3 + Haare DG) ... 70

4 DISKUSSION ... 73
4.1 MÖGLICHE EINFLUSSFAKTOREN AUF DIE ERGEBNISSE ... 73
4.2 GESICHTSERKENNUNG BEIM HUND ... 73
4.3 GENERALISATIONSFÄHIGKEIT DES HUNDES ... 76
4.4 TRANSFERTESTS ... 78

5 ZUSAMMENFASSUNG ... 81
6 ABSTRACT ... 83
7 LITERATURVERZEICHNIS ... 85
8 INTERNETVERZEICHNIS ... 90
9 ANHANG ... 91
9.1 ÜBERSICHTSTABELLE DER GESAMTEN VERSUCHSREIHEN ... 91
9.2 ROHDATENTABELLEN DER EINZELNEN VERSUCHSREIHEN ... 92
9.3 MAXIMALWERTNORMIERUNGEN DER DATEN DER EINZELNEN VERSUCHSREIHEN ZUR BERECHNUNG DER STATISTIK ... 105
9.4 DRESSUR - UND TESTBILDER ... 109
LEBENSLAUF ... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

1 Einleitung

1.1 Allgemeines

Der Hund ist in unserer Gesellschaft nicht mehr wegzudenken und aus diesem Grund ist es wichtig, mehr über die kognitiven Fähigkeiten dieser Tiere herauszufinden, um ein genaueres Verständnis für das Tier zu entwickeln und den Umgang mit diesen Lebewesen zu erleichtern. Da die natürliche Umgebung des Hundes die des Menschen ist, in der sich der Hund schon seit Jahrtausenden befindet, ist das Verhalten des Hundes durch kognitive Besonderheiten in Bezug auf den Menschen gekennzeichnet. Schwab und Huber (2006) stellten in ihren Untersuchungen fest, dass Hunde auf den Aufmerksamkeitszustand des Menschen reagieren, was den Haushund (*Canis familiaris*) zu einem Lebewesen macht, anhand dessen sich verschiedene Fragen der Evolution kognitiver Fähigkeiten erforschen lassen. Diese Fähigkeiten sind bei nichtmenschlichen Primaten oder Wölfen nicht zu finden.

Der Hund hat in unserer Gesellschaft sehr viele verschiedene Funktionen und Einsatzgebiete. Diese beginnen im Polizeidienst und gehen über Jagdgehilfen und Behindertenbegleithunde sowie Blindenführhunde bis hin zu Prestigeobjekten und Schoßhunden. Doch wie das Tier seine Umwelt wahrnimmt, ist vielen Menschen nicht bekannt und zudem bis heute wenig erforscht. In dieser Arbeit wird die Erkennung des menschlichen Gesichts bei Hunden anhand von Bildern untersucht, um einen Einblick in die visuellen Leistungen des Hundes zu erlangen und die Rolle des Gesichts bei der Kommunikation zwischen Mensch und Hund zu verstehen.

1.2 Domestikation des Hundes

Im heutigen Siebengebirge wurde der älteste wissenschaftlich anerkannte Fund, ein Stück Unterkiefer des Hundes, zusammen mit den Skeletten einer Frau und eines Mannes, entdeckt. Die menschlichen Überreste ordneten Archäologen den Cromagnonmenschen zu, die vor etwa 14.000 Jahren in dieser Gegend lebten (Kirchweger, letzter Abruf: 18. Juni 2007). Alle übrigen an der Ausgrabungsstelle

gefundenen Knochen-, Kiefer- und Zahnteile wurden als Überreste von verschiedenen Tierarten, unter anderem auch als die eines Wolfes, identifiziert. Erst 70 Jahre später stellte sich heraus, dass die vermeintlichen Wolfszähne von einem Hund stammen mussten, da die Reißzähne viel zu klein und die Mandibula viel zu schwach ausgeprägt war, als dass es sich um die eines Wolfes hätte handeln können (Kirchweger, letzter Abruf: 18. Juni 2007). Allerdings ist eine Variabilität in der Größe der damaligen Wölfe nicht auszuschließen. Da die Domestikation, die Entwicklung vom Wildtier zum Haustier, ein fließender Prozess ist, kann der genaue Zeitpunkt, an dem der Wolf anatomisch gesehen zum Hund wurde, nicht genau bestimmt werden. Abb. 1 zeigt ein Foto mit zwei Europäischen Wölfen.

Abb. 1: Europäische Wölfe *Canis lupus lupus L.* (Feddersen-Petersen, 2004).

Steinzeitmenschen haben nach heutigen Erkenntnissen von sich aus keine Energien in die Domestizierung von Wölfen investiert. Dafür hat es auch keinen speziellen Grund gegeben, behauptet der Verhaltensforscher und Wolfexperte Erik Zimen (Zimen, 1988). Zimen ist davon überzeugt, dass der Mensch keinen wirtschaftlichen, sondern nur einen sozialen Nutzen vom Hund hatte. Seiner Theorie zufolge näherten sich Wölfe den menschlichen Siedlungen, da dort ständig Fäkalien produziert wurden, die den Wölfen als einfache Nahrungsquelle dienten. Aber nur die neugierigsten, zutraulichsten Exemplare wagten sich nahe genug heran, um die menschlichen Hinterlassenschaften nach etwas Essbarem

zu durchsuchen. Dies ist wahrscheinlich auch ein Grund dafür, dass sie sich in der Nähe der Siedlung vermehrten. Die Bewohner tolerierten diese Wölfe vermutlich, weil dadurch Brutstätten für Krankheitserreger, die sich in hohem Maße in menschlichem Kot befinden, verringert wurden. Von diesen Wölfen war es laut Zimen nur noch ein kleiner Schritt bis zu den ersten handzahmen Tieren. Nach und nach wurden Wolfswelpen zu Spielgefährten von Kindern, aber auch zu Wächtern in der Dunkelheit (Wilhelm, 2006). Durch dieses Verhalten der Tiere fand der erste Schritt der Domestikation aufgrund natürlicher Selektion statt. Bei der natürlichen Selektion geht man heute davon aus, dass sich zumindest eine Population von Wölfen, wenn nicht mehrere, ohne bewusstes Einwirken des Menschen, domestizierten. Neben den Verhaltensveränderungen fanden auch biochemische Veränderungen statt, welche unter anderem Auswirkungen auf die Fellfarbe hatten.

Dazu wurde 1958 ein bemerkenswertes Experiment vom Genetiker Dmitry Belyaev am Institut für Zytologie und Genetik in Nowosibirsk gestartet (Trut, 1999). Belyaev fragte sich, was ein schwarz-weißes Fell mit Zutraulichkeit zu tun hat (Kirchweger, letzter Abruf: 18. Juni 2007). Er startete eine Versuchsreihe mit Silberfüchsen. In seiner Studie fand er heraus, dass im Gegensatz zu den wilden Tieren, biochemische Veränderungen bei gezähmten Tieren stattgefunden haben: Die Menge an produzierten Corticosteroiden, die eine Rolle bei Angst- und Stress-reaktionen spielen sinkt, die Menge an Serotonin (Hertwig, 2009), welches den Appetit und Schlaf beeinflusst, den Sexualtrieb steuert und Auswirkungen auf die Gemütslage hat, steigt im Vergleich zu Tieren in freier Wildbahn an. Ebenso haben biochemische Veränderungen in Bezug auf das Haut- und Fellpigment Melanin stattgefunden. Melanin wird aus demselben Vorläufermolekül gebildet, wie eine Reihe von Gehirnbotenstoffen, das heißt Botenstoffen von Nervenzellen. Vorläufermoleküle bekommen zum gegebenen Zeitpunkt vom Körper die Information, auszudifferenzieren. In diesem Fall kann sich das Vorläufermolekül entweder zu Melanin oder zu einem Gehirnbotenstoff entwickeln. Wenn nun auf ein verändertes Verhalten selektiert wird, also auf weniger scheue Tiere, und sich dadurch die Menge an Botenstoffen im Gehirn verändert, wäre es möglich damit gleichzeitig die Melaninproduktion bei diesen Tieren durcheinander zu bringen (Kirchweger, letzter Abruf: 18. Juni 2007). So kann erklärt werden, dass

irgendwann mit der Veränderung des Verhaltens, statt einheitlich gefärbter Wölfe eine Reihe unterschiedlich gefleckter Tiere entstanden sind. Zudem spielen während der Entwicklung vom Welpen zum adulten Tier Hormone und Neurotransmitter eine Rolle in der Verhaltensentwicklung. Belyaev folgerte aus seiner Versuchsreihe, dass durch die Veränderung des biochemischen Profils Schaltergene, die zu kritischen Entwicklungszeitpunkten des Tieres ein- oder abgeschaltet werden, beeinflussbar sind. Dadurch behielten plötzlich erwachsene Tiere typische Welpeneigenschaften bei. Sie waren besonders zutraulich und verspielt und forderten Aufmerksamkeit (Kirchweger, letzter Abruf: 18. Juni 2007). Diese biochemischen Vorgänge haben vermutlich auch beim Wolf stattgefunden. Zudem hat sich die Körperform der Wölfe als Anpassung an ihre neue Lebensweise als Aasfresser verändert. Sie wurden kleiner, und die Schädelgröße verringerte sich überproportional. Mit dieser osteologischen Veränderung nahm auch das Hirnvolumen im Laufe der Zeit um 30% ab. Der größte Teil der Hirnabnahme basiert auf der Verkleinerung des Vorderhirns. Dabei nehmen insbesondere die den großen Sinnesorganen Auge, Ohr und Nase zugeordneten Hirnbereiche ab. Ähnliches ist auch für die Zentren, welche auf die Bewegungskoordination, sowie die Bewegungsintensität einwirken, zu beobachten. Aufgrund der Reizüberflutung in der menschlichen Umwelt war es nicht von Vorteil, alle Reize in der Umgebung aufzunehmen, da dieser lang anhaltende, chronische Stress eine schädigende Wirkung auf viele Körperfunktionen hat und schließlich zur physischen und psychischen Erkrankung führen kann (Feddersen-Petersen, 2004).

Die Abnahme der Hirnmasse bedeutet jedoch nicht gleichzeitig, dass der Hund einen kognitiven Rückschritt erlitten hat. Die kognitiven Leistungen eines Hundes sind allerdings im Kontext seiner sozialen Gruppe zu beurteilen. Innerhalb der letzten 500 Jahre entwickelten sich rund 400 verschiedene Hunderassen, die als Jagdgehilfen, Gebrauchshunde und Schafhüter vom Mensch eingesetzt werden (Wilhelm, 2006).

Das Zusammenleben von Mensch und Hund hat im Laufe der Domestikation zu verschiedenen Anpassungen des Hundes an sein soziales Umfeld geführt. Verschiedene Studien belegen, dass Hunde die Gesten von Menschen deuten können um an Futter zu gelangen (Agnetta et al., 2000; Hare et al., 1998;

McKinley and Sambrook, 2000; Miklosi et al., 1998; Miklosi et al., 2006; Soproni et al., 2001). In den Experimenten mussten die Hunde einen Gegenstand aus zwei oder mehr Objekten auswählen, um Futter zu erhalten. Der Mensch gab dem Hund Hilfestellungen zum Beispiel durch Kopfbewegungen, Augenbewegungen oder Handzeichen (Tomasello et al., 1998; McKinley, 2000). Es wurden Untersuchungen gemacht, in denen herausgefunden wurde, dass Wölfe, die von Hand aufgezogen wurden, nicht in der Lage sind diese Versuche annähernd so gut zu meistern wie der Hund (Hare et al., 2002; Miklosi et al., 2003). Gácsi et al. haben in ihren Untersuchungen herausgefunden, dass es jedoch Wölfen, die von Menschenhand aufgezogen wurden gelingt, den menschlichen Handzeichen zu folgen. Gleichzeitig sind in diesen Versuchen deutliche Verhaltensunterschiede in der Kommunikation zwischen Mensch – Hund und Mensch – Wolf zu beobachten (Gácsi et al., 2009). Dies sind Anzeichen dafür, dass Hunde sich im Lauf der Domestikation Fähigkeiten angeeignet haben, die die Kommunikation zwischen Mensch und Hund vereinfachen (Hare et al., 2002). Weiterhin wurden in Versuchen herausgefunden, dass sich Hunde, wenn sie vom Menschen beobachtet werden anders verhalten, als wenn sie unbeobachtet sind (Call, 2003; Gácsi, 2004).

1.3 Sinnesleistungen des Hundes

Evolutionsbedingt hat eine Spezialisierung der Sinnesorgane von Mensch und Tier stattgefunden, durch welche eine Optimierung der Reizaufnahme und gleichzeitig eine Reduktion der Informationsvielfalt erlangt wird (von Engelhardt & Breves, 2000). Der Hund nimmt den größten Teil seiner Umwelteindrücke über das olfaktorische System, den Geruchsinn, wahr. Folglich ist dieses im Vergleich zum visuellen System deutlich stärker ausgeprägt. Beim Atmen wird die Luft über die Nasenhöhlen, die durch das Septum getrennt sind, in drei übereinander liegende Conchen geleitet, die mit Schleimhaut ausgekleidet sind. Jedoch nur die oberste der Conchen enthält die Riechschleimhaut (*Regio olfactoria*). Bei ruhiger Atmung fließt der Luftstrom nur zu einem geringen Anteil durch die obere Conche und somit erreichen die auf der Riechschleimhaut befindlichen Sinneszellen lediglich 2% der in der Luft enthaltenen Duftstoffe. Erst beim Schnüffeln werden größere

Mengen von Duftstoffen in den oberen Nasenabschnitten verwirbelt. Diese müssen dann in der Schleimhaut gelöst werden um adsorbiert werden zu können und somit eine Wirkung zu erbringen. Die Empfindlichkeit des Geruchsinns steht in Verbindung mit der Gesamtgröße der Riechschleimhaut und der damit verbundenen Zahl an Riechsinneszellen. Während der Hund, je nach Rasse zwischen 125 und 225 Millionen Riechsinneszellen besitzt, welche eine Fläche von 75 cm^2 (Dackel) bzw. 150 cm^2 (Schäferhund) einnehmen, hat der Mensch, dessen Verhalten vom visuellen System dominiert wird, etwa 20 Millionen Riechzellen, die auf einer Riechschleimhautfläche von etwa 10 cm^2 verteilt sind (Feddersen-Petersen, 2004). Daraus folgt, dass der Bereich des Gehirns, der für die Verarbeitung von Gerüchen verantwortlich ist, sich bei Hund und Mensch deutlich in der Größe unterscheidet. Zudem besitzt der Hund in der Nasenhöhle ein zusätzliches Riechorgan, das vomeronasale Organ oder auch Jacobsonsches Organ genannt, welches für die Detektion von Pheromonen verantwortlich ist. Zur Verarbeitung von Sinnesmeldungen aus diesem Organ dient eine eigene Region im Riechhirn. Beim Mensch ist dieses Organ nur noch rudimentär vertreten (von Engelhardt & Breves, 2000). Zu der enormen Leistung des olfaktorischen Systems ist der Hund mit einem feineren Gehör ausgestattet. Im Vergleich zum Menschen, der Frequenzen im Bereich von 20 Hz bis 20000 Hz wahrnimmt, nimmt der Hund Frequenzen zwischen 20 Hz bis 65000 Hz wahr. Darauf beruht beispielsweise die Funktion einer Hundepfeife, die der Mensch nicht hören kann, der Hund aber sehr wohl, da der Ton eine Frequenz von etwa 25000 Hz hat. Diese Art von Pfeife wird beispielsweise bei Polizisten verwendet, damit sie mit ihren Hunden kommunizieren können, ohne dass dies der Verdächtige mitbekommt. Evolutions-bedingt war es dem Wolf von großer Wichtigkeit hohe Frequenzen wahrzunehmen, da diese von kleinen Beutetieren wie Ratten und Mäusen, die in Sommermonaten zum Teil die einzige Futterquelle waren, erzeugt werden.

Die bisher erwähnten Sinnesleistungen vom Hund sind im Vergleich zum Menschen deutlich besser ausgeprägt. Dies ändert sich beim Betrachten des Geschmacksinns. Wie beim Menschen ist auch beim Hund der Geschmacksinn an spezielle Rezeptoren in den Geschmacksknospen gebunden. Diese sitzen auf den Papillen der Zunge, auf dem weichen Gaumendach oder noch weiter hinten in Richtung Epiglottis, dem Kehlkopfdeckel und Pharynx, dem Schlund. Auch hier

wird, vergleichbar mit dem Geruchssinn und der Zahl der Riechzellen, die Empfindlichkeit der Wahrnehmung von der Art und der Zahl der Geschmacksknospen bestimmt. Mit 1700 Geschmacksknospen liegt diese Zahl weit unter der des Menschen mit 9000. Hunde reagieren auf ähnliche Substanzen wie der Mensch, mit dem Unterschied, dass sie weniger empfindlich gegenüber Salz sind, welches in ausreichender Menge in der Hauptnahrung, dem Fleisch enthalten ist. Aus diesem Grund waren hochspezialisierte Rezeptoren für diese Stoffe nicht von Nutzen. Von großem Nutzen hingegen waren und sind heute noch die Speicheldrüsen. Um in der Nahrung vorhandene Substanzen detektieren zu können, müssen diese vom Speichel gelöst werden. Für die Speichelproduktion sorgen spezielle Drüsen, die sich am Zungengrund befinden. Von diesen Drüsen wird zum einen wässriger Speichel (zum Verzehr von Gemüse) und zum anderen schleimiger Speichel (zum Verzehr von Fleisch) produziert (Coren, 2005).

Zusätzlich zu den bisher vorgestellten Sinnesleistungen, verfügen auch Hunde über einen Tastsinn. Im Vergleich zum Menschen besitzt der Hund eine besondere Form von Tastorganen, die Vibrissen oder Tasthaare. An der Basis dieser Strukturen befinden sich deutlich mehr Tastrezeptoren, als es bei normalen Haaren der Fall ist. Zudem sind sie starrer und reichen tiefer in die Haut. Vibrissen befinden sich am Kopf des Tieres und dienen dazu dem Tier Informationen über den Abstand von Gegenständen zu liefern und bewahren das Tier so vor einem Zusammenstoß mit Objekten. Fast 40% des für den Tastsinn verantwortlichen Gehirnabschnittes sind für das Gesicht zuständig. Jeder Vibrisse lässt sich ein bestimmter Gehirnabschnitt zuordnen (Coren, 2005).

Neben den bisher erwähnten Sinnen nehmen Hunde, wie viele andere Lebewesen, verschiedene visuelle Eindrücke auf, da das Gehirn aus der Aufnahme und peripheren Verarbeitung von optischen Signalen verhaltensrelevante Informationen über die Umwelt des jeweiligen Individuums konstruiert. Wird das Bewegungssehen betrachtet, so sind Hunde in der Lage ein flackerndes Muster von im Schnitt 75 Hz aufzulösen. Im Vergleich zum Menschen, der durchschnittlich 55 Hz auflöst, ist der Hund damit deutlich leistungsfähiger (Coren, 2005). Auch das skotopische Sehen ist beim Hund besser ausgebildet als beim Menschen. Bei nur geringem Lichteinfall ist der Hund aufgrund einer speziellen Zellschicht, die sich hinter der Retina befindet (Tapetum lucidum) in der Lage das

eingestrahlte Licht, wie mit einem Spiegel, erneut durch die Retina zu leiten und die Stäbchen ein weiteres Mal zu reizen (Coren, 2005). Das Farbensehen hingegen ist beim Menschen besser ausgebildet als beim Hund. Die Stäbchen und Zapfen in der Retina eines Hundes liegen in einem anderen Häufigkeitsverhältnis vor als beim Menschen. So besitzt der Hund verhältnismäßig mehr Stäbchen als Zapfen, wie auch der Mensch, die Anzahl der Stäbchen ist jedoch bei Hunden größer. Jedoch spielt nicht nur die Anzahl der Zapfen eine Rolle beim Farbensehen, sondern auch die Art dieser Sinneszellen. So besitzt der Hund als Dichromat, im Vergleich zum Mensch als Trichromat nur zwei unterschiedliche Arten von Zapfen. Die Spektralbereiche, in denen diese Zapfen Licht absorbieren, wurden 1989 von Jay Neitz und seinen Kollegen an der Universität von Kalifornien in Santa Barbara sehr gründlich untersucht (Neitz, Geist, Jacobs, 1989). Die Tests wurden mit zwei Hunden der Rassen: Italienisches Windspiel und einem Zwergpudel durchgeführt. Um das Farbensehen dieser Hunde zu messen kamen sie in eine Testkammer, in der sich drei nebeneinander angeordnete Leuchtflächen befanden. Unter jeder dieser Flächen hing eine Schale, die mit einer Belohnung gefüllt wurde, wenn der Hund die Fläche darüber im richtigen Moment mit der Pfote berührte. Der Testablauf wurde mittels eines Computers gesteuert. Dieser wählte unterschiedliche Farbkombinationen aus, die auf den jeweiligen Farbflächen gemischt wurden. Dabei zeigten bei allen Tests zwei der Flächen dieselbe, die jeweils dritte eine andere Farbe. Ziel des Hundes sollte sein, die dritte Fläche zu erkennen und mit der Pfote zu berühren, um so an das Futter zu kommen. Er sollte folglich die Fläche berühren, die anders gefärbt war als die beiden anderen. Traf das Tier die richtige Entscheidung, fiel eine Belohnung in die Schale. Wurde die falsche Wahl getroffen, gab es keine Belohnung. Es waren insgesamt 4000 Testdurchläufe erforderlich um den Hunden den Testablauf nahe zu bringen. Nach diesen Testdurchläufen musste jeder Hund pro Sitzung 200 - 400 Wahlen über mehrere Wochen treffen, um ausreichend statistisches Material für eine Auswertung zu haben. Jay Neitz und seine Kollegen waren an den Farbpaaren interessiert, die die Hunde unterscheiden konnten. Es wurde davon ausgegangen, dass der Hund Farben sah, wenn die Ergebnisse der richtigen Wahl über 33% lagen. Die Lage der abweichenden Farbfläche wurde nach dem Zufallsprinzip verändert, um sicher zu stellen, dass die Hunde ausschließlich auf

die Farben reagierten. Zudem wurde die Helligkeit der Farben verändert, um auszuschließen, dass sich die Hunde aufgrund der Helligkeit des Lichtes entscheiden. Die Ergebnisse dieser Testreihe zeigen deutlich, dass der Hund in der Lage ist Farben zu sehen. Es wurde herausgefunden, dass es zwei Zapfentypen gibt, deren Photopigmente in unterschiedlichen Wellenlängenbereichen absorbieren. Das eine Pigment absorbiert maximal im Bereich von 555 nm, das andere im Bereich von 429 nm. Daraus kann gefolgert werden, dass der Hund Rottöne in Form von Graustufen wahrnimmt (Coren, 2005). Interessant ist die Tatsache, dass bei einem Deuteranopen, also einem Menschen der nur über zwei funktionsfähige Zapfentypen verfügt, die Pigmente in sehr ähnlichen Bereichen (558 nm und 427 nm) absorbieren (Neitz, Geist, Jacobs, 1989). Da wir aus Beschreibungen dieser Menschen ein wenig Einblick in Farbwahrnehmung dieser Art von Fehlsichtigkeit bekommen haben, wird es uns möglich, uns die Wahrnehmung der Umwelt eines Hundes vorzustellen. Da sich die Versuchsergebnisse der beiden Hunderassen decken ist davon auszugehen, dass diese Erkenntnisse auf alle Tiere dieser Spezies übertragen werden können.

1.4 Neurophysiologie und Neuropsychologie der Gesichtserkennung

Durch zahlreiche neurophysiologische und neuropsychologische Methoden wurde zur Aufklärung der Mechanismen, die das menschliche Gehirn zur Erkennung von Gesichtern verwendet, maßgeblich beigetragen. Die Entwicklungsphysiologie und -psychologie der Gesichtserkennung stellt sich folgendermaßen dar. Ganglienzellen der Retina senden Axone über die Sehbahn zum Corpus geniculatum laterale (CGL). Weitere Nervenzellen führen von dort zum primären visuellen Cortex und der Lamina tecti (Vierhügelplatte). Vorraussetzung für ein geordnetes Wachstum in Richtung CGL ist, dass in der Embryonalzeit die Axone der retinalen Ganglienzellen chemotaktischen Reizen folgen. Der Weg zum primären visuellen Cortex verläuft nach dem gleichen Prinzip. Auch im adulten Stadium erreicht der größte Teil der visuellen Information den primären visuellen Kortex über das CGL. Diese Information wird dann entsprechend verarbeitet und auf mehrere Verarbeitungswege verteilt, die dann getrennt zu verschiedenen funktionalen

Arealen des sekundären visuellen Kortex und schließlich zum Assoziationskortex führen. (Grüter, 2004) Es werden zwei Bahnen mit jeweils unterschiedlichen visuellen Funktionen unterschieden. Die dorsale Bahn, welche vom primären visuellen Kortex zum dorsalen prästriären Kortex und weiter zum posterioren Parietalkortex verläuft, ist für die Lage der Objekte im Raum verantwortlich („Wo-System“). Die ventrale Bahn, die vom primären visuellen Kortex zum ventralen prästriären Kortex und weiter zum inferotemporalen Kortex verläuft, ist für die Bedeutung der Objekte zuständig („Was-System“) (Schmidt & Schaible, 2006). Wird das „Was-System“ beschädigt, d.h. werden Nervenzellen im Bereich des Gyrus fusiformis im basolateralen Temporallappen zerstört, kommt es zum Krankheitsbild der Prosopagnosie. Menschen, die unter dieser Art von visueller Agnosie leiden, sind nicht in der Lage isolierte Gesichter zu erkennen und von anderen zu unterscheiden. (Schmidt & Schaible, 2006)

Sowohl für Menschen als auch für Primaten spielt das Erkennen von Gesichtern eine entscheidende Rolle, da sie für die Kommunikation unter Artgenossen und das Leben im sozialen Verband unabdingbar ist (Bruce & Young, 1998). D. Tsao et al. (2006) stellten mittels fMRI fest, dass Menschen besondere Aktivität im Gyrus fusiformis aufweisen, wenn ihnen Gesichter präsentiert werden oder sie sich Gesichter vorstellen (Tsao et al., 2006). Daraus lässt sich entnehmen, dass das Gehirn bestimmte Areale aufweist, die spezifische Funktionen übernehmen. Bei Untersuchungen an Makaken stellten sie fest, dass diese in drei Bereichen im Temporallappen auf artgleiche und menschliche Gesichter mit erhöhter Durchblutung reagieren (Tsao et al., 2006). Durfor et al. (2006) untersuchten, ob braune Kapuzineraffen und schwarze Makaken Gesichter ihrer Spezies unterscheiden können. Des Weiteren wurden Versuche mit Primaten von Pascalis et al. (1998) durchgeführt um zu untersuchen, ob diese in der Lage sind Gesichter zu unterscheiden. Bei Rhesus Affen wurde herausgefunden, dass sie nach einer Trainingsphase in der Lage sind Gesichter ihrer Spezies zu unterscheiden (Parr et al., 2008).

Untersuchungen belegen, dass die Gesichtserkennung beim Menschen angeboren und postnatal aktiviert ist. Forschungsergebnissen von Bushnell et al. (1989) zur Folge, ist es einem Neugeborenen unmittelbar nach der Geburt möglich Gesichter zu erkennen und sich ihnen zuzuwenden. Nach wenigen Wochen ist die

Reaktion auf das Gesicht der Mutter spezifisch und die Reaktion auf andere Gesichter divergierend. Weitere Untersuchungen zeigen, dass das Alter der Kinder entscheidend für die Ausdifferenzierung der Gesichtserkennung ist. Die Fähigkeit der Gesichtserkennung ist bereits bei der Geburt angelegt, die Erkennungskriterien sind jedoch sehr allgemein (de Haan et al., 2002). Olivier Pascalis und Michelle de Haan et al. (2002) beobachteten, dass sechs Monate alte Kleinkinder in der Lage sind Affengesichter zu unterscheiden, während bereits drei Monate später eine Einschränkung der gesichtsspezifischen Reaktion auf menschliche Gesichter stattgefunden hat, da die häufig gesehenen Gesichter zur Orientierung an bestimmten Gesichtsmerkmalen beitragen (Pascalis et al., 2002).

Auch bei anderen Säugetieren scheint die Gesichtserkennung eine entscheidende Rolle zu spielen. Rinder sind in der Lage Gesichter der eigenen Spezies zu erkennen und von anderen domestizierten Tieren zu unterscheiden (Coulon et al., 2009). Auch Schafe (Kendrick et al., 2001) und Pferde (Stone, 2008) können menschliche Gesichter unterscheiden.

Mit Hunden wurden ebenfalls Untersuchungen bezüglich der Unterscheidungsfähigkeit von menschlichen Gesichtern durchgeführt. Racca et al. (2010) testeten die Hunde anhand von 2D Bildern und wendeten die VPC-Methode (visual paired comparison procedure) an. Die Auswertung erfolgte anhand von Blickkontakten in Sekundenintervallen, die mit einer Kamera aufgenommen und ausgewertet wurden. Die Ergebnisse zeigen, dass Hunde das fremde Gesicht länger anschauten als das bekannte. Wurden die Gesichter um 180° gedreht, war es den Hunden nicht möglich die Gesichter voneinander zu unterscheiden. In Untersuchungen mit Schimpansen und Rhesusaffen wurde ebenfalls festgestellt, dass eine Inversion der Gesichter die Erkennung unmöglich macht (Parr et al., 1998; Parr et al., 1999). H. Leder belegte durch seine Untersuchungen mit Menschen, dass diese ebenso Schwierigkeiten bei der Wiedererkennung invertierter Gesichter aufweisen. Je ähnlicher die präsentierten Bilder menschlicher Gesichter den bereits abgespeicherten Gesichtern waren, desto schwieriger gestaltete sich die Wiedererkennung (Leder, 2001).

1.5 Short recognition memory test for faces (Warrington, 1996)

Dieser Test umfasst eine Prüfung spezieller Hirnregionen, die für die Gesichtserkennung beim Menschen verantwortlich sind. Zum Einsatz kommt der Test beim Mensch nach schweren Hirnschädigungen, beispielsweise nach einem Unfall oder nach Schlaganfällen. Es wird überprüft, ob die Regionen, die für Gesichtserkennung zuständig sind, pathologische Veränderungen aufweisen. Während der Versuchsdurchführung bekommen die Personen zunächst 25 männliche Gesichter für jeweils drei Sekunden auf einem Bildschirm präsentiert und müssen jedes Gesicht mit „angenehm“ oder „nicht angenehm“ kommentieren. Direkt im Anschluss wird das Wiedererkennen der Gesichter getestet. Dazu bekommen die Patienten zwei Gesichter präsentiert, von denen jeweils eines zuvor gezeigt wurde, welches es wieder zu erkennen gilt. Das zweite Gesicht dient als Vergleichsreiz. (Warrington, 1996)
In den Versuchsreihen dieser Arbeit wurden männliche Gesichter dieser Testreihe ausgewählt, die zuvor in Experimenten mit Bienen verwendet wurden (Dyer et al., 2005). Die Bilder waren so verändert, dass die Tiere lediglich den Kopf als optischen Reiz erhielten und sich nicht an peripheren Strukturen orientieren konnten.

1.6 Fragestellung

Mit den Untersuchungen dieser Arbeit sollen Erkenntnisse darüber erlangt werden, ob der Hund in der Lage ist, Bilder menschlicher Gesichter wahrzunehmen und zu differenzieren. Im Rahmen der Doktorarbeit wurden folgende Fragen untersucht:

- Sind Hunde in der Lage menschliche Gesichter zu erkennen und voneinander zu unterscheiden?
- Können Hunde menschliche Gesichter generalisieren?
- Ist es Hunden möglich einzelne Partien des Dressurbildes wieder zu erkennen und dem Dressurbild somit zuordnen?

Hierzu wurden die Versuchstiere einer Dressurmethode unterzogen, die auf positiver Verstärkung mit Futterbelohnung basiert.

2 Material und Methode

2.1 Versuchstiere

2.1.1 Blue

Blue ist eine blue-merle gefärbte Australian Shepherd Hündin, die in Abb. 2 gezeigt ist. Am 20.01.2002 wurde sie in einer Zucht im Westerwald geboren und mit acht Wochen kam sie zu ihrer heutigen Besitzerin. Mit elf Wochen begann sie eine Ausbildung zum Rettungshund, die sie mit neun Monaten unterbrechen musste. In den folgenden zwei Jahren war sie im Turnierhundesport aktiv. Im Alter von drei Jahren setzte sie die Ausbildung zum Rettungshund fort, um nach weiteren zwei Jahren Trainings ein geprüfter Rettungshund zu sein, der in Flächeneinsätzen eingesetzt werden konnte. Mit neun Jahren ist sie nun in „Rente“, da das Alter Spuren am Bewegungsapparat hinterlassen hat. Sie ist nach wie vor eine lernfreudige Hündin, die nahezu ausschließlich über positive Verstärkung, d.h. Futterbelohnung und Spiel, lernt. Blue wird als Familienhund im Haus gehalten und ihren Bedürfnissen entsprechend mit Suchspielen und Clickertraining ausgelastet.

Abb. 2: Australian Shepherd Hündin Blue.

Der Australian Shepherd ist ein Hütehund, der sich nach heutigen Kenntnissen in den USA entwickelt hat. Um 1800 wurde die ursprüngliche Form dieser Hunderasse von baskischen Schafhirten bei ihrer Einwanderung nach Amerika

mitgebracht. Den Namen bekamen die Hunde aufgrund der zu hütenden Schafe, die von Australien eingeführt wurden und den Namen „Australian Sheep“ erhielten. Durch die vielfachen Begabungen und die Leichtführigkeit wurde diese Rasse zu einem nützlichen Helfer für Rancher und Farmer in Amerika. Obwohl jeder dieser Hunde einzigartig in Farbe und Zeichnung ist, zeigen alle Tiere der Rasse eine ausgeprägte Anhänglichkeit gegenüber ihrer Bezugsperson. (Krämer, 1991)

2.1.2 Tobi

Tobi ist ein schwarz-weißer Border Collie Rüde, der in Abb. 3 gezeigt ist. 2007 wurde er in einer Zucht geboren und kam mit acht Wochen zu seinem heutigen Besitzer. Mit einem Jahr wurde Tobi in die Rettungshundearbeit eingeführt und war bis zur Beendigung der Versuchsreihen in der Ausbildung zum Flächen- und Trümmerrettungshund. Er ist ein lernfreudiger Rüde, der nahezu ausschließlich über positive Verstärkung lernt. Auffällig ist, dass er immer alles richtig machen möchte und einer sehr niedrigen Frustrationstoleranz unterliegt. Tobi wird als Familienhund im Haus gehalten und seiner Rasse entsprechend ausgelastet, was sich in seinem ruhigen, ausgeglichenen Wesen widerspiegelt.

Abb. 3: Border Collie Rüde Tobi.

Der Border Collie gehört zu den Britischen Hütehunden. Er ist in der Grenzregion zwischen Schottland und England beheimatet, daher stammt auch sein Name

(cfbrh, letzte Aktualisierung 11.08.2010). Seine geduckte Arbeitsweise ist rassetypisch und dient dem fixieren und dirigieren der Schafe (Krämer, 1991). Als leichtführiger Hütehund ist er weltweit mit der Aufgabe Rinder oder Schafherden zu treiben betraut. Das selbständige Arbeiten an der Herde ist dem Border-Collie angeboren (cfbrh, letzte Aktualisierung 11.08.2010).

2.1.3 Cora

Abb. 4 zeigt Cora, eine schwarze, mittelgroße Mischlingshündin der Rassen Deutsch Langhaar und Deutscher Wachtelhund. Sie wurde 2005 von einer Deutsch Langhaar Hündin geboren und kam mit acht Wochen in ihr neues Zuhause. Dort wird sie zusammen mit einer älteren Hündin als Familienhund gehalten. Die Gene der jagdlich geführten Mutterhündin sind bei Cora sehr stark ausgeprägt. Sie ist eine lernfreudige, arbeitseifrige Hündin, die über eine außerordentlich gute Nasenleistung und Apportierbereitschaft verfügt.

Abb. 4: Jagdhund-Mischling Cora.

Der Deutsche Wachtel gehört als Stöberhund zu den ältesten Jagdhundeschlägen und wurde ursprünglich zum Aufstöbern von Flugwild eingesetzt. Seine feine Nase, der ausgeprägte Spurwille, die Wasserfreude, Bringfreude und der Finderwille zeichnen die Rasse aus. (Krämer, 1991).

Der Deutsch Langhaar wurde schon sehr früh bei der Vogeljagd eingesetzt. Sein ausgeglichenes Wesen, die präzise Schweißarbeit mit Spurlaut und die Raubzeugschärfe machen den kräftigen, unermüdlichen Wasserjäger zu einem guten Jagdgehilfen. (Krämer, 1991).

2.1.4 Salma

Salma ist eine rot-braune, mittelgroße Bardino – Mischlingshündin, die in Abb. 5 gezeigt ist. Die auf Fuerteventura geboren Hündin wurde 2007 im Alter von vier Monaten von ihrer heutigen Familie vom Tierschutz übernommen. Dort wird sie seitdem als Familienhund gehalten. Salma ist eine sehr lernfreudige, arbeitswillige Hündin, die viel Bewegung und Beschäftigung braucht. Der regelmäßige Besuch in der Hundeschule, sowie Sonderkurse (Dummykurs, Clickerkurs) helfen dabei diesen sportlichen Hund auszulasten und die Jagdfreude in Grenzen zu halten.

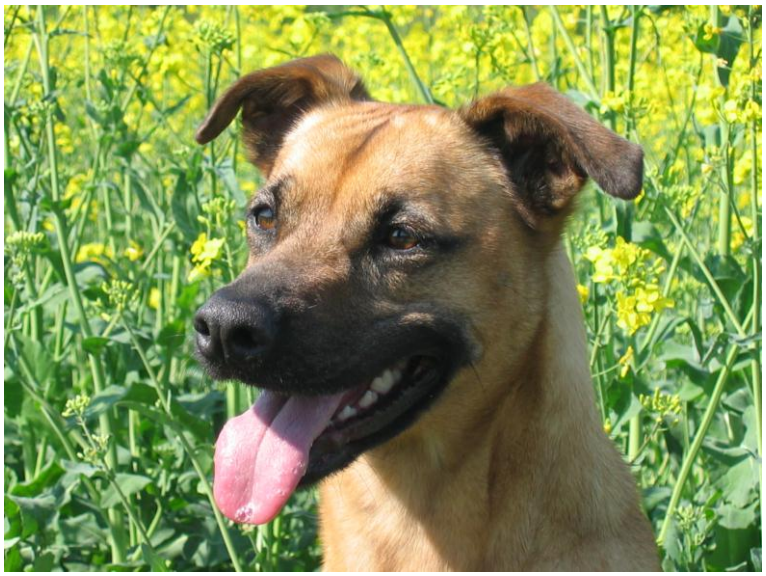


Abb. 5: Bardino-Mischling Salma.

Der Bardino stammt von den antiken Kampfhunden ab, dessen Aufgabe unter anderem darin bestand, wehrhaftes Wild zu verfolgen und zu stellen. Durch den Gebrauch von Gewehren wurde diese Aufgabe hinfällig und der unerschrockenen Wach- und Schutzhund wurde zum Bewachen von Anwesen und Viehherden eingesetzt. Dabei wurde die bedingungslose Kampfbereitschaft im Ernstfall hoch

geschätzt. Heute ist der drahtige, robuste, ausdauernde, gelehrige Hund häufig als Familienhund anzutreffen (Krämer, 1991).

2.1.5 Edie

Edie ist eine blue-merle gefärbte Australian Shepherd Hündin, die in Abb. 6 gezeigt ist. 2007 holten die heutigen Besitzer den Welpen aus einer Zucht in Augsburg. Als Familienhund werden ihr immer neue Aufgaben gestellt, die sie gerne bereit ist zu lösen. Edie ist eine sehr lernfreudige, arbeitswütige, Fremden gegenüber skeptische Australian Shepherd Hündin, die ohne Beschäftigung nicht glücklich ist. Ihre Besitzerin bildete sie als Reitbegleithündin aus und der regelmäßige Besuch in der Hundeschule, sowie Sonderkurse (Dummykurs, Clickerkurs) helfen zusätzlich dabei, dieses enorm aktive Tier auszulasten.

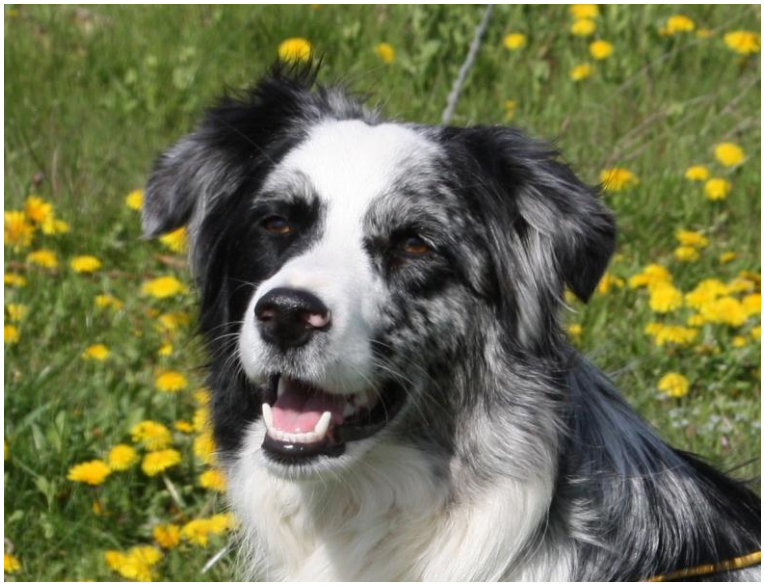


Abb. 6: Australian Shepherd Hündin Edie.

2.2 Versuchsanordnung

Die Versuche fanden in einem den Hunden bekannten Raum statt. Dadurch wurden Ablenkungen durch unbekannte Sinneseindrücke minimiert. Dieser Raum wird mit zwei 60 W Lampen ausgeleuchtet. Der Fußboden besteht aus Fliesen, auf welche ein Teppich ausgelegt ist, damit die Hunde nicht ausrutschen. In dem Raum hielten sich während der Versuchsdurchführung nur der Hund, die

entsprechende Besitzerin und die Versuchsleiterin auf. Außer der Hundedecke, von der aus der Hund gestartet wurde, befanden sich ein Schrank, ein Stuhl und ein Tisch mit den Datenblättern und Futter in dem Raum (Abb. 7). Ansonsten stand an der Wand lediglich die Apparatur mit den jeweiligen Versuchsfolien (Abb. 11). Abb. 8 zeigt die Apparatur, die aus zwei PVC Platten und sechs PVC Leisten besteht. Die vertikale Platte, welche als Trainingswand dient, ist 1 m breit und 0,5 m hoch. Die andere, horizontale Platte dient als Standfuß und ist 1 m breit und 0,3 m tief. Diese Platte ist an der hinteren Seite über Winkel mit der Trainingswand befestigt. Auf der vorderen Seite der Trainingswand wurden aus jeweils drei PVC - Leisten mit einer Breite von 2,5 cm zwei U-förmige Rahmen befestigt. Zur Platte hin sind die linken und rechten Schenkel des U 1,7 cm eingefräst, damit die einlaminierten DIN A4 Blätter eingeschoben werden können. Der Abstand zwischen den Rahmen beträgt 34 cm. Die Rahmen an sich sind jeweils 23x23 cm groß. Zum oberen und unteren Rand der Platte beträgt der Abstand 13,5 cm, zu dem seitlichen Rand jeweils 10 cm.

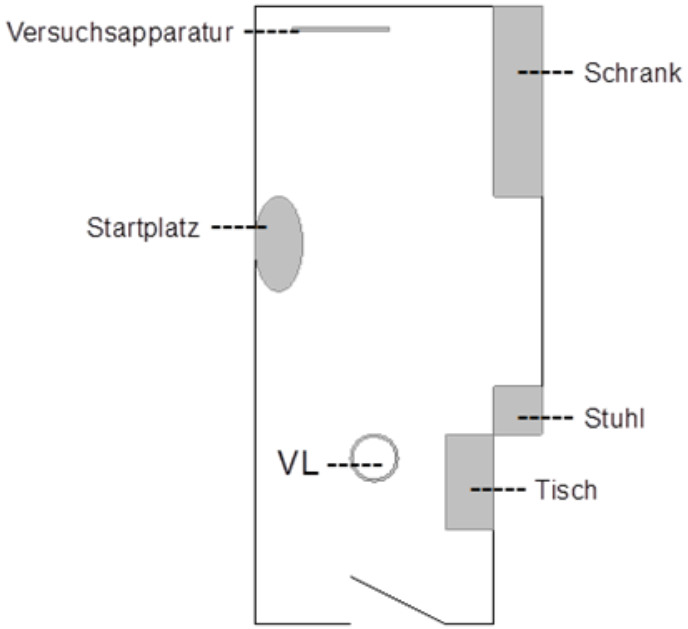


Abb. 7: Skizze des Versuchsraums. VL = Versuchsleiterin

Abb. 8: Versuchsapparatur mit Einschubvorrichtungen für die Versuchsfolien.

2.3 Vordressur

Ein Verhalten wird durch die darauf folgende Konsequenz bestimmt (Laser, 2000). Das Clickern wird eingesetzt, um unter Gebrauch eines klassisch konditionierten Verstärkers zeitnah eine positive Verstärkung zu erzielen. Dazu wird ein Clicker, wie er auf dem Foto in Abb. 9 gezeigt ist, verwendet.

Abb. 9: Foto des in den Versuchen verwendeten Clickers.

Der erste Schritt des Clickertrainings diente dazu, dem Hund die Bedeutung des Click-Geräusches nahe zu bringen. Der Hund sollte lernen, dass das Geräusch in direkter Verbindung mit einer besonderen Futterbelohnung steht.
Dazu wurden kleine Futterstücke vorbereitet, z.B. Fleischwurstwürfel. Der Hund sollte sich in einer entspannten Atmosphäre in der Nähe der Versuchsleiterin aufhalten. Wurde nun der Clicker betätigt, folgte unverzüglich die Belohnung. Dieser Schritt wurde solange wiederholt, bis der Hund das Clicken mit einer Belohnung verbunden hatte. Dies konnte getestet werden, indem der Clicker in einem Moment betätigt wurde, in dem der Hund unaufmerksam war. Schaute das Tier erwartungsvoll in Richtung der Versuchsleiterin (Futter), nachdem es das Click-Geräusch wahrgenommen hatte, hat eine Verknüpfung zwischen Clicker und Belohnung stattgefunden.

2.4 Dressur auf das Dressurgesicht

Nach dem erfolgreich abgeschlossenen Clickertraining sollte der Hund lernen ein einlaminiertes DIN A4 Blatt mit einem Gesicht im Zentrum mit der Schnauze zu berühren. Dazu wurde das DIN A4 Blatt hochkant an die Schnauze des Hundes gehalten und der Clicker in genau dem Moment betätigt, indem das Blatt die Schnauze berührte. Dieser Vorgang wurde so lange wiederholt, bis der Hund das DIN A4 Blatt, welches dann vor den Körper der Versuchsleiterin gehalten wurde, eigenständig mit der Schnauze anstößt. Jede Berührung des Dressurgesichts mit der Schnauze wurde mit dem Clicker und folglich mit Futter belohnt.
Der nächste Schritt bestand darin, den Hund an die Versuchsapparatur zu gewöhnen. Dazu wurde das dem Hund bekannte, einlaminierte Blatt in einem Abstand von ca. 15 cm vor die Apparatur gehalten. Der Abstand wurde verringert, bis es in die Vorrichtung einschoben werden konnte. Der Hund lernt nun, das Blatt trotz des Widerstandes der Apparatur zu berühren, da er so an das Futter gelangt. Abb. 10 zeigt das Versuchstier Salma beim Berühren des Dressurgesichts, das in die Apparatur eingeschoben ist.

Abb. 10: Salma drückt den Nasenspiegel deutlich an das einlaminierte DIN A4 Blatt.

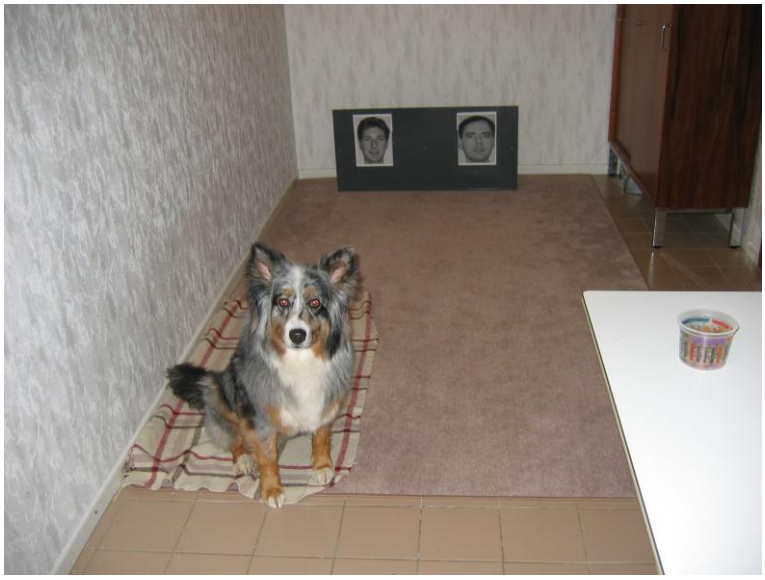
Die Versuchsleiterin begann nun sich in kleinen Schritten von der Apparatur zu entfernen, so dass sie frontal auf diese sehen konnte. Der Hund musste jetzt lernen sich von der Versuchsleiterin zu entfernen, um selbständig zu der Apparatur zu laufen und das Blatt zu berühren. Zu diesem Zweck wurde ein neues Kommando eingeführt. In diesem Fall lautet das Kommando „OK“. Das einlaminierte Blatt wurde in unregelmäßigen Wechseln von der linken in die rechte Halterung geschoben, um ein Einprägen einer Reihenfolge auszuschließen. Die endgültige Entfernung zwischen dem Startplatz (Hundedecke) und der Apparatur betrug ca. 2 m. Die Versuchsleiterin befand sich ca. 2,50 m vor der Apparatur, so dass der Hund von ihr weglaufen musste und keinen Blickkontakt halten konnte.
Der Blick der Versuchsleiterin war nie auf die Apparatur gerichtet, wenn der Hund noch auf seinem Platz verharrte. Erst in dem Moment, in dem der Hund von ihr weglief, folgten ihre Blicke dem Weg des Hundes. Auch die Körperhaltung wurde

versucht so konstant wie möglich zu halten, um eine Hilfestellung durch einen leicht gedrehten Oberkörper oder eine bestimmte Armhaltung, eine gezielte Augenbewegung oder Ähnliches zu vermeiden.
Nachdem der Hund das Blatt in der Apparatur immer wählte und das leere Schubfach außer Acht ließ, wurde im nächsten Schritt zusätzlich zu dem Dressurgesicht ein unbedrucktes einlaminiertes Blatt gezeigt. Die Belohnung des Hundes erfolgte weiterhin nach jeder Berührung des Gesichts; das Berühren des unbedruckten einlaminierten Blattes jedoch wurde mit dem Kommando „falsch“ belegt, welches weich ausgesprochen wurde, um einen Motivationsverlust zu vermeiden. Dieses Kommando „falsch“ war den Hunden bereits bekannt. Nach jeder Wahl wurde der Hund auf seinen Startplatz zurückgeholt, um erneut loslaufen zu können. Die zwei einlaminierten Blätter wurden nach jedem Durchgang abgewaschen und dann aus der Apparatur genommen, um nach kurzem Verweilen vor dem Körper der Versuchsleiterin ausgetauscht, oder gleich dem vorherigen Durchgang in die Apparatur geschoben zu werden. So war es dem Hund nicht möglich, sich eine Reihenfolge einzuprägen. Es wurde immer das rechte Blatt vor dem linken Blatt in die Apparatur eingeschoben. Der Hund saß während dieser Zeit auf seinem Platz. So konnte er den Vorgang des Wechsels der Folien nicht beobachten.

2.5 Dressur- und Testphase

Zu Beginn der Dressur mussten die Tiere nun lernen nicht irgendein Blatt zu berühren, sondern nur das Blatt mit dem Dressurgesicht. Nachdem die Hunde konstant bei 90% - 100% richtigen Wahlen angelangt waren, wurde das unbedruckte einlaminierte Blatt durch ein vereinfachtes zweites Gesicht dem die Augen- und Nasenpartie wegretuschiert wurden, ersetzt. Diese beiden Bilder wurden so lange gezeigt, bis die Hunde dauerhaft zwischen 80% und 100% richtige Wahlen vorwiesen. Anschließend begann die eigentliche Dressur. Die Hunde bekamen jetzt zwei Gesichter gleichzeitig präsentiert, von denen jeweils eines immer das Dressurgesicht war. Der Hund lernte nun, wie auch schon bei der Vordressur, dass es sich nur lohnt zu dem Dressurgesicht zu gehen und dieses mit der Schnauze zu berühren, da er dafür immer ein „Click“ und somit eine

Futterbelohnung erhielt. Für die Berührung des Vergleichsreizes gab es das Kommando „falsch“. Wie in Abb. 11 dargestellt, wurde Blue immer von dem Startplatz aus losgeschickt. Sie lief auf Kommando „OK“ zu der Apparatur, wählte eines der Gesichter aus und kam zurück in Richtung Startplatz. Für die richtige Wahl erhielt sie die Futterbelohnung, welcher eine Bestätigung durch den Clicker vorausgegangen war. Wählte sie das andere Gesicht, in diesem Fall Gesicht 2 (G2), wurde sie erneut gestartet, ohne eine Belohnung zu erhalten.



a)

b)

c)

d)

Abb. 11: Situation während der Versuchsdurchführung: a) Blue sitzt auf dem Startplatz und wartet auf das Hörzeichen „OK“. b) Blue läuft los. c) Blue läuft zielstrebig auf das Dressurgesicht zu. d) Blue wartet auf die Futterbelohnung nach dem erhaltenen Clicker-Signal.

Die Blätter wurden auch hier nach jeder Wahl aus der Apparatur entnommen, abgewaschen und in unregelmäßiger Reihenfolge getauscht. Auch hier wurde das rechte Blatt immer vor dem linken Blatt eingeschoben. Allerdings wurde darauf geachtet, dass die Anzahl der Darbietungen des Dressurgesichts in der linken Vorrichtung, der der rechten Vorrichtung entsprach, um die Bevorzugung einer Seite auszuschließen. Die Anzahl der Wahlen pro Durchgang betrug 25, bis regelmäßig 80 - 100% richtige Wahlen getroffen wurden. In der Regel wurde mindestens dreimal pro Woche ein Durchgang pro Tag durchgeführt.

Nachdem die Hunde gelernt hatten das Dressurgesicht von dem vereinfachten Gesicht zu unterscheiden, wurden ihnen die für den Generalisationstest angefertigten Gesichter (Tab. 3) präsentiert. Die Folien wurden genau wie bei den zuvor beschriebenen Versuchen nach jeder Wahl aus der Apparatur entnommen und abgewaschen. Der Hund hatte nun die Aufgabe, aus jeder der verwendeten Gesichter im Laufe der jeweiligen Versuchsreihe 150 bzw. 250 mal das Dressurgesicht oder den Vergleichsreiz zu wählen. Bei den Transferversuchen, die in der gleichen Art und Weise abliefen wie die zuvor beschriebenen Dressurversuche, hatten die Hunde ebenfalls die Aufgabe, 150 Wahlen zu treffen. Je nach Versuchsreihe wurde entweder jede richtige Wahl durch den Clicker und

anschließendes Futter belohnt, oder es gab keine Belohnung. Stattdessen bekamen die Hunde vor dem Kommando „OK“ ein Stück Futter, um einen Motivationsverlust zu vermeiden.

2.6 Dressur - und Testbilder

Alle Dressur- und Testbilder entstammen der Warrington Testreihe die der Untersuchung der Gesichtserkennung bei Verdacht auf Prosopagnosie beim Menschen dient (Warrington, 1996). Um nicht von dem Gesicht abzulenken, hat Adrian Dyer allen Bildern die Schulterpartie entnommen und somit für die Tierversuche präpariert. Die weitere Bearbeitung der veränderten Gesichter in meinen Versuchsreihen wurde mit dem Programm „Microsoft Word 2010“ durchgeführt. Gedruckt wurden die Bilder alle mit einem Brother DCP-165C Drucker und anschließend einlaminiert. In allen Versuchsreihen wurden Laminierfolien der Firma GBC mit entspiegelter, seidenmatter Oberfläche verwendet, um eine Spiegelung des Lichts zu verhindern.

2.6.1 Vordressur

Die Bilder der Vordressur stellten zum einen das Dressurgesicht und zum anderen ein vereinfachtes zweites Gesicht dar, welches als Vergleichsreiz diente. Die Größe der Gesichter ist in Tab. 1 ersichtlich.

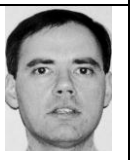
Tab. 1: Gesichter der Vordressur.

		Versuchsreihe	Größe cm Höhe x Breite
Dressurgesicht		Vordressur	26,67 x 20
Vereinfachtes Gesicht 1 (G1v)			26,67 x 20

2.6.2 Test zur Unterscheidung menschlicher Gesichter

Die Bilder zur Differenzierung menschlicher Gesichter stellen ein Dressurgesicht und ein zweites Gesicht, welches als Vergleichsreiz diente, dar (Tab. 2). Alle Bilder sind im Anhang zu finden.

Tab. 2: Bilder der Testphasen eins bis vier zur Differenzierung menschlicher Gesichter.

		Versuchsreihe	Größe cm Höhe x Breite
Dressurgesicht		Das Dressurgesicht wurde in allen 4 Versuchsreihen gezeigt	26,67 x 20
Gesicht 1		Vergleichsreiz der 1. Versuchsreihe	26,67 x 20
Gesicht 2		Vergleichsreiz der 2. Versuchsreihe	26,67 x 20
Gesicht 3		Vergleichsreiz der 3. Versuchsreihe	26,67 x 20
Gesicht 4		Vergleichsreiz der 4. Versuchsreihe	26,67 x 20

2.6.3 Generalisationstest

Die in Tab. 3 dargestellten Generalisationstestbilder zeigen Variationen in der Größe oder sind um 180° gedreht. Die Größe der Gesichter ist in Tab. 3 ersichtlich.

Tab. 3: Bilder der Generalisationstests.

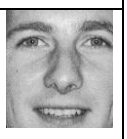
		Versuchsreihe	Größe cm Höhe x Breite
Dressurgesicht 35% kleiner		Generalisationstest mit Größenunterschied	18 x 13,51
Gesicht 3 35% kleiner			18 x 13,51
Dressurgesicht 50% kleiner			13,85 x 10,11
Gesicht 3 50% kleiner			13,85 x 10,11
Gesicht 3 75% kleiner			6,93 x 5,2
Gesicht 3 75% kleiner			6,93 x 5,2
Dressurgesicht 180° gedreht		Generalisationstest 180° gedreht	26,67 x 20

Gesicht 4 180° gedreht			26,67 x 20

2.6.4 Transfertest

Die Transfertestbilder stellen Teile des Dressurgesichts und Teile eines zweiten Gesichts, das als Vergleichsreiz diente, dar. Auch in diesen Versuchsreihen wurden den Hunden immer zwei Bilder gleichzeitig präsentiert, wobei sowohl das Dressurgesicht als auch der Vergleichsreiz abgeändert wurden. Die Größe der Gesichter ist in Tab. 4 ersichtlich.

Tab. 4: Bilder der Transfertests.

		Versuchsreihe	Größe cm Höhe x Breite
Dressurgesicht		Transfertest in denen die Gesichter durch homogene Grauflächen ersetzt wurden	26,67 x 20
Gesicht 2			26,67 x 20
Dressurgesicht		Transfertest in denen die Gesichter ohne Haare quadratisch ausgeschnitten wurden	21,35 x 16,01
Gesicht 3			21,35 x 15,93
Dressurgesicht		Transfertest in denen die Gesichter ohne	21,66 x 16

Gesicht 3		Haare oval ausgeschnitten wurden	21,19 x 16,01
Kombinierte Gesichter (Haare DG+ Gesicht G3)		Transfertest mit kombinierten Gesichtern und ähnlichen Haaren	27,65 x 18,46
Kombinierte Gesichter (Haare G2+ Gesicht DG)			23,11 x 18,46
Kombinierte Gesichter (Gesicht G3+ Haare DG)		Transfertest mit kombinierten Gesichtern und unterschiedlichen Haaren	27,65 x 18,46
Kombinierte Gesichter (Haare G3+ Gesicht DG)			23,93 x 17,5

2.7 Datenerfassung

Die Datenerfassung des Formerkennungstests, der Generalisationstests, sowie der Transfertests, erfolgte manuell mittels einfacher eigenständig hergestellter Datenblätter, die auf einem Ankreuzverfahren basierten. So ist die Abfolge der Wahlen ersichtlich. Pro Durchgang wurden von dem Hund zwischen 20 und 25 Wahlen getroffen. Die Anzahl der Durchgänge pro Versuchsreihe waren auf zwölf bzw. sechs festgelegt. Vereinzelt musste jedoch variiert werden, da die Aufmerksamkeit der Hunde in schwierigen Versuchsreihen abnahm. Zu jeder Versuchsreihe wurden für die jeweiligen Durchgänge die Normalverteilung überprüft und der Mittelwert bzw. Median sowie die Standardabweichung bestimmt. Alle statistischen Tests wurden mit dem Programm „Statistica 8.0 StatSoft, Inc. (2007)“ durchgeführt.

2.7.1 Statistische Testverfahren

Das Programm „Statistica 8.0 StatSoft, Inc. (2007)“ führt automatisch bei Testung auf Normalverteilung eine Kombination aus den drei folgenden Tests durch. Anhand der in diesen Tests erhaltenen Ergebnisse wird entschieden, ob der t-Test oder der U-Test für die weitere statistische Auswertung in Betracht gezogen werden kann.

2.7.1.1 Kolmogorow-Smirnow-Anpassungstest

Der Kolmogorow-Smirnow-Anpassungstest (K-S-Test) prüft die empirischen Daten auf die Abweichungen von der Normalverteilung, basierend auf dem maximalen Abstand der beiden Verteilungen (Sachs, Hedderich, 2009).

2.7.1.2 Lilliefors-Modifikation des K-S-Tests

Bei diesem Testverfahren auf Normalverteilung der Daten ist eine exaktere Bestimmung der kritischen Werte gegeben als bei dem K-S-Test (Sachs, Hedderich, 2009).

2.7.1.3 Shapiro-Wilk-Test

Dieser Test mit hoher Güte prüft die Hypothese, dass die empirischen Daten einer normalverteilten Zufallsvariablen zugeordnet werden können (Sachs, Hedderich, 2009).

2.7.1.4 t-Test

Dieser Test vergleicht zwei Mittelwerte ungleicher Stichprobenumfänge, die aus normalverteilten Grundgesamtheiten stammen (Sachs, Hedderich, 2009).

2.7.1.5 U-Test nach Wilcoxon, Mann und Whitney

Der Rangsummentest nach Wilcoxon wird verwendet, wenn zwei unabhängige Stichproben verglichen werden sollen. Im Gegensatz zum t-Test für unabhängige Stichproben, wird der U-Test bei nicht-normalverteilten Daten angewendet (Sachs, Hedderich, 2009).

2.7.2 Definitionen statistischer Begriffe

2.7.2.1 Mittelwert (arithmetisches Mittel)

Der Mittelwert ist die Summe aller beobachteten Werte geteilt durch die Anzahl der Beobachtungen (Fahrmeir et al., 2007).

2.7.2.2 Median

Der Median teilt die nach Größe angeordneten Daten genau in der Mitte. Somit liegt eine Hälfte der Daten unterhalb und die andere Hälfte oberhalb des Medians. Ist die Anzahl der Daten ungerade, wird der an zentraler Stelle stehende Wert als Median angesehen. Bei gerader Anzahl von Daten wird der Mittelwert der beiden in der Mitte stehenden Werte verwendet. (Fahrmeir et al., 2007)

2.7.2.3 Standardabweichung

Die Standardabweichung ist ein Maß für die Streuung der Werte in einer Stichprobe, die um den Mittelwert gelagert ist (Janssen, Laatz, 2010).

2.7.2.4 Normalverteilung

Die Normal oder Gaußverteilung ist eine bekannte und wichtige Wahrscheinlichkeitsverteilung (Büning, Trenkler, 1994). Zufallsvariablen können als normalverteilt angesehen werden, wenn sie durch Überlagerung einer großen Anzahl von Einflussfaktoren zustande kommen, wobei jeder einzelne Faktor einen, im Verhältnis zur Gesamtsumme unbedeutenden Beitrag liefert (Mathepedia, Stand 14.04.11).

2.7.2.5 p-Wert

Der p-Wert liefert die Wahrscheinlichkeit, mit der eine Testgröße unterhalb oder oberhalb einer bestimmten Schwelle für die gegebene Grundgesamtheit betrachtet werden kann, unter Zutreffen der Nullhypothese (Sachs, Hedderich, 2009). In den Tabellen des Ergebnisteils dieser Arbeit sind die p-Werte rot gekennzeichnet, sofern die beobachteten Daten signifikante Unterschiede zu den getesteten Schwellen aufweisen. Die Signifikanzstufen sind wie folgt festgelegt:

p < 0,05 signifikant verschieden

p < 0,01 hoch signifikant verschieden

p < 0,001 höchst signifikant verschieden

2.7.2.6 Maximalwertnormierung

Alle Box-Whisker-Plots wurden mit maximalwertnormierten Daten erstellt, d.h. dass 1,0 immer das Maximum der erreichbaren Möglichkeiten war.

2.7.2.7 Box-Whisker-Plot

Der Box-Whisker-Plot ist eine graphische Darstellung von Größen, die mindestens ordinalskaliert sind, d.h.es sind geordnete Werte (und somit anordbare Merkmalsausprägungen mit Größer- und Kleiner-Relation).Im Box-Plot Diagramm werden Lagemaße, ebenso wie Maße der Streuung dargestellt. (medistat, Stand 14.04.11) In allen Box-Whisker-Plots ist der Wert 1 das Maximum (100%) der zu erreichenden Wahlen auf das Dressurgesicht.

2.7.2.7.1 Lagemaße

Median (Q2): Darstellung in den Box-Whisker-Plots durch ein kleine Quadrat im Inneren der Box.

Unteres Quartil (Q1): bezeichnet die Maßzahl, die am Ende des ersten Viertels in der nach Größe geordneten Reihe der Meßwerte steht (25% Perzentil).

Oberes Quartil (Q3): bezeichnet die Maßzahl, die am Ende des dritten Viertels der Datenreihe steht (75% Perzentil). (medistat, Stand 14.04.11)

2.7.2.7.2 Streuungsmaße

Non-Outlier-Range: Abstand von Minimum und Maximum aller Beobachtungen.

Interquartilsabstand (25%-75%): reicht vom ersten bis zum dritten Quartil und umfasst die zentralen 50% der Beobachtungen.

Outliers: Werte, die mehr als eineinhalb und bis drei Interquartilsabstände von der Box entfernt liegen. Outliers sind in Form von Kreisen dargestellt.

Extremes: Werte, die mehr als drei Interquartilsabstände von der Box entfernt liegen. Extremes sind in Form von Sternen dargestellt.

Outliers und Extremes sind von der Berechnung der übrigen dargestellten Maß-zahlen ausgeschlossen. (medistat, Stand 14.04.11)

3 Ergebnisse

3.1 Vordressur

Die Vordressur mit dem vereinfachten Gesicht 1 (G1v) als Vergleichsreiz diente dazu, den Hunden die Wahl auf das Dressurgesicht (DG) zu vereinfachen, da der Vergleichsreiz deutlich von dem Dressurstimulus zu unterscheiden ist. Die Vereinfachung des Vergleichsreizes war notwendig, da die Hunde nach der Vordressur auf das Dressurgesicht offenbar nicht verstanden hatten, dass sie dieses Gesicht auch dann anlaufen sollen, wenn zusätzlich ein zweites Gesicht gezeigt wurde. Die Hunde hatten zwar gelernt ein einlaminiertes Blatt an der Apparatur zu berühren, eine Verknüpfung mit dem dargestellten Gesicht hatte jedoch zu diesem Zeitpunkt noch nicht stattgefunden.

In Abb. 12 ist zu erkennen, dass alle Hunde mit zunehmendem Training eine Steigerung der Wahlhäufigkeit auf das Dressurgesicht vorweisen. Diese Versuche wurden so lange durchgeführt, bis bei alle Hunden die Wahlen auf das Dressurgesicht deutlich über 70% lagen. Anhand von Tab. 5 und Abb. 12 wird deutlich, dass die Ergebnisse aller Hunde ab dem fünften Trainingstag konstant über der Schwelle von 70% (0,7) liegen, was auf den Lernprozess und somit auf die Steigerung der richtigen Wahlen zurückzuführen ist.

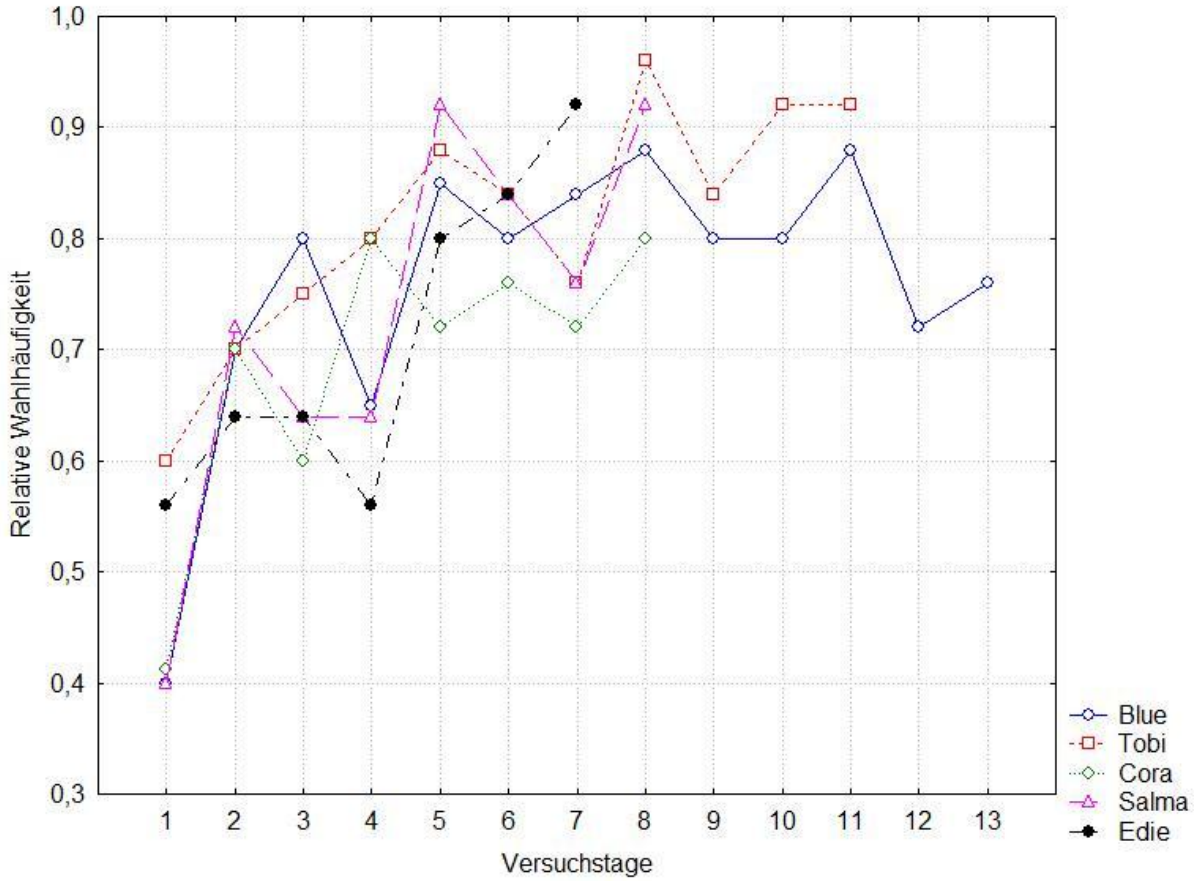


Abb. 12: Relative Wahlhäufigkeit aller Hunde auf das Dressurgesicht im Verlauf der Vordressur: DG gegen G1v (um eine bessere Übersicht zu erhalten, wurden die Meßpunkte verbunden).

In Abb. 13 sind die relativ großen Standardabweichungen um den Median anhand der großen Abstände zwischen dem Minimum und dem Maximum aller Beobachtungen zu sehen. Zusätzlich weisen die Ergebnisse von Cora und Blue Outliers auf, welche in diesem Fall auf den Beginn der Versuche und dadurch auf ein Unvermögen der Hunde zurückzuführen sind.

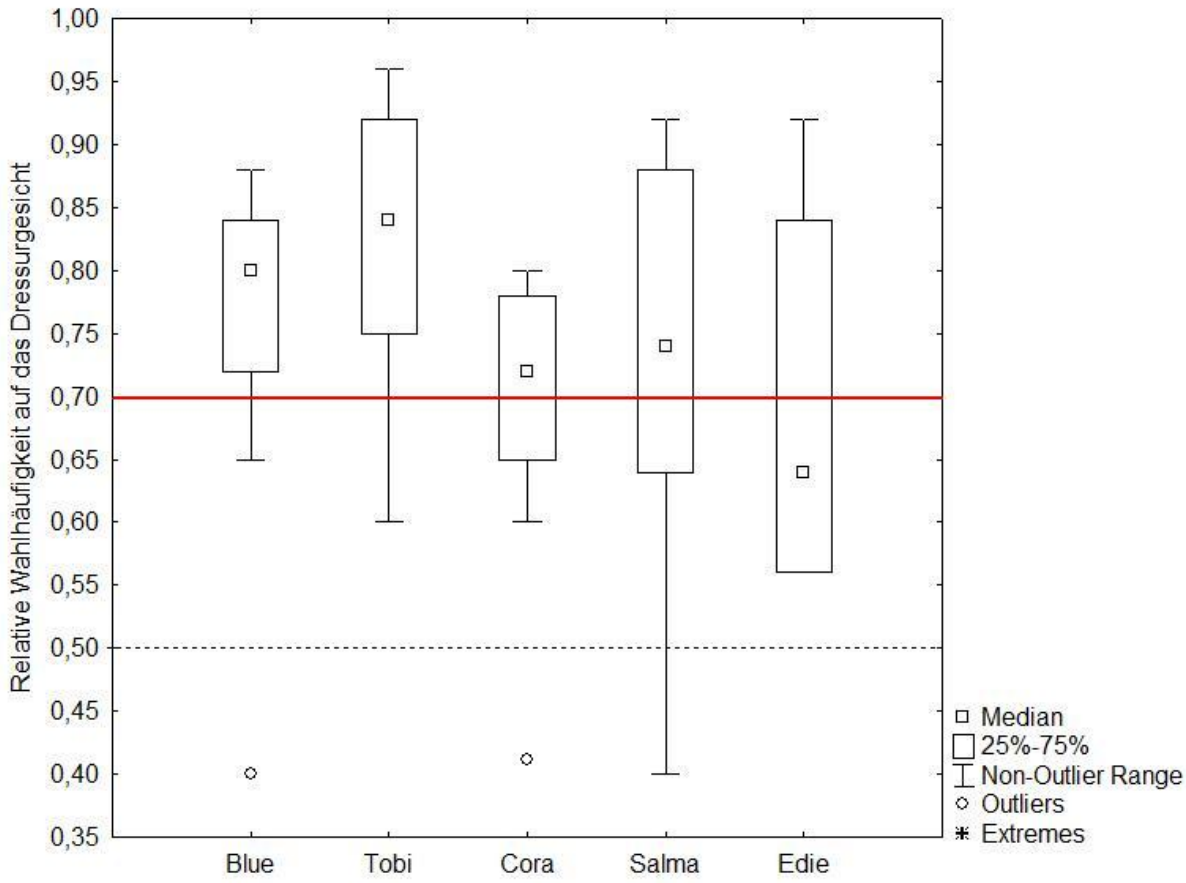


Abb. 13: Relative Wahlhäufigkeit aller Hunde auf das DG mit Standardabweichung, Mittelwert, Outliers und Extremes in der Versuchsreihe: DG gegen G1v (vereinfacht). Die Schwelle von 0,7 ist als rote Linie dargestellt und das Zufallsniveau von 0,5 ist als gestrichelte Linie zu erkennen.

Tab. 5: Relative Wahlhäufigkeiten in der Versuchsreihe: DG gegen G1v.

Vordressur: DG gegen G1v					
Wahl auf das Dressurgesicht [Maximalwertnormierung]					
Versuchstage	Blue	Tobi	Cora	Salma	Edie
1	0,4	0,6	0,41	0,4	0,56
2	0,7	0,7	0,7	0,72	0,64
3	0,8	0,75	0,6	0,64	0,64
4	0,65	0,8	0,8	0,64	0,56
5	0,85	0,88	0,72	0,92	0,8
6	0,8	0,84	0,76	0,84	0,84
7	0,84	0,76	0,72	0,76	0,92
8	0,88	0,96	0,8	0,92	
9	0,8	0,84			
10	0,8	0,92			
11	0,88	0,92			
12	0,72				
13	0,76				

3.2 Dressur- und Testphase

In der Dressurphase, die gleichzeitig die erste Testreihe darstellt, wird die Frage: sind Hunde in der Lage sind, zwei Gesichter voneinander zu unterscheiden? untersucht. Dazu wurden den Versuchstieren das Dressurgesicht und ein weiteres, den Hunden fremdes Gesicht, präsentiert. Die Dressurphase beinhaltet für jeden Hund eine unterschiedliche Anzahl von Wahlen. Bei der Testphase ist die Anzahl der Wahlen auf 150 bzw. 300 festgelegt. Die Belohnung erfolgte nach jeder richtigen Wahl, das heißt nach jeder Wahl auf das Dressurgesicht.

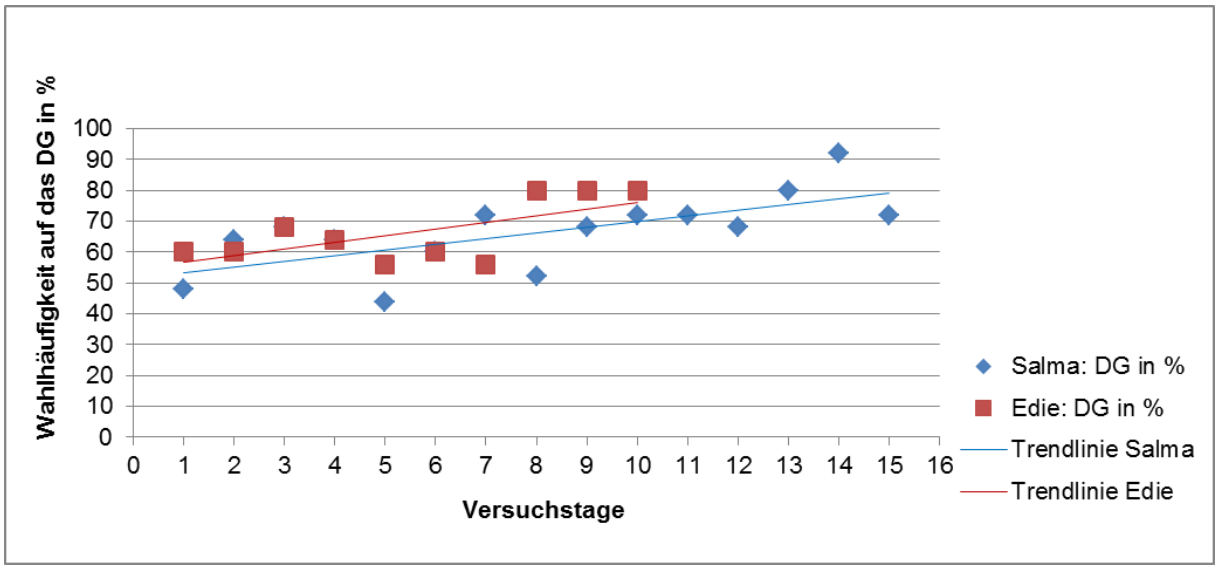


Abb. 14: Relative Wahlhäufigkeit von Salma und Edie auf das DG, bei der Dressur auf das DG gegen G1 an verschiedenen Versuchstagen. Die Anzahl der Wahlen pro Messpunkt liegt zwischen 10 und 25. Die Trendlinien zeigen eine lineare Regressionsgerade der Wahlhäufigkeit des jeweiligen Hundes.

Abb. 14 zeigt den Verlauf der Dressur auf das Dressurgesicht. Ein zweites Gesicht (G1) dient als Vergleichsreiz. Die Hunde zeigen im Durchschnitt 66,4% richtige Wahlen, wobei eine deutliche Steigerung der Wahlhäufigkeit auf das Dressurgesicht im Verlauf der Versuchsdurchgänge erkennbar ist, wie die Trendlinien in Abb. 14 verdeutlichen.

Bis zu dem siebten (Edie) bzw. achten (Salma) Versuchsdurchgang liegt die Anzahl der richtigen Wahlen zwischen 44% und 68%. Bei den weiteren Versuchsdurchgängen liegt Edie mit 80% konstant über der Schwelle von 70%.

Die Werte von Salma schwanken von 68% - 92%, wobei eine Steigung im zeitlichen Verlauf erkennbar ist.
Diese Dressurphase wurde nur mit den beiden oben genannten Hunden durchgeführt. Die drei anderen Hunde haben diese Dressur übersprungen und sind direkt nach der Dressur auf das vereinfachte Gesicht in die Testphase mit dem G1 gegangen.

3.3 Unterscheidung verschiedener Gesichter

3.3.1 Dressurgesicht gegen Gesicht 1

Nach der Dressurphase folgte die erste Testphase, in der allen Hunden das Dressurgesicht und das Gesicht 1 (G1) präsentiert wurden. In den Abbildungen sind die getesteten Bilder in den Farben der entsprechenden Ergebnissäulen eingerahmt. In den Versuchsreihen 1 bis 4, die in Tab. 2 beschrieben sind, beträgt die Anzahl der Wahlen n pro Hund 300.

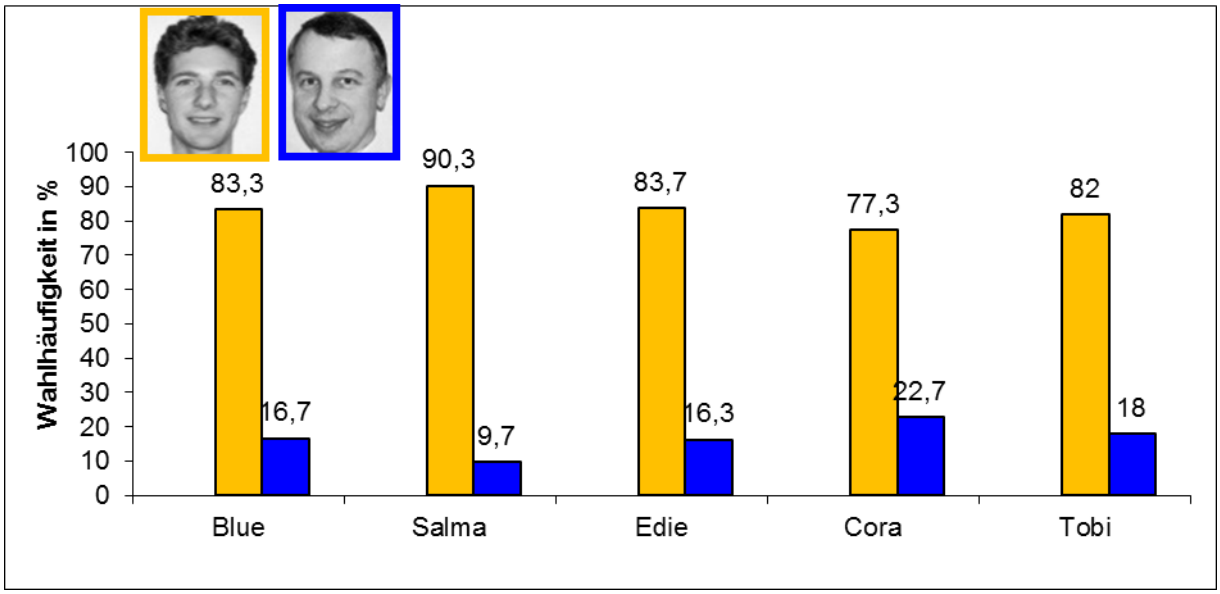


Abb. 15: Wahlverhalten aller Hunde in der Versuchsreihe: DG gegen G1. Die Gesichter in den Diagrammen sind mit einem farbigen Rahmen den jeweiligen Datenreihen zugeordnet.

Die Daten von Abb. 15 zeigen das Wahlverhalten der Hunde auf das DG (gelb) und den Vergleichsreiz G1 (blau). Es wird deutlich, dass alle Hunde das Dressurgesicht dem Vergleichsreiz vorzogen. Der Vergleichsreiz wurde von Salma

nur zu 9,7% gewählt und somit erzielte Salma bei dieser Versuchsreihe die höchste Prozentzahl an richtigen Wahlen, also Wahlen auf das Dressurgesicht.

Tab. 6: p-Werte des t-Tests für einzelne Stichproben. Getestet wurden die Mittelwerte aller Hunde gegen 0,5 (50%) und 0,7 (70%). Versuchsreihe: DG gegen G1.

DG gegen G1 Test gegen 0,5			DG gegen G1 Test gegen 0,7		
Versuchstier	p-Wert	Test	Versuchstier	p-Wert	Test
Tobi	0,000003	t-Test	Tobi	0,007840	t-Test
Cora	0,000000	t-Test	Cora	0,000724	t-Test
Salma	0,000000	t-Test	Salma	0,000001	t-Test
Edie	0,000000	t-Test	Edie	0,000028	t-Test
Blue	0,000000	t-Test	Blue	0,000206	t-Test

Anhand der Werte in Abb. 15 und Tab. 6 wird deutlich, dass alle Hunde in der Lage waren die präsentierten Gesichter voneinander zu unterscheiden. Der p-Wert zeigt, dass die Ergebnisse aller Hunde höchst signifikant unterschiedlich zu dem Zufallsniveau von 50% und die Werte aller Hunde außer Tobi höchst signifikant unterschiedlich zu dem Schwellenwert von 70% sind. Tobi liegt mit seinen Ergebnissen, die einen p-Wert von 0,007840 ergaben lediglich hoch signifikant unterschiedlich zur Schwelle. Anhand der p-Werte lässt sich zeigen, dass die Ergebnisse aller Hunde zumindest hoch signifikant über dem Schwellenwert liegen. Salma liegt mit 90,3% richtigen Wahlen und einem p-Wert von 0,000001 am deutlichsten über der Signifikanzgrenze. Blue, Edie und Tobi zeigen ebenfalls deutliche Ergebnisse der Diskriminierungsfähigkeit von menschlichen Gesichtern und trotz anfänglicher Konzentrationsschwierigkeiten, erzielte auch Cora eindeutige Ergebnisse. Die Standardabweichung konnte in dieser Versuchsreihe vom Mittelwert genommen werden, da alle Ergebnisse mit dem t-Test für einzelne Stichproben ermittelt werden konnten. Abb. 16 zeigt die Häufigkeit der Outliers und Extremes in dieser Versuchsreihe und dass die Mittelwerte der Wahlen auf das DG alle deutlich über der Schwelle von 70% liegen.

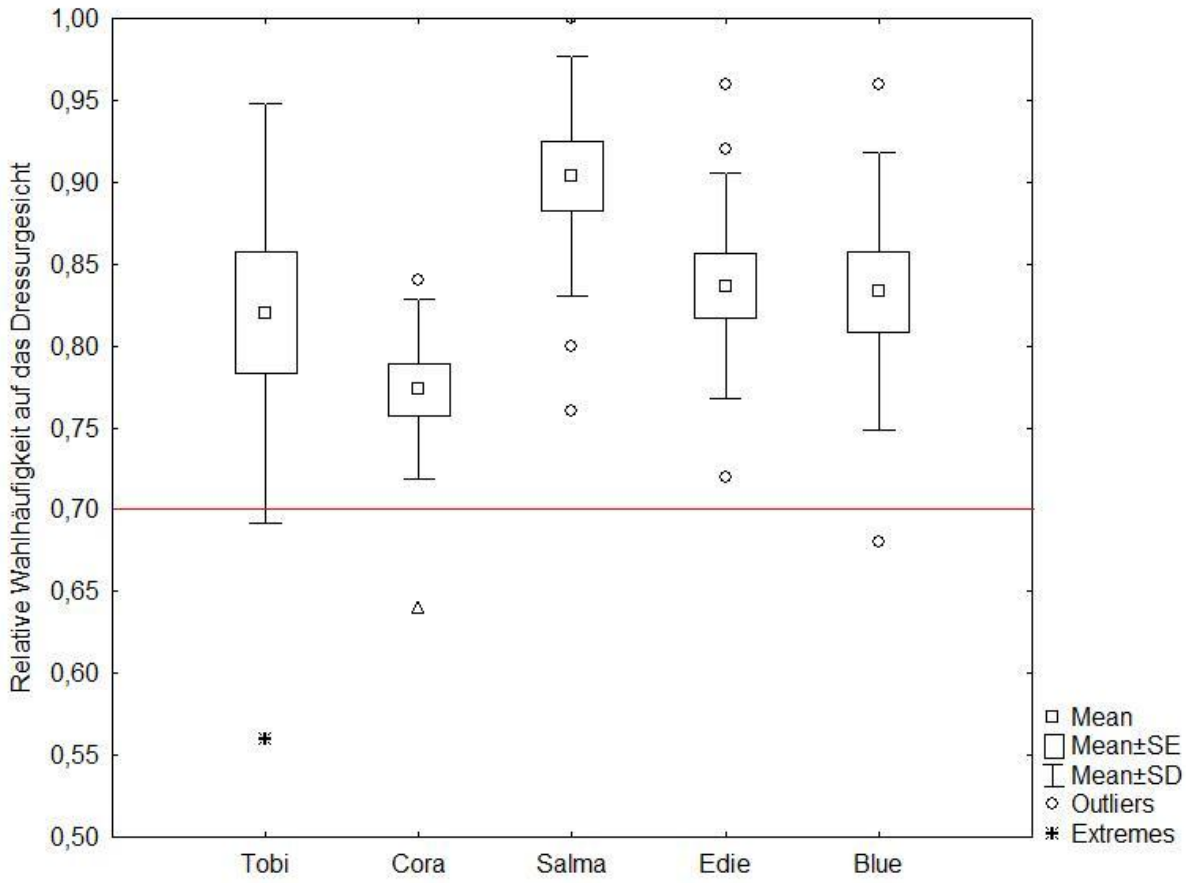


Abb. 16: Relative Wahlhäufigkeit aller Hunde auf das DG mit Standardabweichung, Mittelwert, Outliers und Extremes in der Versuchsreihe: DG gegen G1.

3.3.2 Dressurgesicht gegen Gesicht 2

In den folgenden Testreihen soll die zuvor gestellte Frage beantwortet werden, ob Hunde in der Lage sind unbekannte Gesichter von dem bekannten Dressurgesicht zu unterscheiden. Dazu wurde den Hunden zu dem Dressurgesicht jeweils ein fremdes Gesicht präsentiert, welches für uns Menschen mehr oder weniger Ähnlichkeit mit dem Dressurstimulus aufweist. Jedes neue Gesicht wurde den Hunden jeweils 300 mal zusammen mit dem Dressurgesicht präsentiert. Die Belohnung erfolgte nach jeder Berührung des Dressurgesichts.

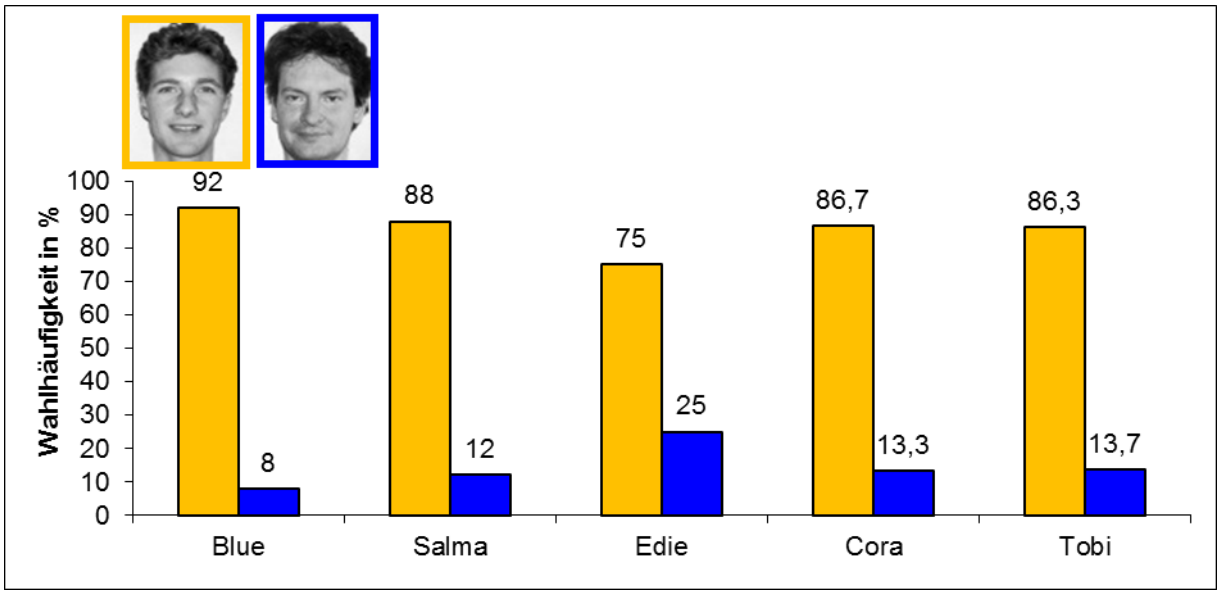


Abb. 17: Wahlverhalten aller Hunde in der Versuchsreihe: DG gegen G2.

Für das menschliche Auge ist in diesem Test der Vergleichsreiz (G2) dem Dressurstimulus ähnlicher als bei dem vorherigen Versuchsdurchgang mit Gesicht 1. Dennoch ist auch bei den Hunden eine deutliche Präferenz bezüglich des Dressurgesichts erkennbar. Wie Abb. 17 zeigt, wählten alle Hunde das Dressurgesicht mit einer Wahlhäufigkeit von über 70%. Innerhalb der 300 Wahlen favorisierte Blue das Dressurgesicht gegenüber dem Gesicht 2 mit 92%.

Tab. 7: p-Werte des t-Tests für einzelne Stichproben. Getestet wurden die Mittelwerte aller Hunde gegen 0,5 (50%), 0,7 (70%) und 0,68 (68%).
Versuchsreihe: DG gegen G2.

DG gegen G2 Test gegen 0,5			DG gegen G2 Test gegen 0,7			DG gegen G2 Test gegen 0,68		
Versuchstier	p-Wert	Test	Versuchstier	p-Wert	Test	Versuchstier	p-Wert	Test
Tobi	0,000000	t-Test	Tobi	0,000540	t-Test	Tobi	0,000215	t-Test
Cora	0,000000	t-Test	Cora	0,000015	t-Test	Cora	0,000005	t-Test
Salma	0,000000	t-Test	Salma	0,000000	t-Test	Salma	0,000000	t-Test
Edie	0,000003	t-Test	Edie	0,105372	t-Test	Edie	0,031110	t-Test
Blue	0,000000	t-Test	Blue	0,000000	t-Test	Blue	0,000000	t-Test

Der t-Test zeigt, dass die Wahlen auf das DG sowohl zu dem Zufallsniveau, als auch zu dem Schwellenwert von 70% höchst signifikant unterschiedlich sind, wie in Tab. 7 dargestellt. Lediglich 8% der Wahlen von Blue fielen auf den Vergleichsreiz. Salma, Cora und Tobi zeigen ebenfalls höchst signifikante Ergebnisse zum Zufallsniveau und Schwellenwert. Die Ergebnisse von Edie

hingegen sind zum Zufallsniveau höchst signifikant unterschiedlich, wird der p-Wert bezüglich des Schwellenwertes von 70% betrachtet, sind die Ergebnisse nicht signifikant von dieser Schwelle zu unterscheiden. Würde die Schwelle auf 68% herabgesetzt, wären Edies Ergebnisse signifikant verschieden zu der niedrigeren Schwelle (Tab. 7). In dieser Versuchsreihe zeigte sich Edie regelmäßig unkonzentriert, was sich durch hektische Bewegungsabläufe und Bellen sowie das Anlaufen des G2 erkennbar macht.

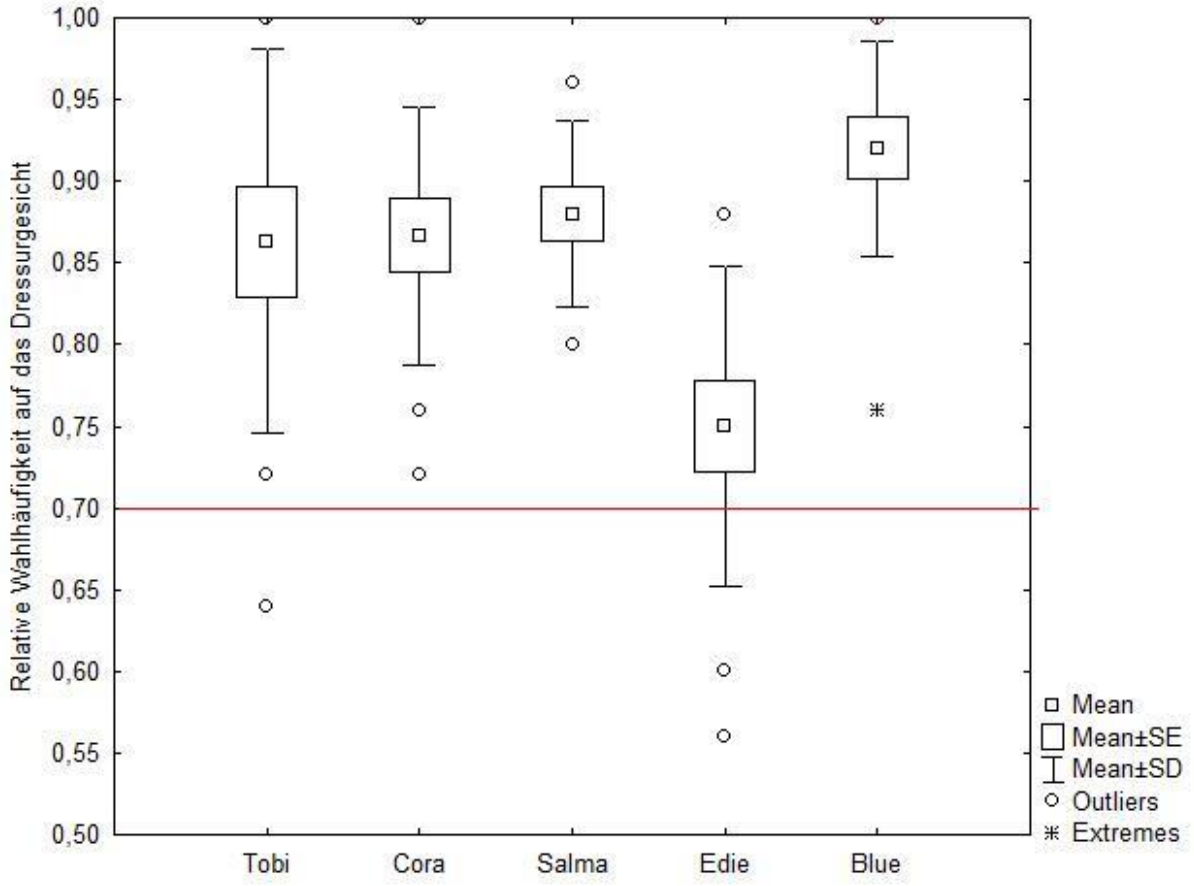


Abb. 18: Relative Wahlhäufigkeit aller Hunde auf das DG mit Standardabweichung, Mittelwert, Outliers und Extremes in der Versuchsreihe: DG gegen G2.

Aufgrund der Ergebnisse der Standardabweichungen in Abb. 18 lässt sich zeigen, dass die Abweichungen vom Mittelwert relativ gering sind. Jedoch sind bei allen Hunden Outliers vorgekommen und bei Blue weicht ein Wert sogar extrem vom Mittelwert ab.

3.3.3 Dressurgesicht gegen Gesicht 3

Der dritte Test, bei dem als Vergleichsreiz ein weiteres Gesicht (G3), welches dem Dressurgesicht nicht sehr ähnelt, präsentiert wurde, liefert ebenfalls signifikante Ergebnisse.

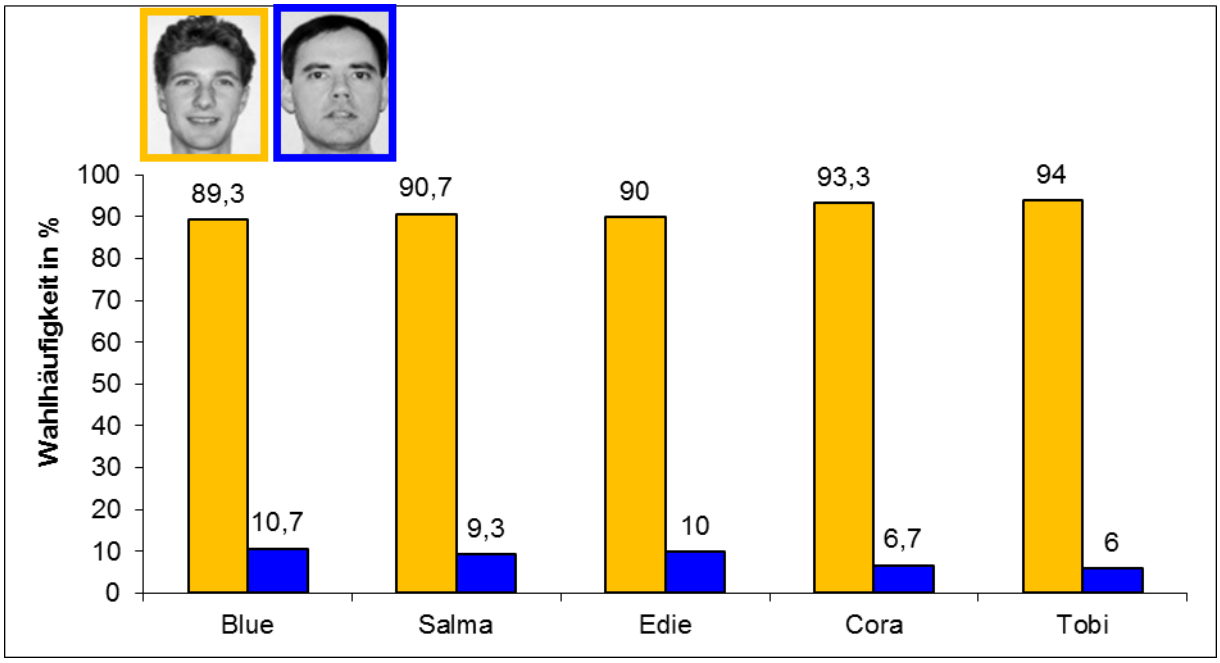


Abb. 19: Wahlverhalten aller Hunde in der Versuchsreihe: DG gegen G3 als Vergleichsreiz.

Wie Abb. 19 verdeutlicht, präferierten alle Hunde mit knapp unter bzw. über 90% Wahlhäufigkeit das Dressurgesicht, wofür sie eine Belohnung erhielten. Die p-Werte unterstreichen die Signifikanz der Ergebnisse. Die Ergebnisse aller Hunde sind höchst signifikant unterschiedlich sowohl zum Zufallsniveau, als auch zum Schwellenwert von 70% (Tab. 8). Da die Ergebnisse von Cora und Blue nicht normalverteilt sind, wurden die Signifikanzen mit dem U-Test ermittelt. Aus diesem Grund wurden die Standardabweichungen vom Median und nicht vom Mittelwert errechnet. Abb. 19 veranschaulicht, dass im Verlauf der Testreihen alle Hunde das Dressurgesicht dem Vergleichsreiz vorziehen.

Tab. 8: p-Werte des t-Tests für einzelne Stichproben. Getestet wurden die Mittelwerte/Mediane aller Hunde gegen 0,5 (50%) und 0,7 (70%).
Versuchsreihe: DG gegen G3.

DG gegen G3 Test gegen 0,5			DG gegen G3 Test gegen 0,7		
Versuchstier	p-Wert	Test	Versuchstier	p-Wert	Test
Tobi	0,000000	t-Test	Tobi	0,000000	t-Test
Cora	0,000001	U-Test	Cora	0,000001	U-Test
Salma	0,000000	t-Test	Salma	0,000000	t-Test
Edie	0,000000	t-Test	Edie	0,000012	t-Test
Blue	0,000001	U-Test	Blue	0,000201	U-Test

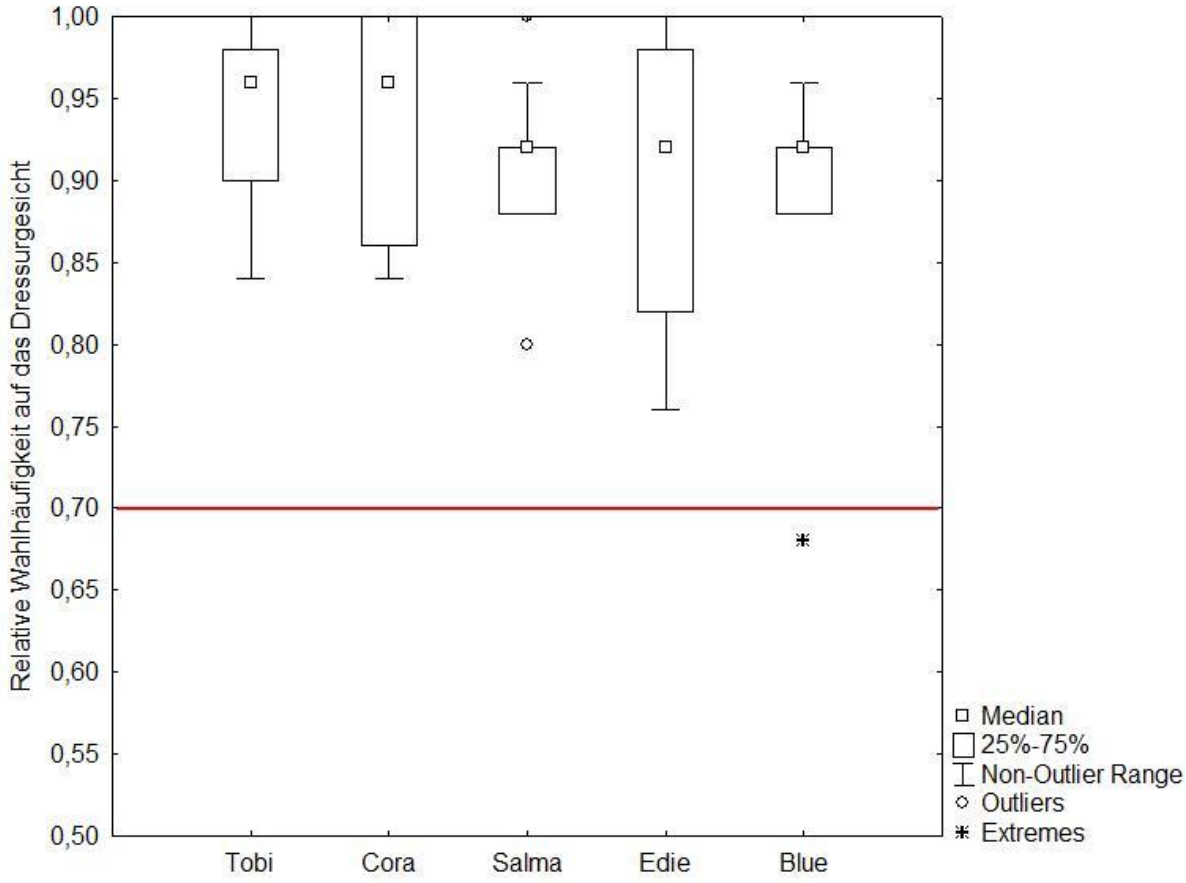


Abb. 20: Relative Wahlhäufigkeit aller Hunde auf das DG mit Standardabweichung, Mittelwert, Outliers und Extremes in der Versuchsreihe: DG gegen G3.

Anhand der Standardabweichungen in Abb. 20 wird das geringe Vorkommen von Outliers und Extremes ersichtlich, was eine deutliche Präferenz aller Hunde für das Dressurgesicht bedeutet.

3.3.4 Dressurgesicht gegen Gesicht 4

An der nächsten Versuchsreihe, in der ein letztes fremdes Gesicht (G4) hinzukam, war nur Blue beteiligt, da sie einen zeitlichen Vorsprung vor den anderen Hunden hatte und dieser so abgefangen werden konnte.

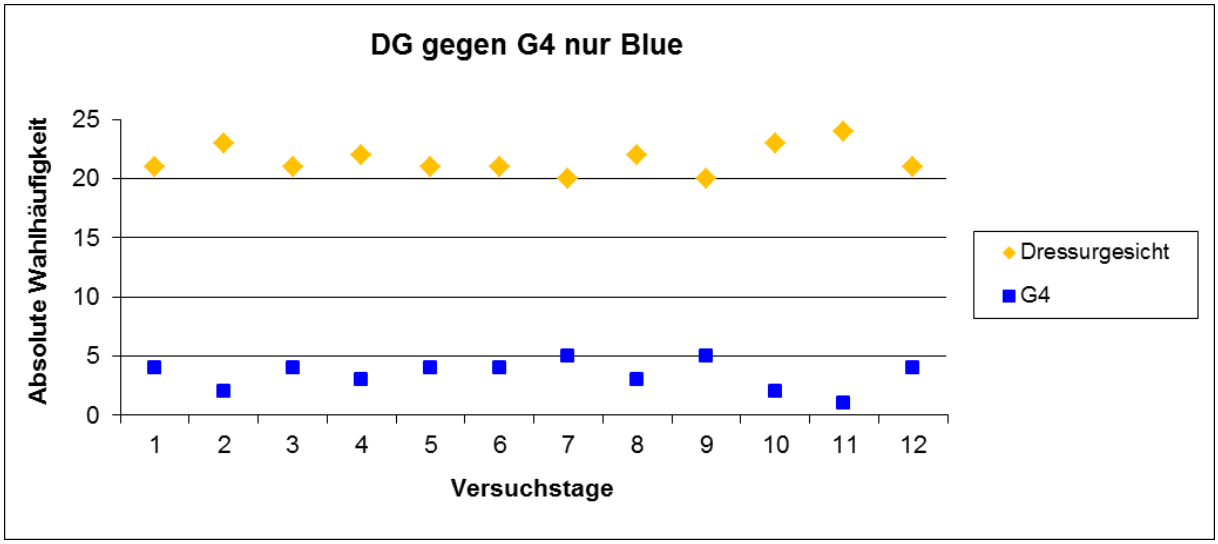


Abb. 21: Wahlhäufigkeiten auf das DG und G4 des Versuchstieres Blue. Pro Versuchstag wurden 25 Wahlen von Blue getroffen.

Die Ergebnisse in Abb. 21 zeigen auch bei dieser Versuchsreihe deutliche Präferenzen für das Dressurgesicht. Von 25 Wahlen pro Versuchstag wählte Blue nicht häufiger als fünfmal den Vergleichsreiz (G4). Die Wahlhäufigkeit auf das Dressurgesicht lag im Mittel bei 86,3%. Da dieses Ergebnis mit den Vorherigen übereinstimmt, war es nicht notwendig diese Versuchsreihe mit allen Hunden durchzuführen. Auch die statistischen Tests weisen signifikante Ergebnisse auf. Die Standardabweichungen um den Mittelwert sind sehr gering (Mittelwert ± SD = 0,8633 ± 0,05). Die p-Werte des t-Tests in dieser Versuchsreihe zeigen, dass die Wahl auf das DG höchst signifikant unterschiedlich zum Zufallsniveau (p = 0,000000) und zur Schwelle von 70% (p = 0,000000) ist.

3.4 Generalisationstests

In den folgenden Testreihen soll die zweite Frage: ist der Hund in der Lage Gesichter zu generalisieren? untersucht werden. Dazu wurden die Gesichter um 180° gedreht bzw. verkleinert. Die Anzahl der Wahlen betrug je nach Hund und Versuchsreihe entweder 150 oder 300 Wahlen. In dem Test mit den um 180° gedrehten Gesichtern wurden die Hunde nicht belohnt. Um einen Motivationsverlust zu verhindern, bekam jeder Hund ein Lecker, bevor er das Kommando „OK“ erhielt, also vor dem Starten. Zudem wurden den Hunden nach Beendigung des Durchgangs mehrmals das Dressurgesicht und ein Vergleichsreiz in aufrechter Position gezeigt und auf das Dressurgesicht mit Clicker und Futter belohnt. In den anderen Versuchsreihen, in denen die Gesichter verkleinert gezeigt wurden, erhielten die Hunde nach jeder Berührung des Dressurgesichts eine Belohnung in Form des Clickers und somit Futter. Die prozentualen Angaben der Verkleinerung beziehen sich immer auf die Verkleinerung der längsten Seite des Bildes.

3.4.1 Um 180° gedrehte Gesichter (DG gegen G4)

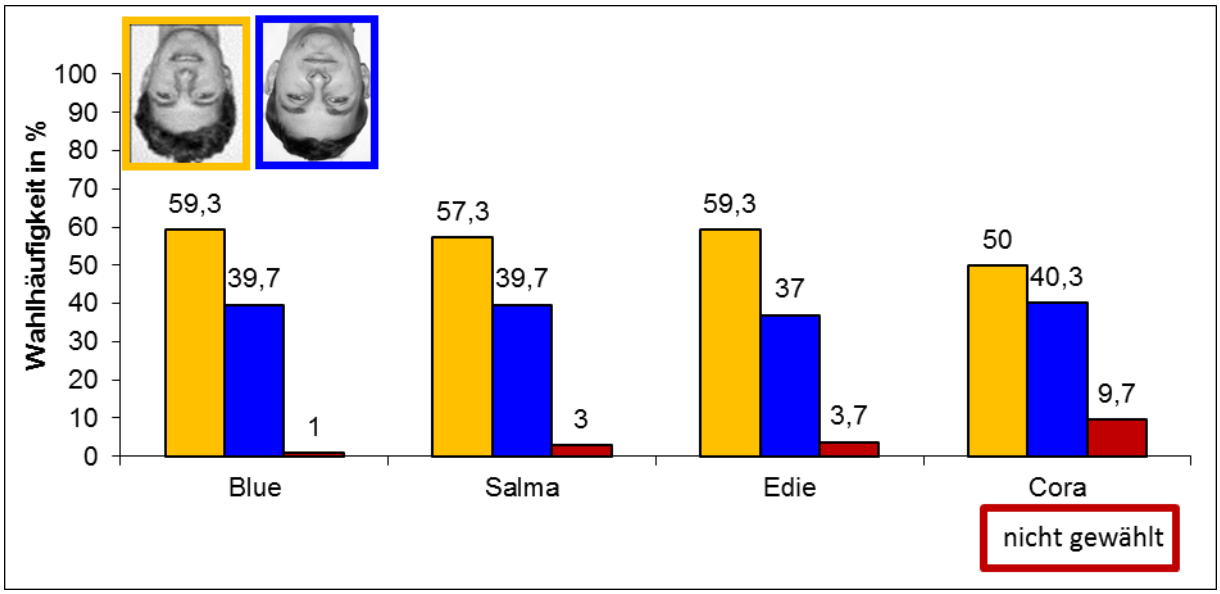


Abb. 22: Wahlverhalten aller Hunde in der Versuchsreihe: 180° gedrehte Gesichter (DG gegen G4).

Beim Betrachten des Wahlverhaltens der Hunde in Abb. 22 wird deutlich, dass alle Tiere erkennbare Schwierigkeiten hatten das Dressurgesicht von dem Vergleichsreiz zu unterscheiden. Zudem verweigerten alle Tiere erstmals das Anlaufen der Apparatur (rot dargestellt). Die Verweigerungshäufigkeit lag zwischen 1% (Blue) und 9,7% (Cora).

Tab. 9: p-Werte des t-Tests für einzelne Stichproben. Getestet wurden die Mittelwerte/Mediane der aufgeführten Hunde gegen 0,5 (50%) und 0,7 (70%). Versuchsreihe: 180° gedrehte Gesichter.

180° gedrehte Gesichter: DG gegen G4 Test gegen 0,5			180° gedrehte Gesichter: DG gegen G4 Test gegen 0,7		
Versuchstier	p-Wert	Test	Versuchstier	p-Wert	Test
Blue	0,000323	U-Test	Blue	0,000009	U-Test
Cora	0,621279	t-Test	Cora	0,000019	t-Test
Salma	0,010442	t-Test	Salma	0,000160	t-Test
Edie	0,019760	t-Test	Edie	0,009429	t-Test

Die Wahlen auf das Dressurgesicht fallen zwischen 50% und 59,3% aus und der p-Wert von Cora in Tab. 9 zeigt, dass die Ergebnisse nicht signifikant unterschiedlich vom Zufallsniveau von 50% sind. Die p-Werte von Salma und Edie veranschaulichen, dass die Ergebnisse dieser Hunde einen signifikanten Unterschied zum Zufallsniveau aufweisen und höchst signifikant unterschiedlich zum Schwellenwert sind. Abb. 23 zeigt die Standardabweichungen der Wahlen aller Hunde vom Median und die gehäuft auftretenden Outliers und Extremes. Auffällig ist auch, dass Blue siebenmal nach der getroffenen Wahl zu dem anderen Gesicht gependelt ist. Bei Edie trat dieses Verhalten zehnmal auf und bei Cora einmal.

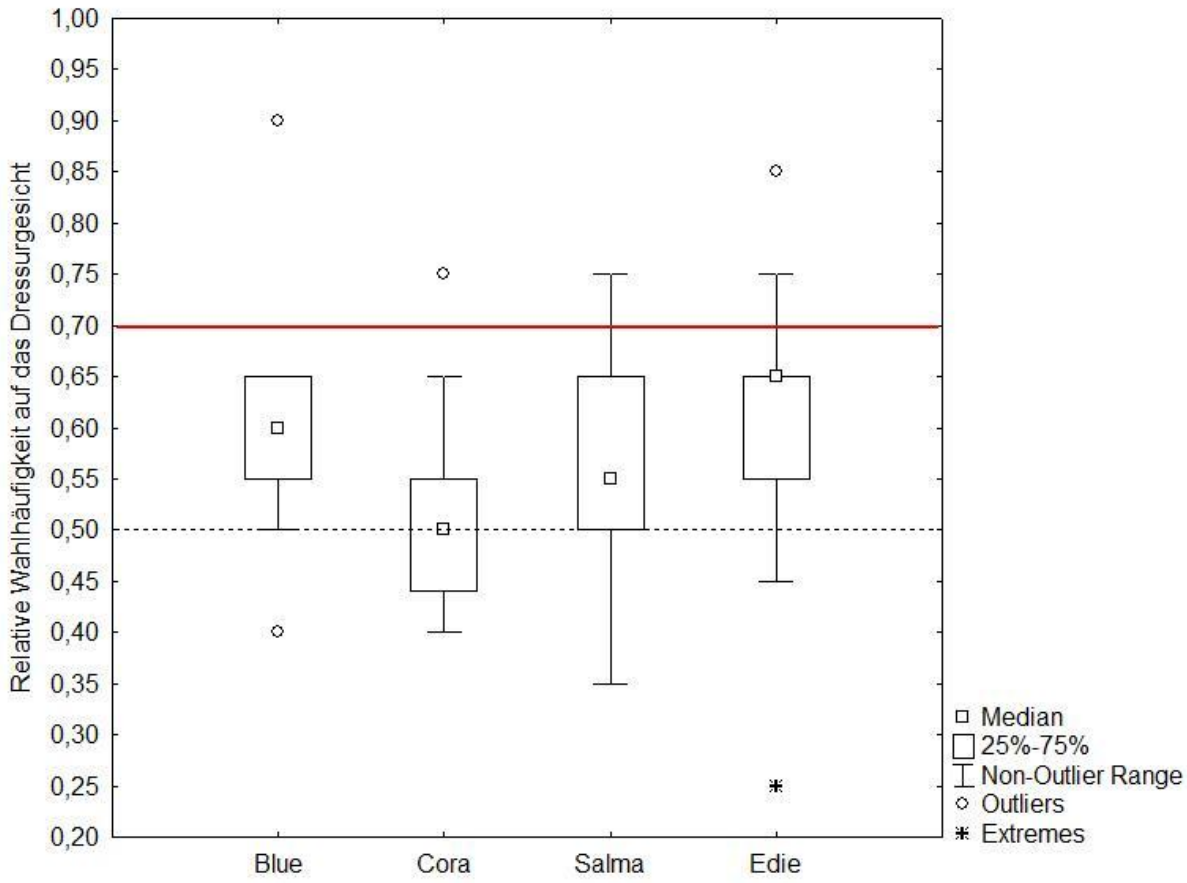


Abb. 23: Relative Wahlhäufigkeit aller Hunde auf das DG mit Standardabweichung, Mittelwert, Outliers und Extremes in der Versuchsreihe: 180° gedrehte Gesichter (DG gegen G4).

3.4.2 Kontrollversuch DG gegen G3: Belohnung wie im Test mit den umgedrehten Gesichtern

Diese Versuchsreihe diente dazu herauszufinden, ob es einen Zusammenhang zwischen dem Wahlverhalten und der Art der Bestätigung gibt. Zu diesem Zweck bekamen Blue und Salma nach der Versuchsreihe mit den um 180° gedrehten Gesichtern erneut das Dressurgesicht und das Gesicht 3 in aufrechter Stellung präsentiert. Die Art der Belohnung wurde jedoch genauso wie in der Testreihe mit den umgedrehten Gesichtern gehandhabt.

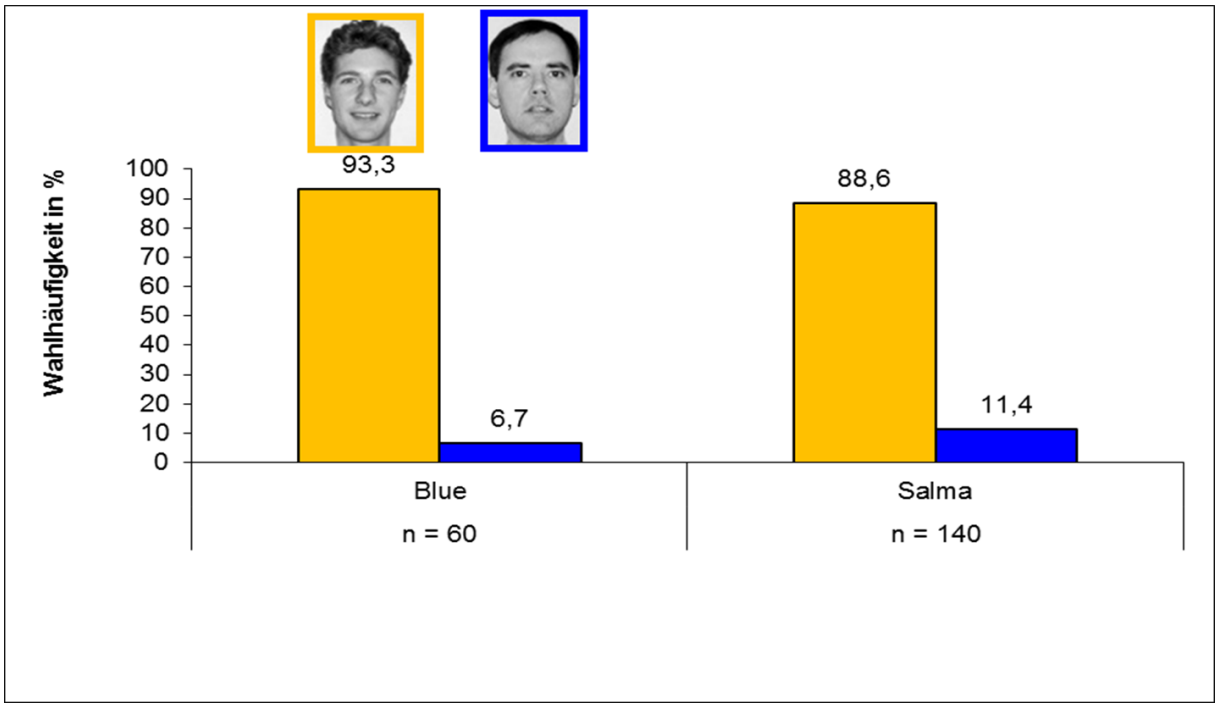


Abb. 24: Wahlverhalten von Blue und Salma in der Versuchsreihe: DG gegen G3 (Belohnung wie umgedrehte Gesichter).

Aufgrund der Ergebnisse in Abb. 24 kann gefolgert werden, dass die Art der Bestätigung für Blue und Salma keine Rolle spielte, wenn sie in der Lage waren, die beiden Gesichter auseinander zu halten. Obwohl es keine Belohnung mit Clicker und Futter gab, lief Blue das Dressurgesicht mit einer Wahlhäufigkeit von 93,3% an. Bei Salma ist die Wahl des Dressurgesichts mit 88,4% etwas geringer.

Tab. 10: p-Werte des t-Tests für einzelne Stichproben. Getestet wurden die Mittelwerte von Salma gegen 0,5 (50%) und 0,7 (70%). Blues Datensatz war für die statistische Auswertung zu gering. Versuchsreihe: DG gegen G3 Belohnung wie 180° gedrehte Gesichter.

DG gegen G3 Belohnung wie 180° gedrehte Gesichter; Test gegen 0,5			DG gegen G3 Belohnung wie 180° gedrehte Gesichter; Test gegen 0,7		
Versuchstier	p-Wert	Test	Versuchstier	p-Wert	Test
Blue		keine Test möglich	Blue		keine Test möglich
Salma	0,000002	t-Test	Salma	0,000117	t-Test

Die p-Werte von Salma zeigen, dass die Ergebnisse höchst signifikante Unterschiede zum Zufallsniveau und zum Schwellenwert aufweisen (Tab. 10). Die Standardabweichungen vom Mittelwert reichen von 77% bis 99% und sind damit deutlich über dem Schwellenwert. Blues Daten konnten nicht statistisch ausgewertet werden, da der Datensatz zu gering ist.

3.4.3 Dressurgesicht gegen Gesicht 3: 35% verkleinert

In der nächsten Versuchsreihe wurden das Dressurgesicht und das Gesicht 3 um 35% verkleinert. Die Belohnung erfolgte nach jeder Berührung des Dressurgesichts.

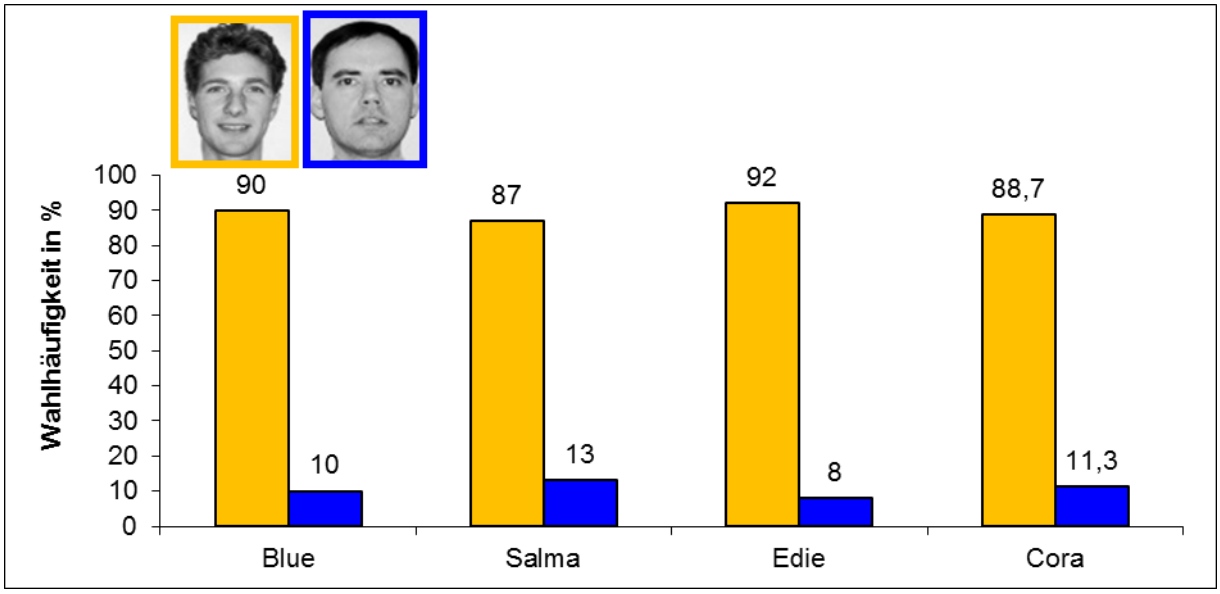


Abb. 25: Wahlverhalten aller Hunde in der Versuchsreihe: Dressurgesicht gegen G3, beide 35% verkleinert.

Die Ergebnisse in Abb. 25 zeigen bei allen Hunden, dass die Wahlhäufigkeit auf den Vergleichsreiz sehr gering ausfällt. Edie wählte mit 8% das G3 am seltensten und Salma mit 13% am häufigsten. Cora hat bei dieser Versuchsreihe nur 150 Wahlen getroffen, dennoch weichen ihre Ergebnisse mit 88,7% Wahlen auf den Dressurstimulus keineswegs von denen der anderen Hunde ab. Blue wählte zu 90% das Dressurgesicht und lediglich 10% der Wahlen fielen auf den Vergleichsreiz.

Tab. 11: p-Werte des t-Tests für einzelne Stichproben. Getestet wurden die Mittelwerte/Mediane der aufgeführten Hunde gegen 0,5 (50%) und 0,7 (70%). Versuchsreihe: DG gegen G3, beide 35% verkleinert.

DG+G3 35% verkleinert Schwelle bei 50%			DG+G3 35% verkleinert Schwelle bei 70%		
Versuchstier	p-Wert	Test	Versuchstier	p-Wert	Test
Blue	0,000000	t-Test	Blue	0,000000	t-Test
Cora	0,000002	t-Test	Cora	0,000083	t-Test
Salma	0,000001	U-Test	Salma	0,000001	U-Test
Edie	0,000000	t-Test	Edie	0,000000	t-Test

Die p-Werte in Tab. 11 zeigen, dass die Ergebnisse aller Hunde höchst signifikant unterschiedlich sowohl zum Zufallsniveau von 50%, als auch zu dem Schwellenwert von 70% sind, was die Unterscheidungsfähigkeit nochmals unterstreicht. Abb. 26 zeigt, dass keine Outliers und Extrems aufgetreten sind und somit alle Wahlen in dieser Versuchsreihe innerhalb der Standardabweichungen stattgefunden haben.

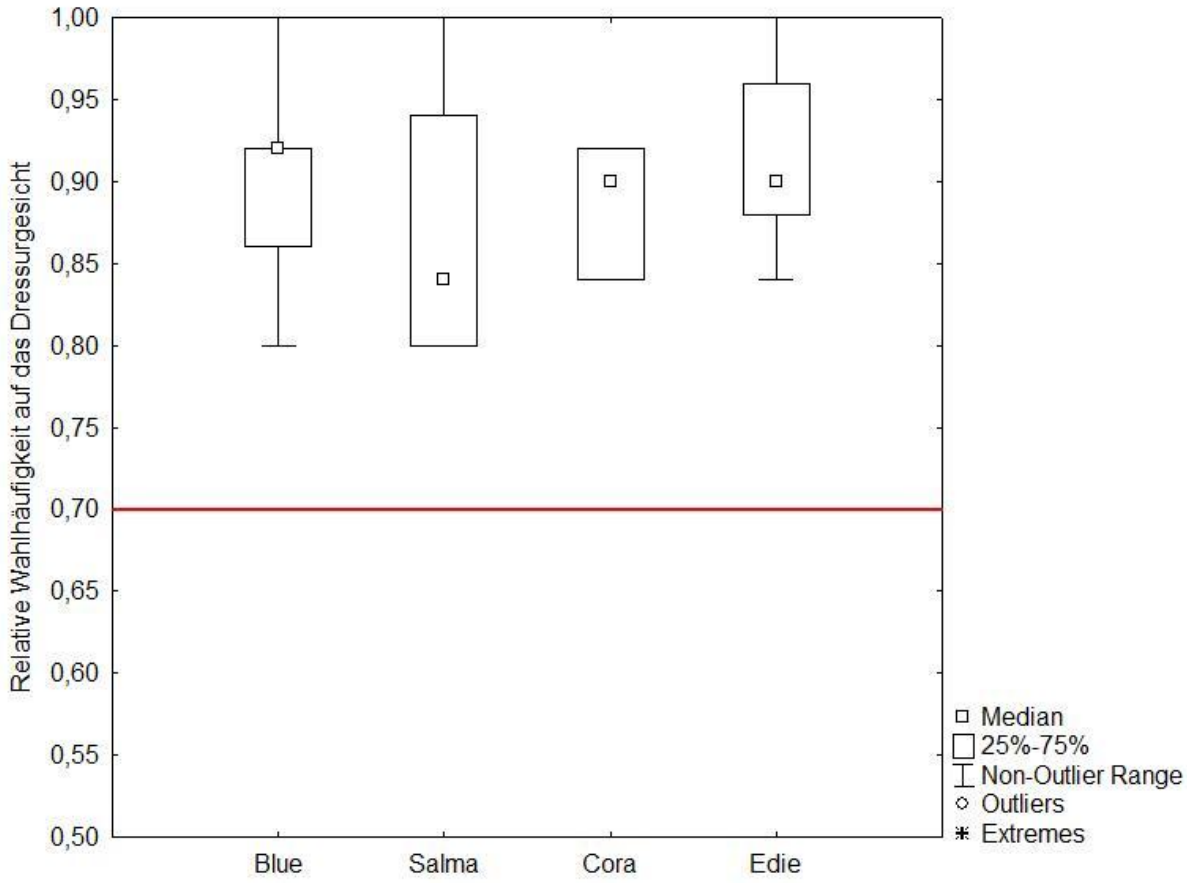


Abb. 26: Relative Wahlhäufigkeit aller Hunde auf das DG mit Standardabweichung, Mittelwert, Outliers und Extremes in der Versuchsreihe: Dressurgesicht gegen Gesicht 3, beide 35% verkleinert.

3.4.4 Dressurgesicht gegen Gesicht 3: 50% verkleinert

In der nächsten Versuchsreihe soll herausgefunden werden, ob sich die Unterscheidungsfähigkeit der Hunde mit stetiger Verkleinerung der Gesichter verschlechtert. Dazu wurden die Testbilder um weitere 15%, also insgesamt um 50% verkleinert. Die Belohnung erfolgt weiterhin auf die Wahl des Dressurgesichts, mithilfe des Clickers und anschließender Futtergabe. Cora konnte aus zeitlichen Gründen an den folgenden Versuchsreihen nicht teilnehmen.

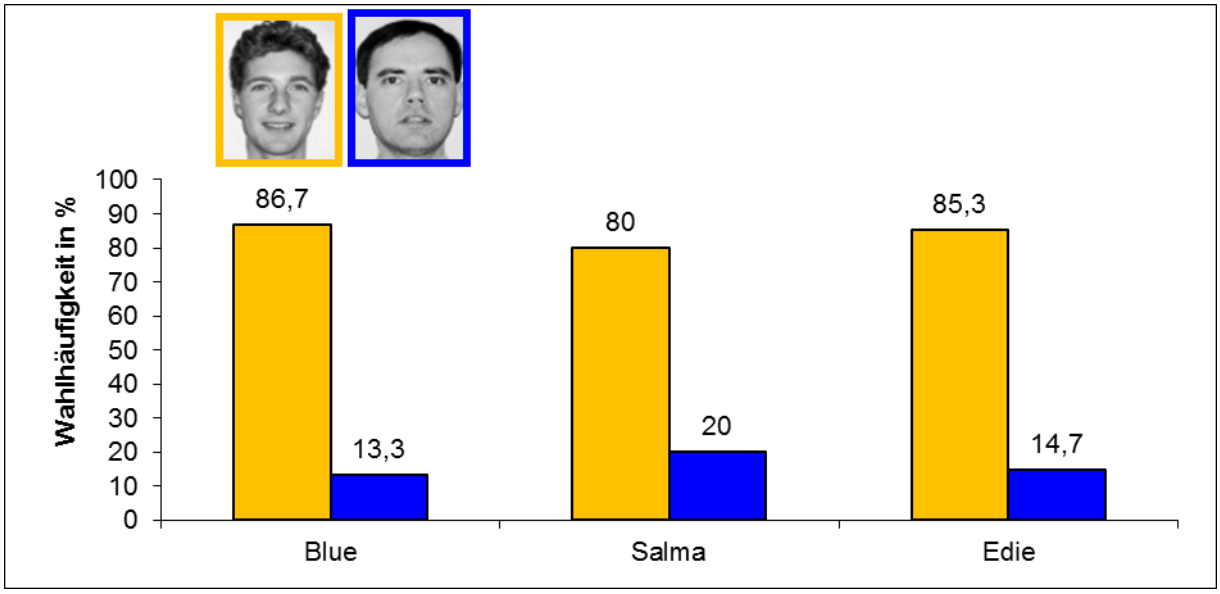


Abb. 27: Wahlverhalten aller Hunde in der Versuchsreihe: Dressurgesicht gegen G3, beide 50% verkleinert.

Die Ergebnisse in Abb. 27 zeigen auch hier wieder einheitliche Präferenzen aller Hunde. Blue wählte das Dressurgesicht mit einer Häufigkeit von 86,7%, Salma traf 80% richtige Wahlen und Edie lief zu 85,3% den Dressurstimulus an. Mit diesen Ergebnissen liegen alle drei Hunde deutlich über der Signifikanzgrenze von 70%.

Tab. 12: p-Werte des t-Tests für einzelne Stichproben. Getestet wurden die Mittelwerte/Mediane der aufgeführten Hunde gegen 0,5 (50%) und 0,7 (70%). Versuchsreihe: DG gegen G3, beide 50% verkleinert.

DG+G3 50% verkleinert Test gegen 0,5			DG+G3 50% verkleinert Test gegen 0,7		
Versuchstier	p-Wert	Test	Versuchstier	p-Wert	Test
Blue	0,000004	t-Test	Blue	0,000181	t-Test
Salma	0,002165	U-Test	Salma	0,002165	U-Test
Edie	0,000029	t-Test	Edie	0,001552	t-Test

Dies wird mit den p-Werten in Tab. 12 statistisch unterlegt, da die Ergebnisse aller Hunde hoch- bzw. höchst signifikant unterschiedlich sowohl zum Zufallsniveau, als auch zum Schwellenwert sind. Aufgrund der Daten, die bei Salma nicht normal-verteilt waren, wurden der t-Test bei Blue und Edie und der U-Test für Salmas Daten durchgeführt. Aufgrund dessen wurden die Standardabweichungen vom Median ermittelt. Hier liegen keine Ergebnisse außerhalb des Non-Outlier Range vor.

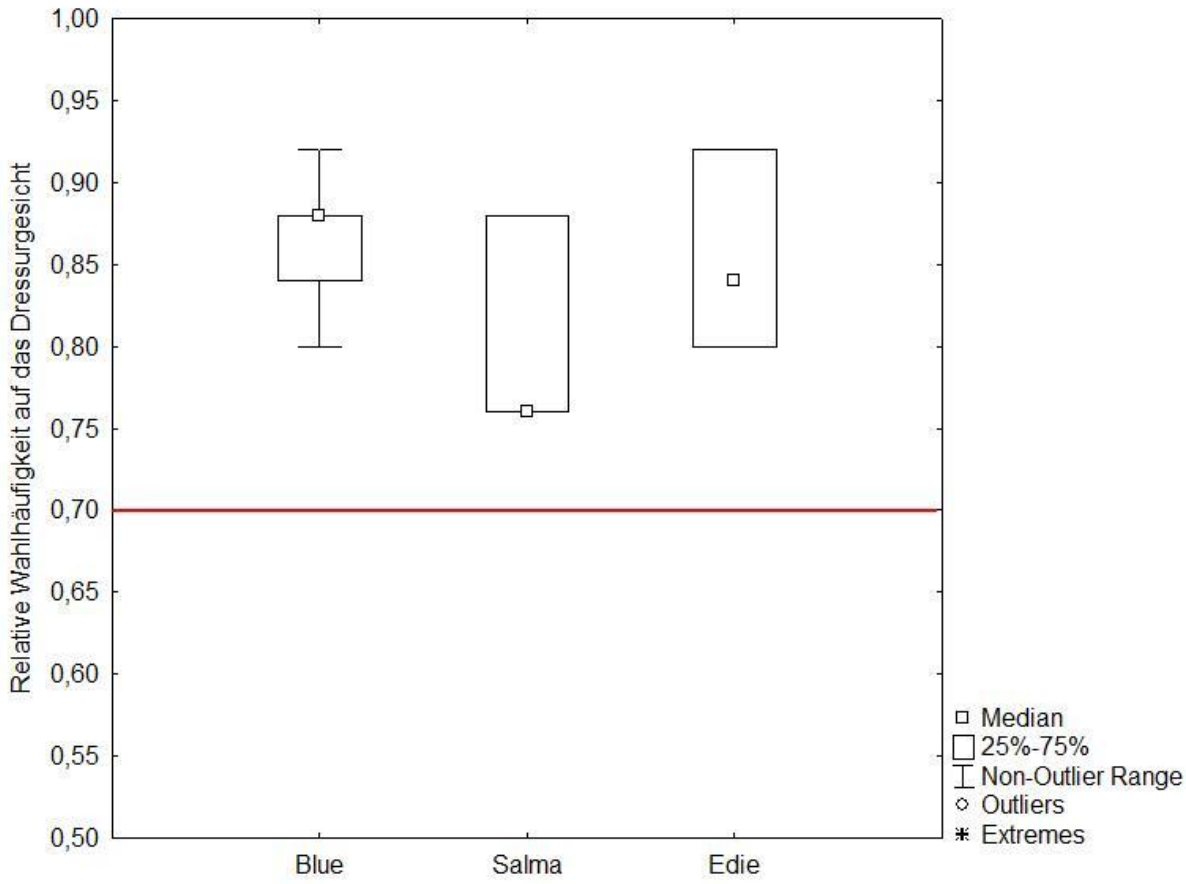


Abb. 28: Relative Wahlhäufigkeit aller Hunde auf das DG mit Standardabweichung, Mittelwert, Outliers und Extremes in der Versuchsreihe: Dressurgesicht gegen G3, beide 50% verkleinert.

3.4.5 Dressurgesicht gegen G3: 75% verkleinert

Aufgrund der immer noch guten Unterscheidungsfähigkeit in der zuvor durchgeführten Versuchsreihe wurden die folgenden Testbilder um weitere 25%, also insgesamt 75% verkleinert.

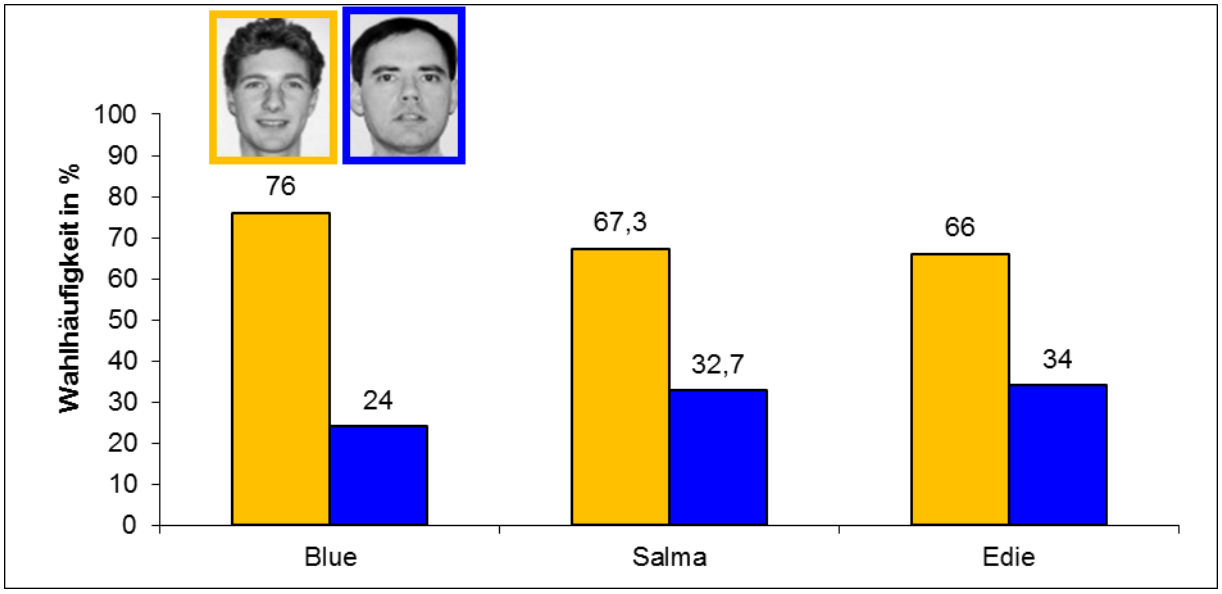


Abb. 29: Wahlverhalten aller Hunde in der Versuchsreihe: Dressurgesicht gegen Gesicht 3, beide 75% verkleinert.

Die Ergebnisse dieser Testreihe in Abb. 29 verdeutlichen, dass im Vergleich zu den beiden vorherigen Testreihen der Vergleichsreiz von allen Hunden vermehrt angelaufen wurde, obwohl auch in diesem Test die Belohnung nach jeder Berührung des Dressurgesichts erfolgte.

Tab. 13: p-Werte des t-Tests für einzelne Stichproben. Getestet wurden die Mittelwerte der aufgeführten Hunde gegen 0,5 (50%) und 0,7 (70%).
Versuchsreihe: DG gegen G3, beide 75% verkleinert.

DG+G3 75% verkleinert Test gegen 0,5			DG+G3 75% verkleinert Test gegen 0,7		
Versuchstier	p-Wert	Test	Versuchstier	p-Wert	Test
Blue	0,000630	t-Test	Blue	0,140229	t-Test
Salma	0,002054	t-Test	Salma	0,613060	t-Test
Edie	0,005219	t-Test	Edie	0,290624	t-Test

Tab. 13 zeigt die p-Werte von Salma und Edie und daran ist zu erkennen, dass die Ergebnisse der Hunde in dieser Versuchsreihe hoch signifikant und die Werte von

Blue sogar höchst signifikant unterschiedlich zum Zufallsniveau von 50% sind. Die Ergebnisse aller Hunde unterscheiden sich jedoch vom Schwellenwert von 70% nicht signifikant, was durch die p-Werte in Tab. 13 deutlich wird. Die Standardabweichungen in Abb. 30 verdeutlichen nochmal die Streuung der Daten um den Mittelwert, der bei Salma und Edie unter der Schwelle von 70% liegt.

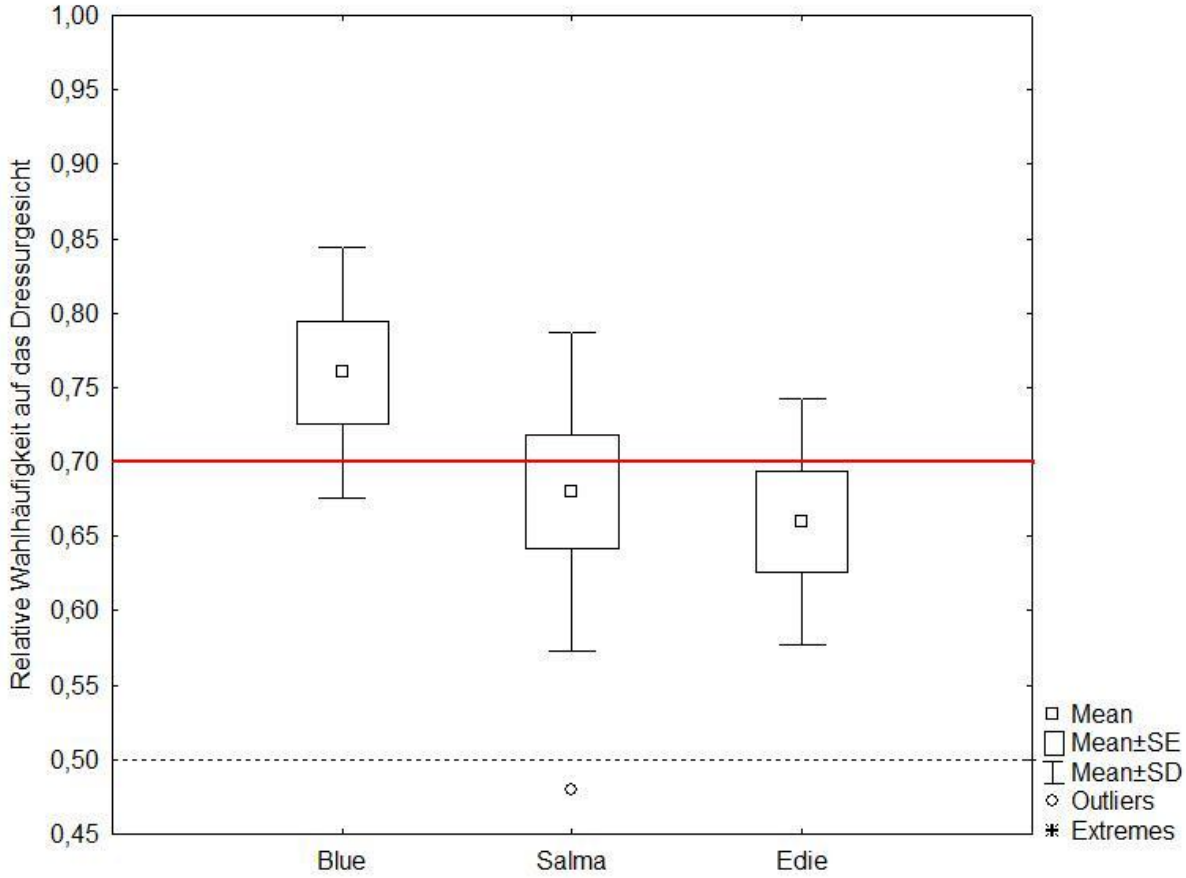


Abb. 30: Relative Wahlhäufigkeit aller Hunde auf das DG mit Standardabweichung, Mittelwert, Outliers und Extremes in der Versuchsreihe: Dressurgesicht gegen G3, beide 75% verkleinert.

3.5 Transfertests

Die folgenden Testreihen sollen zur Beantwortung der dritten Frage dienen, ob der Hund sich auf verschiedene Bereiche im menschlichen Gesicht konzentriert bzw. nur auf bestimmte Gesichtspartien achtet. Dazu wurde den Gesichtern zunächst die Fläche des Gesichts mit grauer Farbe verdeckt, so dass die Hunde nur die Haare und Ohren als Unterscheidungsmerkmale sehen konnten. Anschließend wurden den Gesichtern die Haare und Ohren entfernt, so dass ein quadratischer, bzw. ovaler Bereich des Gesichts als Reiz diente. In den dann folgenden Test-

reihen wurden die Haare des Dressurgesichts mit dem Gesicht von G3 kombiniert und die Haare von G2 mit dem Dressurgesicht. Da die Haare sich ähneln, wurden in der letzten Testreihe die Haare von dem Dressurgesicht mit dem Gesicht von G3 kombiniert und als Vergleichsreiz dient ein Kopf mit den Haaren von G3 und dem Dressurgesicht. In diesen Tests wurden die Hunde nicht belohnt. Um einen Motivationsverlust zu verhindern, bekamen alle Hunde ein Futterstück, bevor sie das Kommando „OK“ erhielten, also vor dem Starten. Zudem wurden den Hunden nach Beendigung des Durchgangs mehrmals das Dressurgesicht und ein Vergleichsreiz gezeigt und auf das Dressurgesicht mit Clicker und Futter belohnt. Pro Versuchsreihe traf jeder Hund 150 Wahlen.

3.5.1 Bilder mit homogen grauer Gesichtsfläche (DG gegen G2)

In der folgenden Versuchsreihe mussten die Hunde zwischen zwei Bildern differenzieren, bei denen sich lediglich die Haare und Ohren unterschieden. Die Gesichtsfläche wurde grau unterlegt. Eine Belohnung erfolgte nicht, stattdessen bekamen die Hunde vor jedem Starten ein Stück Futter, um einen Motivationsverlust zu verhindern. In dieser Versuchsreihe wurde das Gesicht 2 als Vergleichsreiz gewählt, da die Haare und die Kopfform dieses Bildes, im Vergleich zu den anderen Testbildern, den Haaren des Dressurgesichts am ähnlichsten sind.

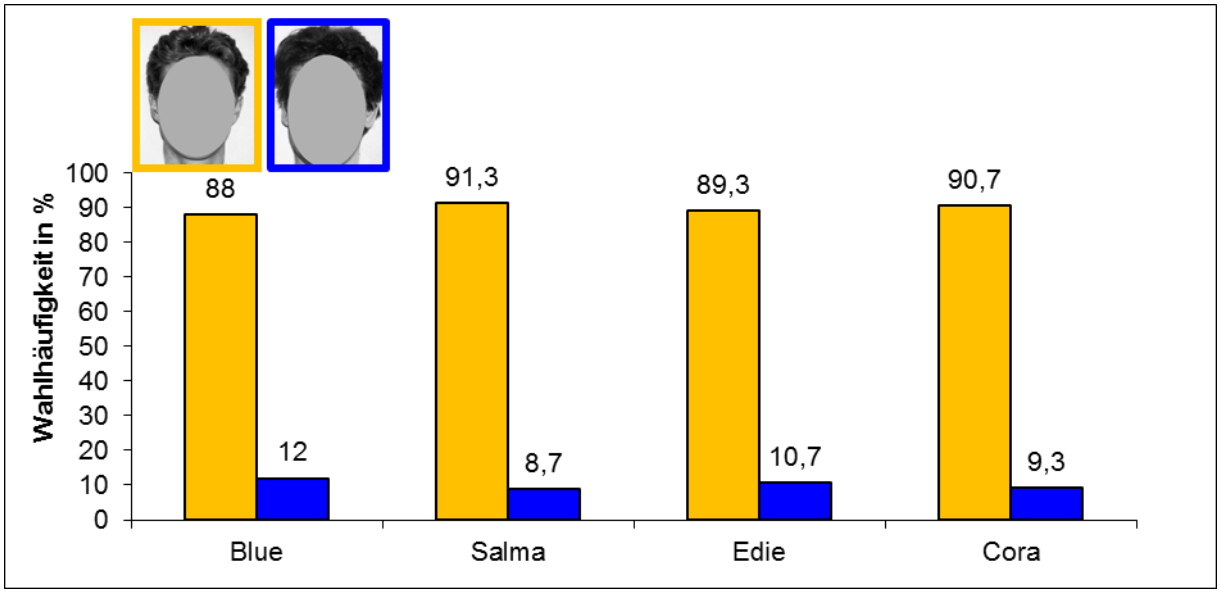


Abb. 31: Wahlverhalten aller Hunde in der Versuchsreihe: Gesichter mit homogen grauer Gesichtsfläche (DG gegen G2).

Das Wahlverhalten der vier Hunde ist auch in dieser Testreihe ähnlich. Abb. 31 zeigt die prozentuale Wahlhäufigkeit auf die Haare des Dressurgesichts die zwischen 88% (Blue) und 91,3% (Salma) liegt. Die Ergebnisse von Edie und Cora liegen bei 89,3% und 90,7% und sind somit höchst signifikant unterschiedlich zum Schwellenwert von 70%, was die p-Werte in Tab. 14 belegen.

Tab. 14: p-Werte des t-Tests für einzelne Stichproben. Getestet wurden die Mittelwerte der aufgeführten Hunde gegen 0,5 (50%) und 0,7 (70%).
Versuchsreihe: Gesichter mit homogen grauer Gesichtsfläche.

Gesichter mit homogen grauer Gesichtsfläche; Test gegen 0,5			Gesichter mit homogen grauer Gesichtsfläche; Test gegen 0,7		
Versuchstier	p-Wert	Test	Versuchstier	p-Wert	Test
Blue	0,000009	t-Test	Blue	0,000329	t-Test
Cora	0,000031	t-Test	Cora	0,000791	t-Test
Salma	0,000007	t-Test	Salma	0,000186	t-Test
Edie	0,000011	t-Test	Edie	0,000338	t-Test

Alle Hunde sind somit in der Lage die zwei abgeänderten Gesichter voneinander zu unterscheiden. Abb. 32 zeigt, dass die Streuung der Daten vom Mittelwert bei allen Hunden gering ausfällt.

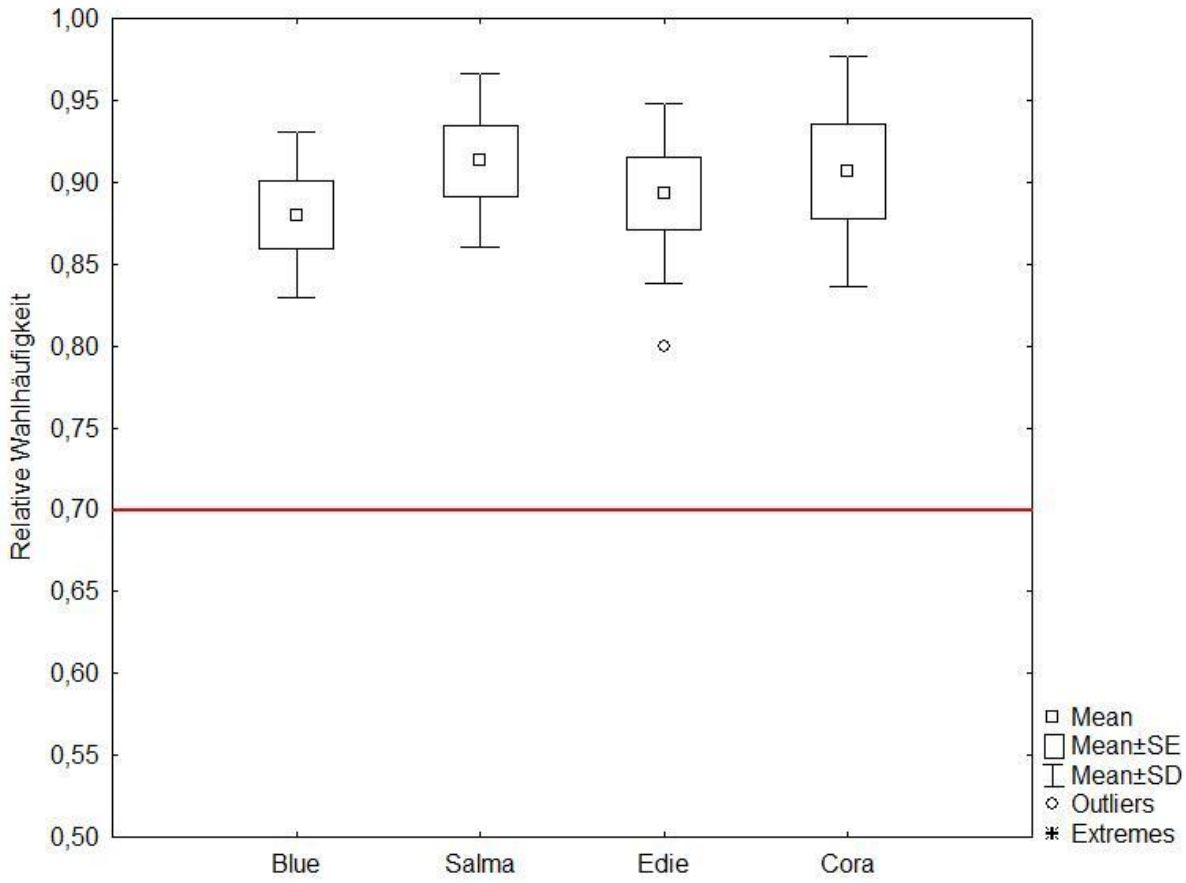


Abb. 32: Relative Wahlhäufigkeit aller Hunde auf die Haare des DG mit Standardabweichung, Mittelwert, Outliers und Extremes in der Versuchsreihe: Gesichter mit homogen grauer Gesichtsfläche (DG gegen G2).

3.5.2 Gesichter quadratisch ausgeschnitten (DG gegen G3)

Im Gegensatz zu der letzten Testreihe müssen die Hunde jetzt zwischen den Gesichtern ohne Haare und Ohren wählen. Beide Gesichter wurden als viereckiger Bildausschnitt präsentiert. Auch diese Versuche wurden, gleich den Vorherigen, ohne Belohnung durchgeführt. Das Gesicht 3 wurde in dieser und in den folgenden Versuchsreihen als Vergleichsreiz gewählt, da die Unterscheidungsfähigkeit in der 3. Versuchsreihe (Dressurgesicht gegen Gesicht 3) bei allen Hunden sehr deutlich war.

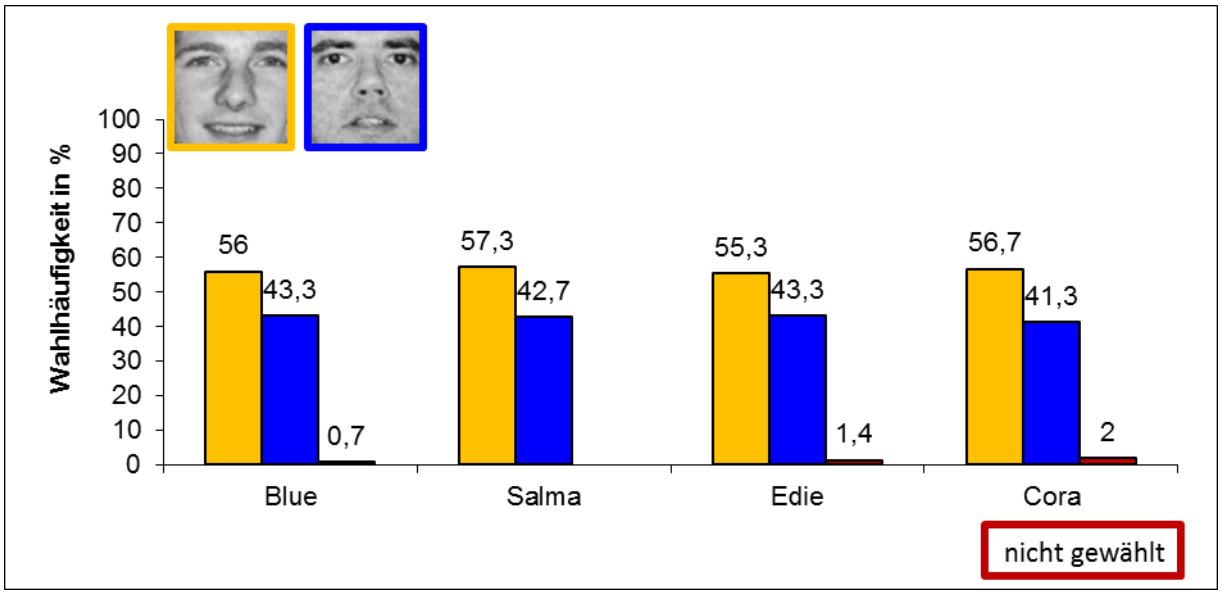


Abb. 33: Wahlverhalten aller Hunde in der Versuchsreihe: Gesichter quadratisch ausgeschnitten (DG gegen G3).

Das Wahlverhalten in diesem Test differiert deutlich zu der vorherigen Versuchsreihe. Abb. 33 verdeutlicht, dass Blue und Edie zu 43,3% den Vergleichsreiz anlaufen und sogar zeitweise das Anlaufen der Apparatur verweigern. Cora verweigert in dieser Testreihe ebenfalls mehrmals und wählt das Gesicht G3 mit einer Häufigkeit von 56,7% und Salma wählt das Gesicht G3 ohne Haare und Ohren zu 42,7%. Diese Ergebnisse in Abb. 33 zeigen, dass die Häufigkeit der Wahlen auf das Dressurgesicht näher am Zufallsniveau liegt als am Schwellenwert von 70%.

Tab. 15: p-Werte des t-Tests für einzelne Stichproben. Getestet wurden die Mittelwerte der aufgeführten Hunde gegen 0,5 (50%) und 0,7 (70%).
Versuchsreihe: Gesichter quadratisch ausgeschnitten.

Gesichter quadratisch ausgeschnitten Test gegen 0,5			Gesichter quadratisch ausgeschnitten Test gegen 0,7		
Versuchstier	p-Wert	Test	Versuchstier	p-Wert	Test
Blue	0,020238	t-Test	Blue	0,000546	t-Test
Cora	0,051376	t-Test	Cora	0,003781	t-Test
Salma	0,040310	t-Test	Salma	0,005105	t-Test
Edie	0,369310	t-Test	Edie	0,042169	t-Test

Dies wird durch die p-Werte in Tab. 15 nochmal unterlegt. Die Ergebnisse der Wahlen auf das DG von Cora und Edie sind nicht signifikant unterschiedlich zum Zufallsniveau, jedoch hoch signifikant (Cora) und signifikant (Edie) unterschiedlich

zur Schwelle. Blue und Salma weisen p-Werte auf die zeigen, dass die Ergebnisse signifikant unterschiedlich zum Zufallsniveau sind, sich jedoch hoch (Salma) und höchst signifikant (Blue) zum Schwellenwert unterscheiden. Daraus geht hervor, dass die Hunde nicht in der Lage sind die Gesichter voneinander zu unterscheiden. Dies wird auch durch die Mittelwerte und die Standardabweichungen in Abb. 34 deutlich.

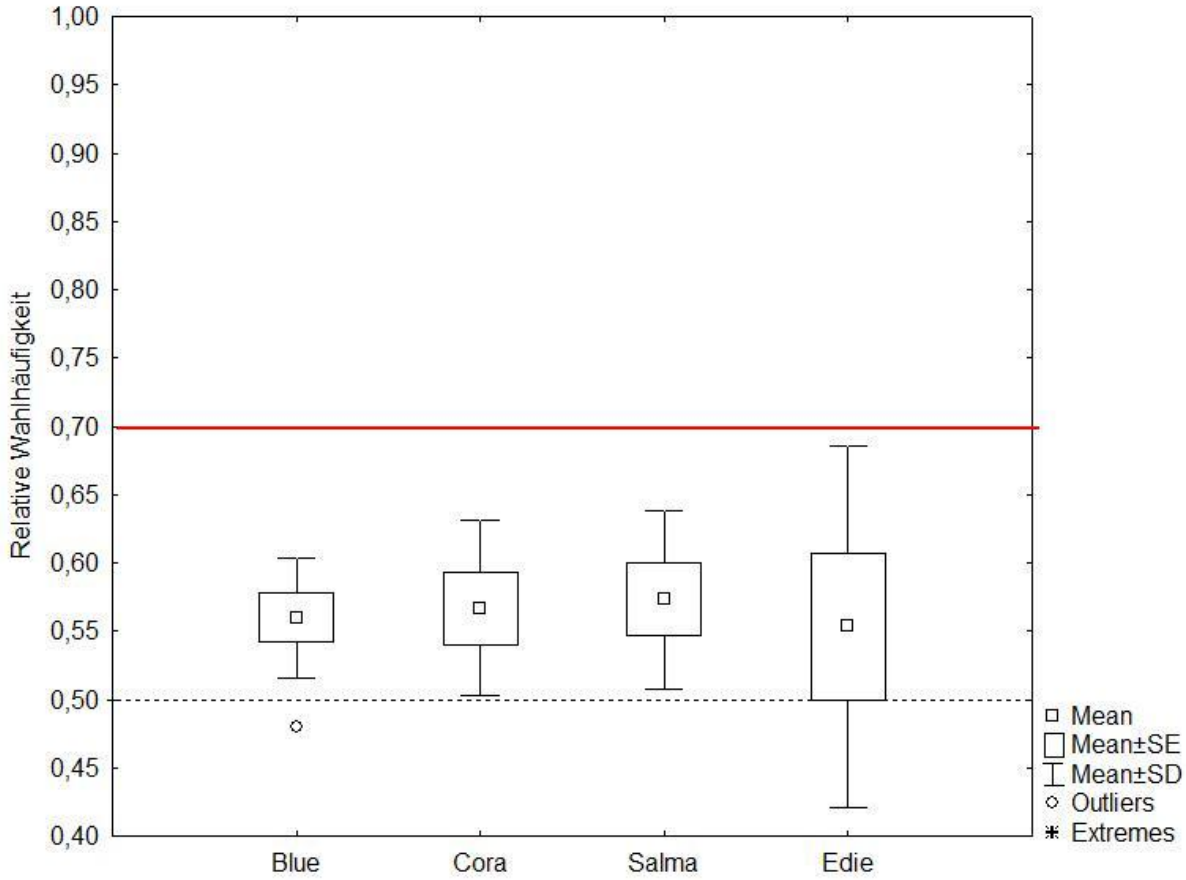


Abb. 34: Relative Wahlhäufigkeit aller Hunde auf das DG mit Standardabweichung, Mittelwert, Outliers und Extremes in der Versuchsreihe: Gesichter nur Gesicht quadratisch (Dressurgesicht gegen G3).

3.5.3 Gesichter oval ausgeschnitten (DG gegen G3)

In der folgenden Versuchsreihe sollte herausgefunden werden, ob die Ergebnisse aufgrund der quadratischen Form in dieser Weise ausgefallen sind. Dazu wurde das Gesicht oval ausgeschnitten, jedoch wie bereits in dem vorherigen Test, ohne Haare und Ohren präsentiert. Die Art der Bestätigung wird beibehalten.

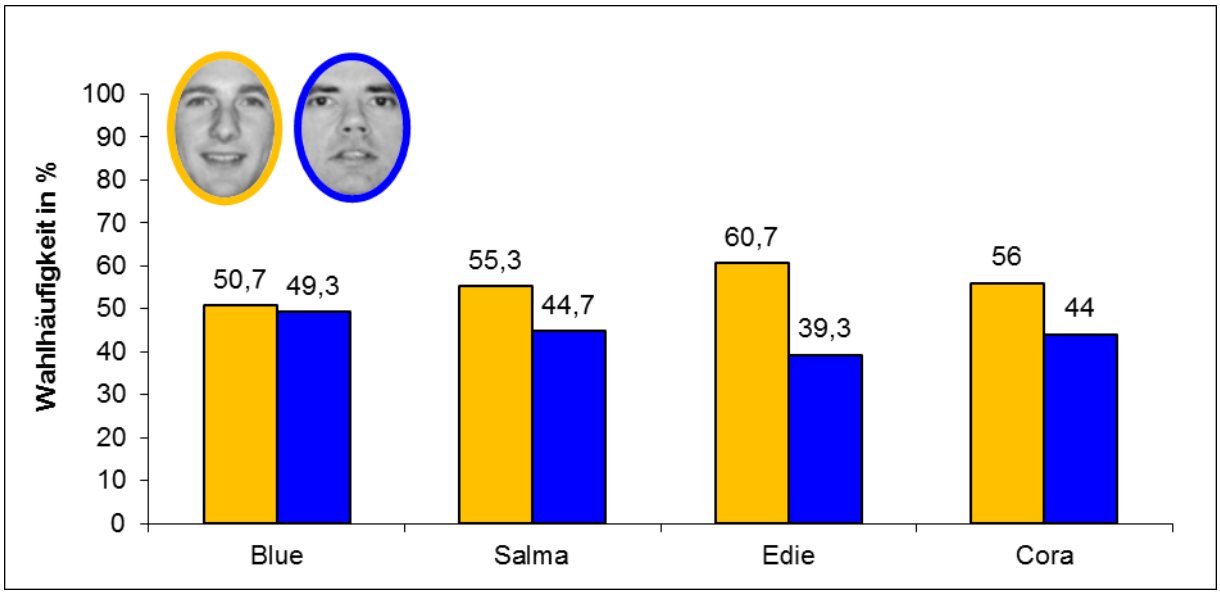


Abb. 35: Wahlverhalten aller Hunde in der Versuchsreihe: Gesichter oval ausgeschnitten (Dressurgesicht gegen G3).

Trotz der Veränderung der Gesichtsform sind die Ergebnisse in Abb. 35 ähnlich den Vorherigen ausgefallen. Blue wählte lediglich zu 50,7% das Dressurgesicht, Salma und Cora waren ein wenig besser mit 55,3% bzw. 56% und Edie lief das Dressurgesicht mit 60,7% am häufigsten an. Auch in dieser Testreihe liegen die Ergebnisse unter der Schwelle von 70%.

Tab. 16: p-Werte des t-Tests für einzelne Stichproben. Getestet wurden die Mittelwerte der aufgeführten Hunde gegen 0,5 (50%) und 0,7 (70%).
Versuchsreihe: Gesichter oval ausgeschnitten.

Gesichter oval ausgeschnitten Test gegen 0,5			Gesichter oval ausgeschnitten Test gegen 0,7		
Versuchstier	p-Wert	Test	Versuchstier	p-Wert	Test
Blue	0,797104	t-Test	Blue	0,000534	t-Test
Cora	0,048362	t-Test	Cora	0,001763	t-Test
Salma	0,231926	t-Test	Salma	0,013430	t-Test
Edie	0,037125	t-Test	Edie	0,056727	t-Test

Die p-Werte in Tab. 16 zeigen, dass die Wahlhäufigkeit auf das DG in dieser Versuchsreihe bei Blue und Salma nicht signifikant unterschiedlich zum Zufallsniveau, jedoch signifikant (Salma) und höchst signifikant unterschiedlich (Blue) zur Schwelle von 70% (Tab. 16) ist. Die Werte der Wahlen von Cora und Edie sind signifikant unterschiedlich zum Zufallsniveau und Coras Werte sind auch hoch signifikant unterschiedlich zur Schwelle. Bei Edie sind die Ergebnisse nicht

signifikant unterschiedlich zur Schwelle von 70%. Auch hier verdeutlichen die Standardabweichungen, die in Abb. 36 dargestellt sind, die Verteilungen des Wahlverhaltens aller Hunde. Wie in der vorherigen Versuchsreihe ist festzustellen, dass die Mittelwerte von Blue, Cora und Salma näher am Zufallsniveau gelagert sind als an der Schwelle. Edies Mittelwert zeigen hingegen eine Tendenz zur Schwelle von 70% und ein Outlier liegt sogar über der Schwelle von 70%. Da alle Mittelwerte unterhalb der Schwelle von 70% liegen kann die Aussage getroffen werden, dass es keinem Hund möglich war die Gesichter dieser Testreihe zu unterscheiden.

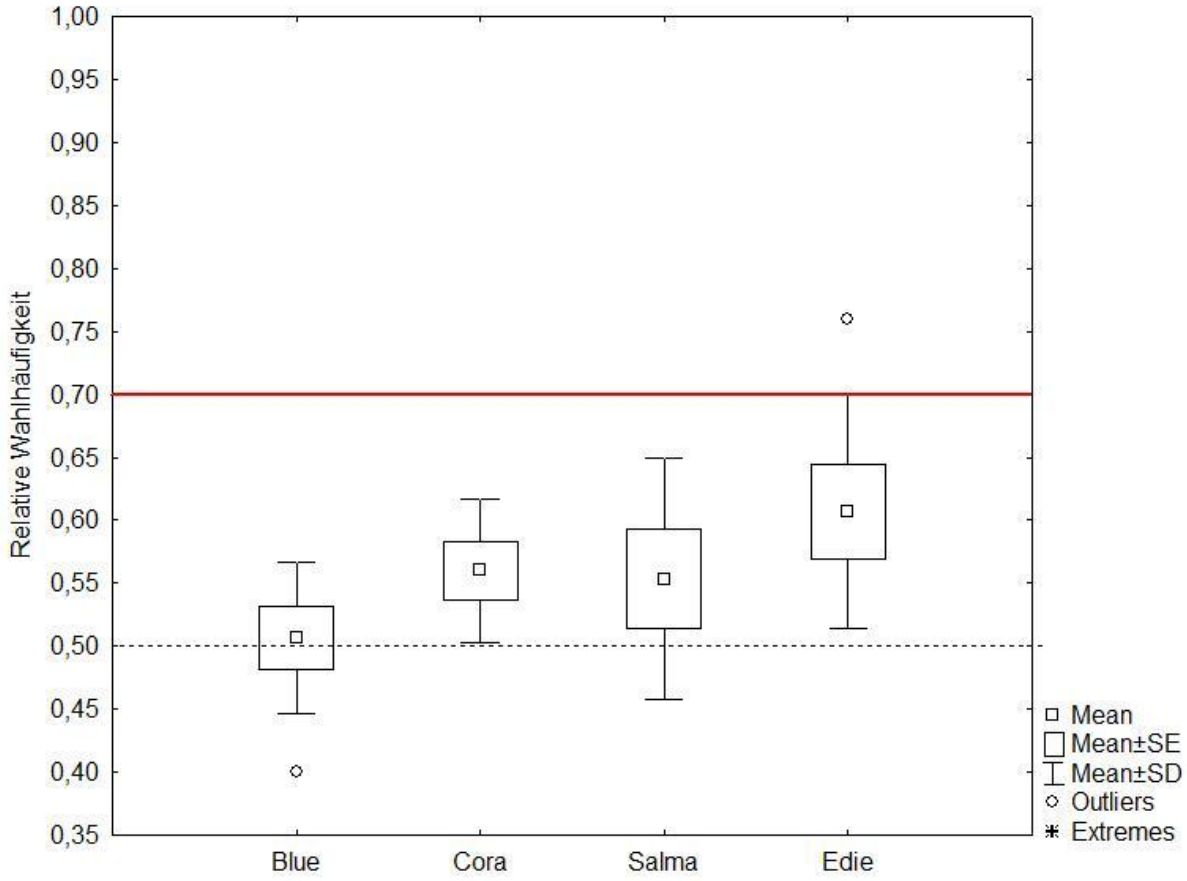
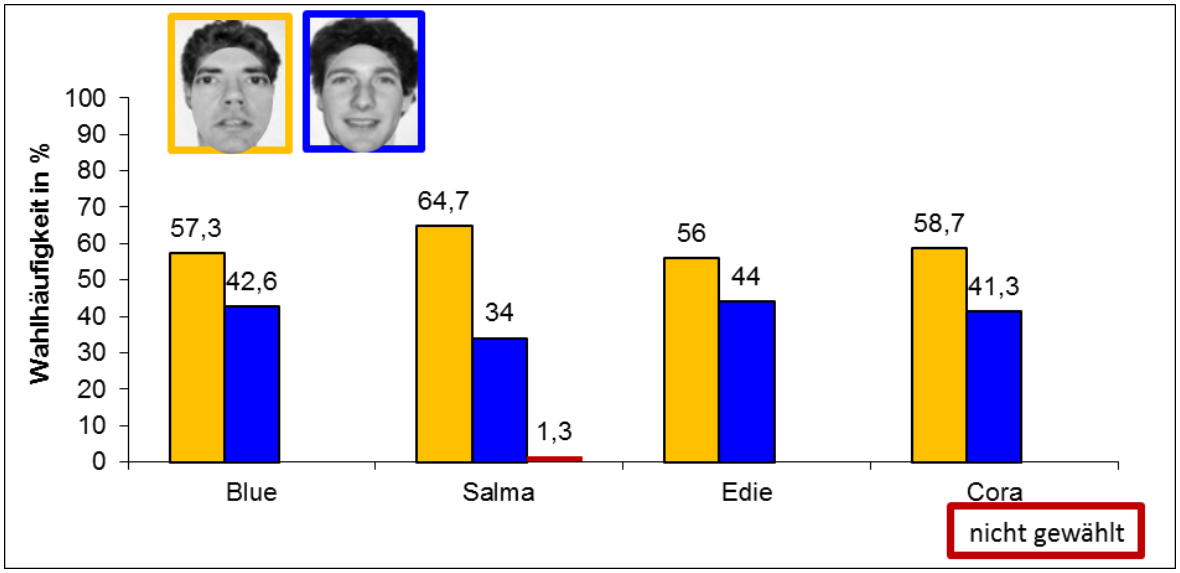


Abb. 36: Relative Wahlhäufigkeit aller Hunde auf das DG mit Standardabweichung, Mittelwert, Outliers und Extremes in der Versuchsreihe: Gesichter nur Gesicht oval (DG gegen G3).

3.5.4 Kombinierte Gesichter mit ähnlichen Haarfrisuren (Gesicht DG + Haare G2 gegen Gesicht G3 + Haare DG)

Aufgrund der zuvor erhaltenen Ergebnisse sollen die folgenden Versuche zeigen, ob sich die Hunde auch dann nur auf die Haare und Ohren konzentrieren, wenn die Haare und Gesichter untereinander kombiniert werden. Zunächst wurden die Frisuren ausgewählt, die sich am ähnlichsten sind, jedoch mit grauer Gesichtsfläche für die Hunde problemlos unterscheidbar waren. Somit wurden Gesichter zusammengestellt, die zum Einen die Haare von dem Dressurgesicht und das oval ausgeschnittene Gesicht von Gesicht 3 aufwiesen und zum Anderen wurde den Haaren von Gesicht 2 das oval ausgeschnittene Gesicht des Dressurgesichts zugeordnet. Das Gesicht von G3 wurde gewählt, da es bereits in den vorherigen Versuchsreihen als Vergleichsreiz diente und für Menschen deutlich vom Dressurgesicht differiert. Die Art der Futtergabe wurde beibehalten.



,

Abb. 37: Wahlverhalten aller Hunde in der Versuchsreihe: Kombinierte Gesichter mit ähnlichen Haarfrisuren: Gesicht DG + Haare G2 (blau) gegen Gesicht G3 + Haare DG (gelb).

Abb. 37 zeigt, dass die Hunde das Gesicht G3 mit den Haaren des Dressurgesichts etwas häufiger wählten. Die Werte liegen in diesem Test zwischen 56% (Edie) und 64,7% (Salma). Blue und Cora liegen mit 57,3% und 58,7%

dazwischen. Die Wahlen auf das Gesicht des Dressurgesichts liegen zwischen 34% und 44%.

Tab. 17: p-Werte des t-Tests für einzelne Stichproben. Getestet wurden die Mittelwerte der aufgeführten Hunde gegen 0,5 (50%) und 0,7 (70%).
Versuchsreihe: kombinierte Gesichter mit ähnlichen Haarfrisuren.

kombinierte Gesichter ähnliche Haare Test gegen 0,5			kombinierte Gesichter ähnliche Haare Test gegen 0,7		
Versuchstier	p-Wert	Test	Versuchstier	p-Wert	Test
Blue	0,161213	t-Test	Blue	0,036303	t-Test
Cora	0,124206	t-Test	Cora	0,060576	t-Test
Salma	0,083692	t-Test	Salma	0,468690	t-Test
Edie	0,306188	t-Test	Edie	0,044968	t-Test

Die p-Werte in Tab. 17 zeigen für alle Hunde, dass die Ergebnisse dieser Testreihe keine signifikanten Unterschiede zum Zufallsniveau von 50% aufweisen. Der Unterschied zum Schwellenwert von 70% ist bei Blues und Edies Ergebnissen signifikant, bei Cora und Salma hingegen nicht. Allerdings ist der signifikante Unterschied der Ergebnisse von Cora zum Zufallsniveau geringer als zur Schwelle. Bei Salma ist es genau umgekehrt. So wie auch in der vorherigen Versuchsreihe ist es den Hunden nicht möglich die Gesichter zu diskriminieren. Dies wird durch die Mittelwerte, die bei allen Hunden unter 70% liegen, in Abb. 38 deutlich. Die Standardabweichungen vom Mittelwert reichen bei allen Hunden unter das Zufallsniveau.

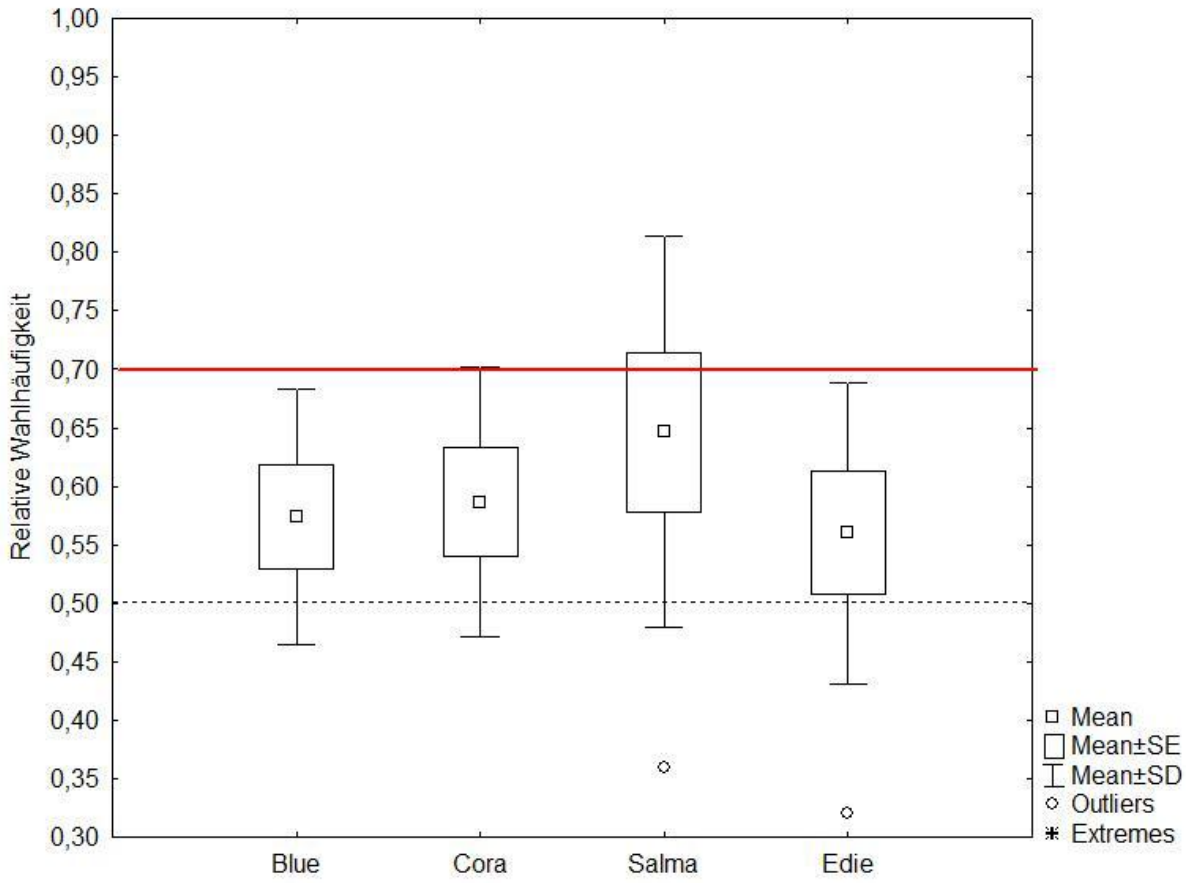


Abb. 38: Relative Wahlhäufigkeit aller Hunde auf die Haare des DG mit Standardabweichung, Mittelwert, Outliers und Extremes in der Versuchsreihe: Kombinierte Gesichter mit ähnlichen Haarfrisuren (Gesicht DG + Haare G2 gegen Gesicht G3 + Haare DG).

3.5.5 Kombinierte Gesichter mit unterschiedlichen Haarfrisuren (Gesicht DG + Haare G3 gegen Gesicht G3 + Haare DG)

In dieser letzten Versuchsreihe wurden zum einen die Haare des Dressurgesichts mit dem oval ausgeschnittenen Gesicht von Gesicht 3 kombiniert (wie bereits in der vorherigen Versuchsreihe) und das zweite Testbild setzte sich aus den Haaren von Gesicht 3 und dem oval ausgeschnittenen Gesicht des Dressurgesichts zusammen. Die Haare des Gesichts 3 wurden ausgewählt, da diese eine sehr unterschiedliche Frisur im Vergleich zu dem Dressurgesichts aufweisen. Auch bei diesen Versuchen bekamen die Hunde ein Stück Futter vor jedem Anlaufen der Apparatur.

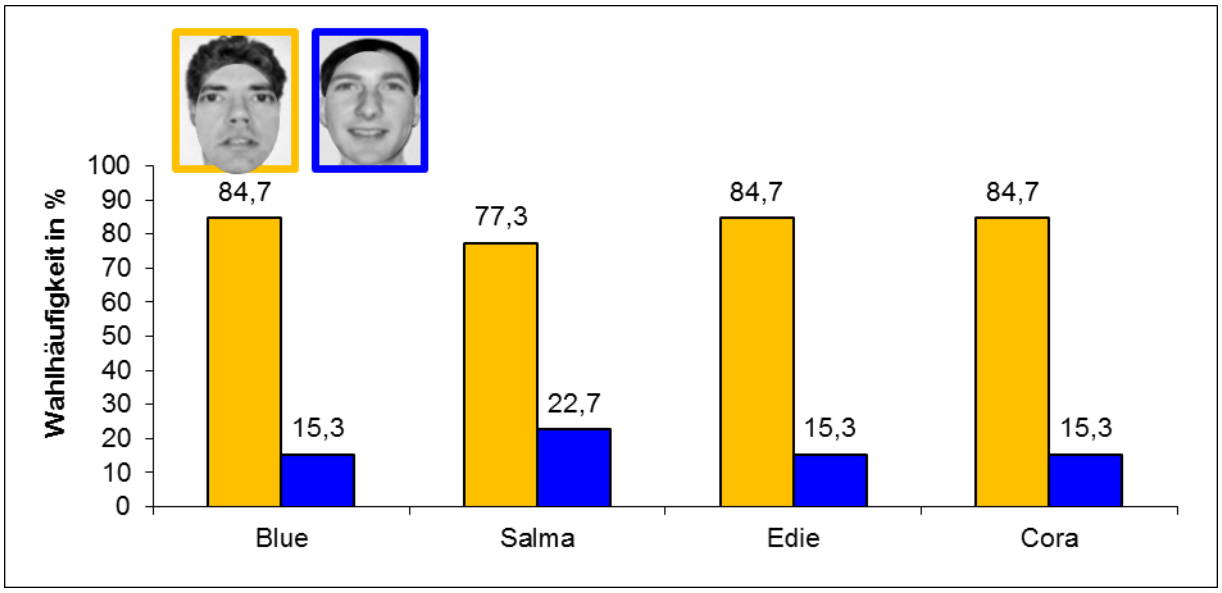


Abb. 39: Wahlverhalten aller Hunde in der Versuchsreihe: Kombinierte Gesichter mit unterschiedlichen Haarfrisuren (Gesicht DG + Haare G3 gegen Gesicht G3 + Haare DG).

Blue, Edie und Cora liefen in dieser Versuchsreihe zu 84,7% das Gesicht mit den Haaren des Dressurgesichts und dem Gesicht von G3 an. Bei Salma trafen 77,3% der Wahlen auf das Gesicht mit den Haaren des Dressurgesichts. Abb. 39 zeigt, dass das Testbild mit dem Gesicht des DG und den Haaren des G3 von den Hunden mit einer Wahlhäufigkeit von 15,3% bzw. 22,7% angelaufen wird.

Tab. 18: p-Werte des t-Tests für einzelne Stichproben. Getestet wurden die Mittelwerte der aufgeführten Hunde gegen 0,5 (50%) und 0,7 (70%).
Versuchsreihe: Kombinierte Gesichter mit unterschiedlichen Haarfrisuren.

kombinierte Gesichter unterschiedliche Haare; Test gegen 0,5			kombinierte Gesichter unterschiedliche Haare; Test gegen 0,7		
Versuchstier	p-Wert	Test	Versuchstier	p-Wert	Test
Blue	0,000009	t-Test	Blue	0,000596	t-Test
Cora	0,000111	t-Test	Cora	0,005695	t-Test
Salma	0,000152	t-Test	Salma	0,040310	t-Test
Edie	0,000308	t-Test	Edie	0,013430	t-Test

Die p-Werte in Tab. 18 zeigen, dass die Wahlen auf die Haare des DG bei allen Hunde höchst signifikant unterschiedlich zum Zufallsniveau von 50% sind. Zur Schwelle von 70% sind Salmas und Edies Wahlergebnisse signifikant unterschiedlich, die Ergebnisse von Cora weisen hoch signifikante Unterschiede zur Schwelle auf und Blue zeigt in diesem Test mit höchst signifikant

unterschiedlichen Wahlergebnissen zur Schwelle in Tab. 18 am deutlichsten die Fähigkeit die beiden präsentierten Gesichter voneinander zu unterscheiden.
Durch die Ergebnisse der Wahlen auf die DG Haare mit dem G3 Gesicht in Abb. 40 wird deutlich, dass die Mittelwerte aller Hunde konstant über dem Schwellenwert von 70% liegen und somit die Aussage getroffen werden kann, dass es allen Hunden möglich war die beiden Gesichter voneinander zu unterscheiden.

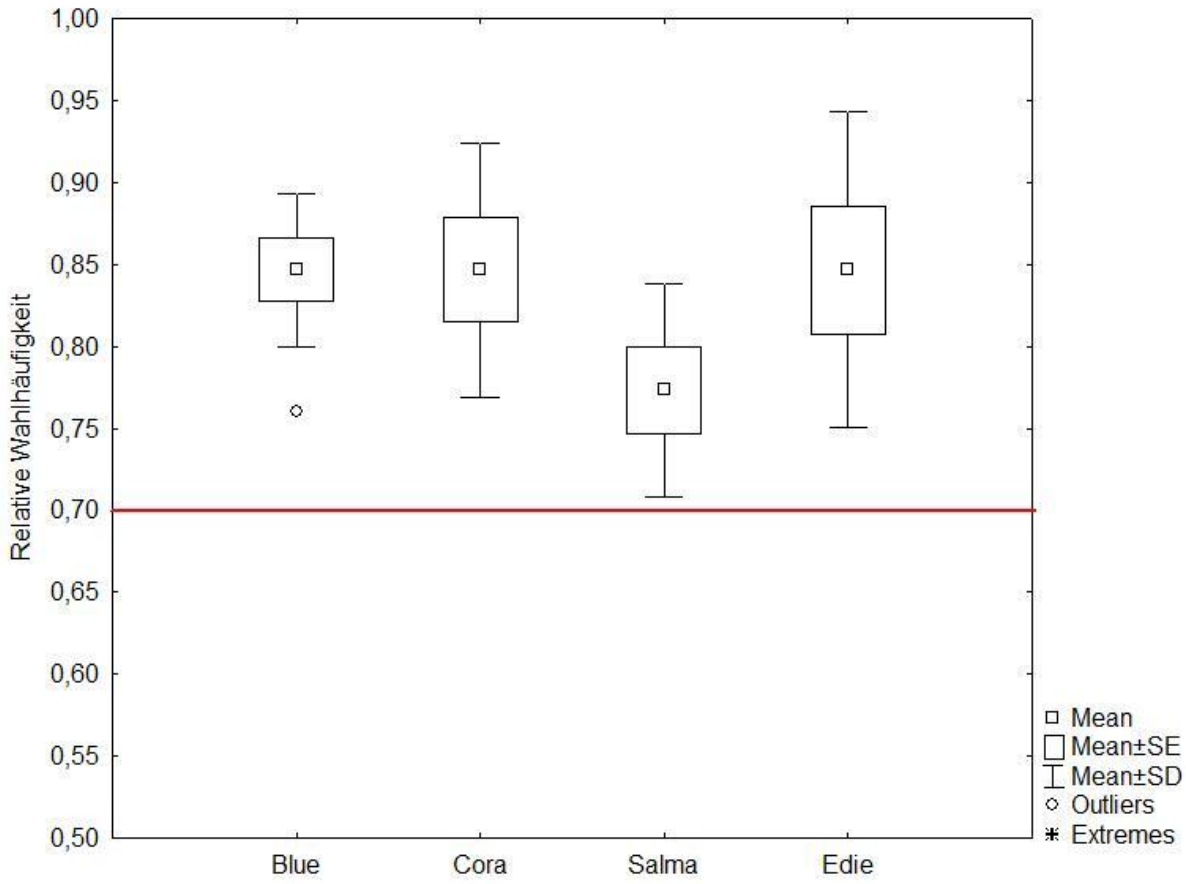


Abb. 40: Relative Wahlhäufigkeit aller Hunde auf die Haare des DG mit Standardabweichung, Mittelwert, Outliers und Extremes in der Versuchsreihe: Kombinierte Gesichter mit unterschiedlichen Haarfrisuren (Gesicht DG + Haare G3 gegen Gesicht G3 + Haare DG).

4 Diskussion

4.1 Mögliche Einflussfaktoren auf die Ergebnisse

In den durchgeführten Versuchen wurden die visuellen Leistungen von Hunden in einer den Hunden vertrauten Umgebung getestet. Dabei wurde darauf geachtet, die äußeren Faktoren, die den Hund beeinflussen könnten, so konstant wie möglich zu halten. So waren auch die Lichtverhältnisse im Versuchsraum konstant. Da das Futter der wichtigste Motivationsfaktor für die Hunde ist, wurden zwischendurch regelmäßig besondere Belohnungen beigemischt. In den einzelnen Versuchsreihen wurden alle Hunde mit dem gleichen Futter und gelegentlich besonderen Leckereien belohnt. Somit waren in den gesamten Versuchen die Hunde motiviert und auch in schweren Versuchsreihen, in denen es keine Belohnung nach dem Anlaufen des Bildes gab, haben die Tiere gut gearbeitet. Jeder Hund musste in allen Versuchsreihen nach getätigter Wahl, gleich ob das Dressurgesicht oder der Vergleichsreiz gewählt wurde, auf den Startplatz zurückkehren, um von dort auf Kommando erneut zu starten. Dadurch sind die Tiere nicht in Versuchung gekommen ein unerwünschtes Pendelverhalten zwischen zwei Bildern zu zeigen, nur um irgendwann Futter zu erhalten. Auch eine Beeinflussung durch die Versuchsleiterin wurde versucht zu vermeiden. So mussten alle Hunde von ihr weglaufen, um zu der Versuchsapparatur zu kommen. Dadurch konnten die Hunde nicht durch Blickkontakt oder Körperhaltung beeinflusst werden. Die Besitzerinnen von Salma und Edie waren mit in dem Versuchsraum und saßen während der Versuche auf einem Stuhl, welcher rechts und leicht nach hinten versetzt von dem Startplatz stand. Blue, Tobi und Cora waren immer mit mir alleine im Versuchsraum.

4.2 Gesichtserkennung beim Hund

Anhand der Ergebnisse der ersten vier Testreihen, in denen das Dressurgesicht und jeweils ein fremdes Gesicht gezeigt wurden, lässt sich deutlich zeigen, dass Hunde in der Lage sind, Bilder menschlicher Gesichter voneinander zu unterscheiden. Die Ergebnisse auf das Dressurgesicht liegen bei allen Hunden in den Versuchsreihen 1 und 3, in denen das Dressurgesicht und das Gesicht 1 bzw.

das Gesicht 3 gezeigt wurden, signifikant über dem Schwellenwert von 70% und Blue zeigt dieses Wahlverhalten auch in Versuchsreihe 4, in der das Dressurgesicht und das Gesicht 4 präsentiert wurden. Die Ergebnisse von Cora in Versuchsreihe 1 verdeutlichen, dass sie die niedrigste Anzahl von Wahlen auf das Dressurgesicht vorweist. Dies ist darauf zurückzuführen, dass Cora die Vordressur auf das Gesicht 1 übersprungen hatte und direkt von der Vordressur auf das vereinfachte Gesicht 1 in die erste Testreihe mit dem Dressurgesicht gegen Gesicht 1 gegangen ist. Möglicherweise hätte Cora noch etwas mehr Zeit für die Vordressur gebraucht. Bei dem Vergleichsreiz in Versuchsreihe 2 (Dressurgesicht gegen Gesicht 2), der für uns Menschen ähnliche Haare wie das Dressurgesicht aufwies, hatte Edie deutliche Schwierigkeiten die Gesichter zu unterscheiden. Dies zeigt sich in ihrem Wahlverhalten, sowie in hektischen Bewegungen während der Anlaufphase und vermehrtem Bellen während der gesamten Versuchsreihe. Im Vergleich zu den anderen Hunden ist Edie mit Abstand die temperamentvollste Hündin. Sie arbeitet sehr gerne, doch wenn es schwierig wird, lässt die Konzentration etwas schneller nach als bei den anderen Hunden. Dieses Verhalten ist nicht nur bei den Versuchen zu beobachten, sondern auch im Alltag. Im Verlauf der Versuchsreihen war eine deutlich Verbesserung der Konzentrationsleistung und der Frustrationstoleranz, welche das Bellen auslöst, auch im alltäglichen Leben erkennbar.
Salma, Edie, Cora und Tobi erreichten in der 3. Versuchsreihe deutlich bessere Ergebnisse als in der 2. Testreihe, was auf die unterschiedlichen Haare der Testbilder zurückzuführen ist, wie sich in den späteren Versuchsreihen herausstellte. Bei Blue ist der Unterschied in diesen Testreihen nicht erkennbar, die Wahlen fallen auch bei der zweiten Testreihe zu 92% auf das Dressurgesicht.

Bereits Racca et al. führte 2010 Untersuchungen durch, um herauszufinden, ob Hunde in der Lage sind menschliche Gesichter zu differenzieren. Racca et al. testeten die Hunde ebenfalls anhand von 2D Bildern und wendeten die VPC-Methode (visual paired comparison procedure) an. Die Auswertung erfolgte anhand von Blickkontakten in Sekundenintervallen, die mit einer Kamera aufgenommen und ausgewertet wurden. Diese Methode wird auch in Versuchen mit Kindern und nichtmenschlichen Primaten erfolgreich angewendet. Die

Ergebnisse in der Versuchsreihe von Racca et al. zeigen, dass Hunde das fremde Gesicht länger anschauten (ca. 40% der Zeit) als das Bekannte (ca. 20% der Zeit), jedoch ebenso lange (ca. 40% der Zeit) auf die Fläche zwischen den Bildern oder rechts und links im Raum umherschauten. Da die Konzentration der Hunde auf die Bilder in dieser Dissertation Voraussetzung für die Genauigkeit der Ergebnisse war, wurde eine andere Methode als die von Racca et al. gewählt. Die Hunde wurden darauf dressiert, sich eindeutig (durch Berührung des Bildes mit dem Nasenspiegel) für ein Gesicht zu entscheiden. Um die Hunde zu motivieren das Dressurbild zu wählen und sich somit auf das Bild zu konzentrieren, wurden die Tiere mit Futter belohnt. Die Wahl der Testbilder fiel auf die des Warrington Tests, da diese Bilder sich bereits in Studien mit Menschen bewährt haben. Für die Versuche bei Racca et al. wurden Fotos von jeweils 8 kaukasischen weiblichen und männlichen Studenten gewählt. Anders als in dieser Dissertation, in der die Hunde in jeder Versuchsreihe 150 bzw. 300 Wahlen (Durchgänge) vorweisen, wurden bei Racca et al. insgesamt 8 Durchgänge mit jedem der 14 Versuchshunde durchgeführt. Die Fotos wurden in 4 der 8 Durchgänge in invertierter Position gezeigt. Die Hunde wählten somit 4 mal zwischen dem bekannten und dem fremden Gesicht. Bekannt heißt in diesem Fall, dass das Gesicht vor dem eigentlichen Test kurz auf dem Monitor erschien. Eine Trainingsphase auf ein bestimmtes Gesicht hat somit bei Racca et al. im Vergleich zu dieser Dissertation nicht stattgefunden. Die hier verwendete Methode der Gesichtswahl lässt aufgrund der direkten Zuordnung des gewählten Gesichts eine sehr sichere Aussage über die Wahl zu.

Auch Adachi et. al. untersuchten, ob es Hunden möglich ist das Gesicht des Besitzers zu erkennen und dessen Stimme zuzuordnen. Dazu wurde ein Foto des Besitzers und eine akustische Aufzeichnung von dessen Stimme (Ruf des Hundenamens) verwendet. Als Vergleichsreiz diente ein Foto mit dem Gesicht einer fremden Person und Aufzeichnungen einer fremden Stimme, die ebenfalls den Namen des jeweiligen Hundes ruft. In der ersten Testphase bekamen die Hunde eine der Stimmen alle 2 Sekunden, fünfmal hintereinander mit einem Kassettenrekorder vorgespielt. Anschließend wurde in der zweiten Testphase für 30s das Foto mit einem der Gesichter auf dem Monitor präsentiert. Es wurden 28 Hunde in vier Versuchsreihen getestet, die zum einen aus den Gesichtern mit der

dazugehörigen Stimme und zum anderen aus den Gesichtern und der jeweils anderen Stimme bestanden. Die Blickkontakte wurden zeitlich gemessen und ausgewertet. Die Ergebnisse zeigen, dass die Hunde das fremde Gesicht länger anschauten als das bekannte, wenn die dazugehörigen Stimmen abgespielt wurden. Die Dauer der Blickkontakte auf die beiden Gesichter war nicht signifikant unterschiedlich in den einzelnen Versuchssituationen. Eine Aussage über die Fähigkeit von Hunden menschliche Gesichter voneinander zu unterscheiden wurde getroffen, da die Hunde in den kongruenten Situationen nicht so lange den Monitor mit den gezeigten Bildern anschauten wie in den inkongruenten Situationen. (Adachi et. al. 2007)

Versuche bezüglich der Erkennung von menschlichen Gesichtern wurden aber auch mit anderen Spezies durchgeführt. Zu nennen ist beispielsweise die Arbeit mit Pferden (Stone 2009), die sowohl anhand von 2D Bilder getestet wurden, als auch in 3D Situationen mit den Personen auf den vorher gezeigten Bildern. Kendrick et al. (1996) führten Experimente zur Erinnerung an menschliche Gesichter mit Schafen anhand von elektrophysiologischen Methoden durch. Es zeigte sich, dass Schafe eine erhöhte Zellaktivität im Temporallappen und im Frontallappen aufweisen, wenn sie bekannte Gesichter sahen. Sogar mit Honigbienen (Dyer et al. 2005) wurden Untersuchungen zur Unterscheidungsfähigkeit menschlicher Gesichter durchgeführt. In allen Arbeiten wurde herausgefunden, dass diese Tiere in der Lage sind, Bilder menschlicher Gesichter zu unterscheiden.

4.3 Generalisationsfähigkeit des Hundes

Die zweite bearbeitete Frage, ob Hunde in der Lage sind Gesichter zu generalisieren, wird aufgrund der Ergebnisse meiner Versuchsreihen nicht vollständig bestätigt. Erkennbar wird, dass es den Hunden möglich ist ein erlerntes Gesicht zu generalisieren, wenn die Größe der Gesichter bis zu einem gewissen Grad minimiert wird. Werden die Testbilder um 180° gedreht, sind die Hunde nicht mehr in der Lage die Gesichter zu differenzieren. In dieser Testreihe stießen alle Hunde an die Grenze ihrer geistigen Belastbarkeit, was sich durch Verweigerung des Anlaufens der Apparatur erkennbar machte. Ebenso zeigte sich eine massive

Abnahme der Motivation in der gesamten Testreihe, was durch zögerliches Starten aller Hunde und bei Salma auch vermehrtem Bellen zum Ausdruck kam. Um den Motivationsverlust in Grenzen zu halten, wurde allen Hunden nach jedem Durchgang noch einige Male das Dressurgesicht und einen Vergleichsreiz in aufrechter Position gezeigt und die Hunde wurden für das Anlaufen des Dressurgesichts mit Clicker und Futter belohnt. Interessant ist auch, dass die Hunde bei Racca et al. ebenfalls nicht in der Lage waren um 180° gedrehte Gesichter wieder zu erkennen. In Versuchen mit Bildern von geometrischen Formen (Dreieck und Quadrat) war es dem Hund hingegen möglich, die Dressurform, in diesem Fall das Dreieck, von dem Quadrat zu unterscheiden, auch wenn die Formen um 180° gedreht präsentiert wurden (Gutmann, 2007). Dies zeigt, dass das Gehirn des Hundes in der Lage ist, Bilder von geometrischen Figuren auch invertiert wiederzuerkennen. Untersuchungen zeigen, dass Menschen invertierte Bilder von unterschiedlichen Landschaften oder Gegenständen ohne Schwierigkeiten unterscheiden können. Bei komplexeren invertierten Bildern wie den Gesichtern, stößt auch das menschliche Gehirn an seine Grenzen (Leder 2001). Beim Betrachten dieser Ergebnisse von Mensch und Hund ist zu vermuten, dass beide Spezies Hirnstrukturen besitzen, die eine Unterscheidung von Bildern mit mehr oder weniger einfachen Strukturen auch im invertierten Zustand ermöglichen, jedoch das invertierte Bild eines Gesichts in beiden Fällen eine erschwerte Wiedererkennung darstellt. Um auszuschließen, dass bei diesen Versuchen die Belohnung einen Einfluss auf das Wahlverhalten der Hunde hatte, wurde in dieser Arbeit die Testreihe mit dem Dressurgesicht gegen Gesicht 3 durchgeführt, wobei die Futtergabe, wie in den Versuchen der um 180° gedrehte Gesichter, vor dem Startkommando erfolgte. Eine Belohnung nach der Berührung des Dressurgesichts bekamen die Hunde in dieser Versuchsreihe nicht. Die Ergebnisse von Salma und Blue zeigen, dass die Hunde das Dressurgesicht auch dann anliefen, wenn sie keine Belohnung erhielten, aber in der Lage waren die Gesichter zu unterscheiden (Versuchsreihe: DG gegen G3; Belohnung wie um 180° gedrehte Gesichter).

Auch bei diesen Versuchen, wie bei allen anderen, wurden die einlaminierten DIN A4 Blätter nach jeder Wahl beide abgewaschen, um die olfaktorische Erkennung zu vermeiden. Aufgrund der Tatsache, dass die Hunde die um 180°

gedrehten Gesichter nicht erkannten, obwohl das gleiche Bild des Dressurgesichts in den vorherigen Testreihen verwendet wurde, kann die Wiedererkennung des Dressurgesichts aufgrund des Geruchssinns ausgeschlossen werden.

4.4 Transfertests

In der zweiten Transferversuchsreihe wird die Wiedererkennung des Gesichts ohne Haare und Ohren getestet. Hier zeigte sich bei allen Hunden, dass die Erkennung des Dressurgesichts nicht möglich war. Dabei spielte es keine Rolle, ob das Gesicht quadratisch oder oval ausgeschnitten war. Blue, Cora und Edie verweigerten auch in dieser Testreihe zeitweise das Anlaufen der Apparatur. Dieses Verhalten weist auf eine Unentschlossenheit hin, die darauf zurückzuführen ist, dass die Hunde das Dressurgesichts nicht erkannten. Wurden hingegen nur die Haare und Ohren präsentiert, waren alle Hunde sehr gut in der Lage die Haare des Dressurgesichts wiederzuerkennen. In allen Transfer-versuchen wurden die Hunde nicht nach getroffener Wahl bestätigt, sondern bekamen vor dem Startkommando „OK“ ein Stück Futter. Hier wird erneut deutlich, dass die Art der Belohnung keinen Einfluss auf das Wahlverhalten der Hunde hatte. Dies zeigt sich darin, dass alle Hunde in der Versuchsreihe mit den um 180° gedrehten Gesichtern, ebenso wie in den Versuchsreihen mit den Gesichtern ohne Haare keine Ergebnisse lieferten, bei denen der Median bzw. Mittelwert der Wahlen über dem Schwellenwert von 70% lagen. In der Versuchs-reihe mit den Gesichtern mit grau unterlegter Gesichtsfläche wurde der Dressurstimulus hingegen signifikant häufiger angelaufen, da sie diesen als Solchen erkannten, obwohl die Futtergabe gleich den vorher beschriebenen Versuchsreihen erfolgte. Da sich sonst nichts an den äußeren Bedingungen geändert hatte, schließe ich daraus, dass es Hunden nicht möglich ist ein Gesicht auf einem Bild zu identifizieren, wenn die Haare und Ohren entfernt sind. Wurden die Gesichter bei Racca et al. mit Hut präsentiert, zeigten die Blickkontakte der Hunde auf die beiden Bilder keine signifikanten Unterschiede. Diese Ergebnisse können aufgrund meiner Daten erklärt werden. Da es den Hunden in diesem Fall nicht mehr möglich ist sich an den äußeren Konturen zu orientieren, ist das Wiedererkennen des Gesichts nicht gegeben. Es wäre weiterhin interessant

herauszufinden, ob die Orientierung an den äußeren Konturen des menschlichen Gesichts ein Prozess der Domestikation ist und somit weitere Entwicklungsprozesse in Bezug auf die Orientierung am menschlichen Gesicht möglich sind, oder ob bereits Wölfe dazu in der Lage sind. Möglicherweise ist eine Gesichtserkennung gar nicht notwendig, da Hunde, abgesehen von dem hervorragenden Geruchssinn, Bewegungen im menschlichen Gesicht wahrnehmen und diese Faktoren für die Kommunikation mit dem Menschen ausreichend sind. Die Unterscheidung von Formen hingegen bereitet dem Hund deutlich weniger Schwierigkeiten (Gutmann, 2007). Lernt der Hund ein Bild mit einem Dreieck in der Mitte zu wählen und bekommt dann ein Quadrat als Vergleichsreiz dazu präsentiert, kann er das Dreieck problemlos von dem Vergleichsreiz unterscheiden. Dies ist dem Hund sogar im verkleinerten und invertierten Zustand möglich. Das Erkennen des Bildes eines Dreiecks anhand von Scheinkonturen nach Kanizsa ist dem Hund jedoch nicht möglich. Das Wahrnehmen von nicht vorhandenen Linien ist für das Gehirn des Hundes, im Gegensatz zu dem Gehirn des Menschen, somit nicht möglich. Es ist denkbar, dass es für den Hund von größerer Bedeutung ist, Gegenstände visuell zu unterscheiden als menschliche Gesichter, da bei Gegenständen die Orientierung über den Geruchssinn schwerer, oder nicht immer möglich ist. Besonders wenn es mehrere ähnliche Gegenstände sind. Als Beispiel für die enorme Gehirnleistung in Bezug auf das Gegenstandssehen sind die Blindenführhunde zu nennen. Sie lernen sogar den Abstand zu Gegenständen einzuschätzen, die sich auf Kopfhöhe des Hundeführers befinden und können diese unter Umständen lebensrettende Übung generalisieren. Ebenso lernen diese speziell ausgebildeten Hunde Bordsteinkanten, Fußgängerüberwege, sowie Fußgängerampeln, Straßenschilder, Papierkörbe uvm. zu beachten und dem Hundeführer anzuzeigen. Da diese Hindernisse in ihrem Aussehen mehr oder weniger stark variieren können scheinen Hunde in der Lage zu sein die einzelnen Gegenstände zu generalisieren. Die Untersuchungen zum Formensehen beim Hund bestätigen diese Vermutung. Da die Umgebung des Menschen und somit auch die der Hunde deutlich mehr unterschiedliche visuelle Reize beinhaltet als die der Wölfe wäre es möglich, dass sich das Gehirn der Hunde im Laufe der Domestikation verändert

hat und Hunde somit Fähigkeiten erworben haben, menschliche Gegenstände zu beachten und zu differenzieren.

Die in dieser Arbeit erhaltenen Erkenntnisse lassen darauf schließen, dass es für die Kommunikation zwischen Mensch und Hund nicht von Bedeutung ist, sich an menschlichen Gesichtern zu orientieren. Dies gilt jedoch vermutlich nur für statisch präsentierte Gesichter, die keinerlei Bewegung aufweisen. Interessant bleibt jedoch, dass sich alle Hunde sehr gut an den äußeren Konturen des Kopfes orientieren und somit die Haare und Ohren des Dressurkopfes in allen Versuchen (ausgenommen die um 180°gedrehten Gesichter) ohne Probleme als solche wiedererkennen. Die einzige Versuchsreihe, die den Hunden trotz vorhandener Haare und Ohren Schwierigkeiten bei der Wiedererkennung bereitete, war die mit kombinierten Gesichtern und ähnlichen Haaren. Dies ist auch die einzige Versuchsreihe, in der drei verschiedene Gesichter miteinander kombiniert wurden. Sind die Haare der kombinierten Gesichter hingegen unterschiedlich, liegen die Ergebnisse aller Hunde wieder deutlich über der Schwelle von 70%. Es ist möglich, dass der Haaransatz durch das Einsetzten des fremden Gesichts verändert wurde und dieser Faktor die Hunde bei den ähnlichen Haaren verunsicherte, da ein Teil der Wiedererkennungsmerkmale fehlte.

5 Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde die Fähigkeit von Hunden zur Erkennung und Unterscheidung menschlicher Gesichter untersucht. Zu diesem Zweck wurden verschiedene Verhaltensexperimente mit fünf Hunden durchgeführt. Zunächst wurden die Hunde darauf dressiert, ein einlaminiertes DIN A4 Blatt mit einem Gesicht im Zentrum in der dafür vorgesehenen Apparatur mit der Schnauze zu berühren.

Bei der Dressur wurden immer zwei Folien präsentiert, wobei nur eine Wahl, nämlich die des Dressurgesichts, durch Futtergabe belohnt wurde.

Nach Abschluss der Dressurphase wurden die Hunde in Generalisationstests mit neuen Gesichtern konfrontiert, die für uns Menschen wenig bis keine direkte Ähnlichkeit mit dem Dressurgesicht aufwiesen. Um herauszufinden ob Hunde sich an der Größe orientieren, wurden einige der zuvor getesteten Gesichter um die Hälfte und mehr verkleinert. All diese Veränderungen beeinträchtigten die Fähigkeit der Hunde nicht, das Dressurgesicht bevorzugt zu wählen. Diese Ergebnisse veranlassten die Versuchsleiterin zu testen, ob Hunde sich an verschiedenen Bereichen im menschlichen Gesicht orientieren oder das Gesicht als Ganzes wahrnehmen. Zur Beurteilung wurden den Hunden abgeänderte Gesichter zum Einen ohne Haare und Ohren und zum Anderen nur Haare und Ohren ohne das Gesicht (homogen graue Fläche) präsentiert. Hier hatten die Hunde deutliche Schwierigkeiten, wenn die äußeren Konturen nicht mehr vorhanden waren. Bei diesen Versuchen blieben die Wahlen der Hunde nahe dem Zufallsniveau von 50%. Das Fehlen des Gesichts als solches erwies sich als unproblematisch, da allen Hunden die äußeren Konturen, in diesem Fall Haare und Ohren ausreichten, um das Dressurgesicht mit einer Wahlhäufigkeit signifikant über 70% wiederzuerkennen.

Abschließend wurde untersucht, ob sich die Hunde durch das Zusammensetzen von zwei bzw. drei unterschiedlichen Gesichtern in ihrem Wahlverhalten beeinflussen lassen. Dazu wurden zwei unterschiedlichen Haarpartien verschiedene Gesichter zugeordnet. Ähnelten sich die äußeren Konturen fiel es den Hunden in dieser Versuchsreihe schwer die Dressurhaare wieder zu erkennen. Unterschieden sich die äußeren Konturen für unser menschliches Auge

deutlich, so wählten alle Hunde die Haare und Ohren des Dressurgesichts mit einer Wahlhäufigkeit signifikant über dem Schwellenwert von 70%. Somit ist zu vermuten, dass sich im Laufe der Domestikation beim Hund keine Hirnregion ausgebildet hat, die speziell für die Gesichtserkennung von Menschen verantwortlich ist.

Aus den Ergebnissen dieser Arbeit zur Gesichtserkennung beim Hund wird deutlich, dass es dem Hund möglich ist, Gesichter voneinander zu unterscheiden. Allerdings orientiert sich der Hund nicht an bestimmten Gesichtsregionen, sondern nutzt die äußeren Konturen als Wiedererkennungsmerkmal. Aus diesem Grund finden sich häufig Unsicherheiten bei Hunden, wenn ihnen bekannte Menschen plötzlich mit Hut oder Mütze begegnen und eine Erkennung über den Geruchssinn und die Stimme noch nicht stattgefunden hat. Bei der Beurteilung der Ergebnisse muss beachtet werden, dass den Hunden das menschliche Gesicht in Form von Bildern präsentiert wurde und somit keine Beeinflussung durch Bewegung im Gesicht gegeben war. Da das Bewegungssehen beim Hund sehr gut ausgebildet ist, achtet er im Alltag des Menschen sehr wahrscheinlich außerordentlich gut auf Augenbewegungen und Gesichtsmuskelbewegungen, um mit dem Sozialpartner Mensch zu kommunizieren.

Weiterhin wäre es interessant herauszufinden, ob die Orientierung an den äußeren Konturen eine Folge der Domestikation und somit eine Adaptation an den Menschen und sein Ökosystem ist, oder ob Wölfe auch dazu in der Lage wären.

6 Abstract

This dissertation tested whether dogs are able to recognize and discriminate human faces or not. For this reason five dogs were tested in behavioural experiments. First of all the dogs were trained to touch a laminated DIN A4 sheet with a face in the middle of it with their noses. In the dressage there were always two sheets presented but only one choice, the choice of the dressage-face, was rewarded with food. After finishing the dressage the dogs were confronted with new faces in the generalisation tests. These faces had little or no clear similarity with the dressage-face. To find out if dogs orientate themselves on the size some of the faces used in the generalisation tests were minimized to half or more. All these changes did not influence the dogs' ability to choose the dressage-face. These results caused the researcher to research if dogs concentrate on special facial regions in human faces or if they see it as a whole. To judge this the pictures with the faces had been modified. In one trial the faces were presented without hair and ears in another trial only hair and ears without the face (homogeneous grey area) were shown. In these experiments all dogs had considerable difficulties if the outer contours were missing as the dogs' choices rested near the chance level of 50%. If the face as such was missing there was no problem of discriminating because all dogs chose the dressage-face significantly more than 70%.

Finally tests were chosen to find out if the choice behaviour is affected if two or three faces were combined. Therefore two different sets of hair were allocated to two different faces. If the outer contours were similar dogs could hardly discriminate the hair of the dressage-face. If the outer contours differed clearly for the human eye the dogs chose the hair and ears of the dressage-face with a frequency significantly more than 70%. Consequently, it is assumed that in the course of dogs' domestication no special brain region for human face recognition has been developed.

The results of this dissertation show that dogs are able to discriminate between human faces. But dogs do not orientate themselves on special face regions but they use outer contours as identifying features. Therefore we often find insecurity in dogs' behaviour if familiar people wear a hat or a cap and they do not recognize

the person due to smell or voice. When judging the results it is important to know that the human faces were shown in terms of pictures.

Consequently there was no influence by movement in the face. Dogs are exceptionally good in movement viewing and for that reason they are very likely to pay high attention to eye and muscle movement in order to communicate with their social human partner. Furthermore it would be important to find out whether the orientation on the outer contour was a process of domestication and therefore an adaptation to the human being and his ecological system or if wolves are also able to discriminate in this way.

7 Literaturverzeichnis

Adachi I., Kuwahata H., Fujita K. (2007). Dogs recall their owner's face upon hearing the owner's voice. Animal Cogntion **10**,17–21.

Agnetta, B., Hare, B., Tomasello, M., 2000. Cues to food location that domestic dogs (*Canis familiaris*) of different ages do and do not use. Animal Cogntion **3**, 107–112.

Büning H., Trenkler G. (1994) Nichtparametrische statistische Methoden. De Gruyter Verlag, 2. Ausgabe.

Bruce V., Young A. W. (1998). In the eye of the beholder: the science of face perception. University Press, Oxford.

Bushnell I. (1989). Neonatal recognition of the mother´s face. British Journal of Developmental Psychology **7**, 3-15.

Call, J., Bräuer, J., Kaminski, J., Tomasello, M., 2003. Domestic dogs are sensitive to the attentional state of humans. Journal of Comparative Psychology **117**, 257–263.

Coulon M., Deputte B. L., Baudoin C. (2009). Individual recognition in domestic cattle (Bos taurus). Evidence from 2D-Images of heads from different breeds. PLoS ONE **4**, e4441.

Coren, S. (2005). Wie Hunde denken und fühlen. Stuttgart.

Dufour V., Pascalis O., Petit O. (2006). Face processing limitation to own species in primates: a comparative study in brown capuchins, Tonkean macaques and humans. Behavioural Processes **73**, 107-113.

Dyer A. G., Neumeyer C., Chittka L. (2005). Honeybee (*Apis mellifera*) vision can discriminate between and recognize images of human faces. The Journal of Experimental Biology **208**, 4709-4714.

Engelhardt, W. v., Breves, G. (2000). Physiologie der Haustiere. Stuttgart.

Fahrmeir L., Künstler R., Pigeot I., Tutz G. (2007) Statistik Springer Verlag 6. Auflage.

Feddersen-Petersen, D. U. (2004). Hundepsychologie. Sozialverhalten und Wesen. Emotionen und Individualität. Stuttgart.

Gácsi M., Miklósi Á., Varga O., Topál J., Csányi V. (2004). Are readers of our face readers of our minds? Dogs (*Canis familiaris*) show situation-dependent recognition of human's attention. Animal Cognition **7**, Iss. 3; p. 144.

Gácsi , M., Győri, B., Virányi, Zs., Kubinyi, E., Range, F., Belényi, B., Miklósi, Á. (2009) Selection for developmental shift explains dog-wolf difference in utilizing human pointing gestures. Plos one **4**, e6584.

Grüter M., (2004). Genetik der kongenitalen Prosopagnosie. Münster.

Gutmann I., (2007). Verhaltensphysiologische Experimente zum Formensehen beim Hund (*Canis familiaris*). Diplomarbeit / Mainz.

Hare, B., Call, J.,Tomasello, M., 1998. Communication of food location between human and dog (*Canis familiaris*). Evolution of Communication **2**, 137–159.

Hare, B., Brown, M.,Williamson, C., Tomasello, M., 2002. The domestication of social cognition in dogs. Science **298**, 1634–1636.

Schwab C., Huber L. (2006) Obey or not obey? Dogs (*Canis familiaris*) behave differently in response to attentional states of their owners. Journal of Comparative Psychology **120** (3), 169-75.

Janssen J., Laatz W. (2010) Statistische Datenanalyse mit SPSS Springer Verlag 7. Auflage.

Kendrick K. M., da Costa A. P. , Leigh A. E. , Hinton M. R., Peirce J. W. (2001). Sheep don't forget a face. Nature **414**, 165-166.

Krämer, E.-M. (1991). Der Kosmos Hundeführer. Stuttgart.

Laser, B. (2000). Clickertraining. Das Lehrbuch für eine moderne Hundeausbildung. Lüneburg.

Leder, H. (2001). Wenn Gesichter Kopf stehen. Was der Inversions-Effekt für die Gesichtserkennung bedeutet. Psychologische Rundschau **52** (2), 75-84.

Lozàn J. L., Kausch H. Angewandte Statistik für Naturwissenschaftler. Wissenschaftliche Auswertungen; Auflage: 4 (April 2007).

McKinley, J., Sambrook, T.D., 2000. Use of human-given cues by domestic dogs (*Canis familiaris*) and horses (*Equus caballus*). Animal Cognition **3**, 1322.

Miklósi, Á., Polgárdi, R., Topál, J., & Csányi, V. (1998). Use of experimenter-given cues in dogs. Animal Cognition **1**, 113-121.

Miklosi A, Soproni K (2006) A comparative analysis of animals' understanding of the human pointing gesture. Animal Cognition **9**, 81–93.

Miklosi A, Kubinyi E, Topal J, Gacsi M, Viranyi Z, Csanyi V (2003) A simple reason for a big difference: wolves do not look back at humans but dogs do. Current Biology **13**, 763–767.

Neitz, J., Geist, T., Jacobs, G. H. (1989). Color vision in the dog. Visual Neurosience **3**, 119-125.

Parr L. A., Dove T., Hopkins W. D. (1998). Why faces may be special: evidence of the inversion effect in chimpanzees. Journal of Cognitive Neuroscience **10**, 615-622.

Parr L. A., Winslow J.T., Hopkins W. D. (1999). Is the inversion effect in rhesus monkeys face-specific? Animal Cognition **2**, 123-129.

Parr L. A., Heintz M., Pradhan G. (2008). Rhesus monkeys (*Macaca mulatta*) lack expertise in face processing. Journal of Comparative Psychology **122,** 390-402.

Pascalis O., Bachevalier J. (1998). Face recognition in primates: a cross-species study. Behavioural Processes **43**, 87-96.

Pascalis O., de Haan M., Nelson C. A. (2002). Is face processing species-specific during the first year of life? Science **296**, 1321-1323.

Penzlin, H. (2002). Die Welt als Täuschung. Gehirn&Geist **3**, 68-73.

Racca, A., Amadei, E., Ligout, S. et al. (2010). Discrimination of human and dog faces and inversion responses in domestic dogs (*Canis familiaris*). Animal Cognition **13**, 525-533.

Schmidt, Schaible (2006) Neuro- und Sinnesphysiologie Springer Verlag
5. Auflage.

Sachs L., Hedderich J. (2009) Angewandte Statistik Springer Verlag 13. Auflage.

Soproni, K., Miklósi, Á., Topa´l, J. & Csányi, V. (2001). Comprehension of human communicative signs in pet dogs. Journal of Comparative Psychology **115**, 122–126.

Stone S. M. (2010). Human facial discrimination in horses: can they tell us apart? Animal Cognition **13**, 51–61.

Tomasello, M., Call, J., & Hare, B. (1998). Five species of nonhuman primates follow the visual gaze of conspecifics. Animal Behaviour **55**, 1063- 1069.

Topál, J., Miklósi, Á., Csányi, V. & Dóka, A. (1998). Attachment behavior in dogs (*Canis familiaris*): a new application of Ainsworth's (1969) strange situation test. Journal of Comparative Psychology **112**, 219-229.

Trut, L. N. (1999). Early canid domestication: the farm-fox experiment. American Scientist **87**, 160-169.

Tsao D. Y., Freiwald W. A., Tootell R. B., Livingstone M. S. (2006). A cortical region consisting entirely of face-selective cells. Scince **311**, 670-674.

Warrington E. K. (1996). Short recognition memory test for faces. Windsor: Psychology Press.

Wilhelm, K. (2006). Cooper denkt mit. Gehirn&Geist **2**, 12-18.

Zimen, E. (1988). Der Hund. Abstammung, Verhalten, Mensch und Hund. München.

8 Internetverzeichnis

Club für Britische Hütehunde e.V. http://www.cfbrh.de/Rasse_BoC_portrait.html, letzte Aktualisierung: 11.08.2010

Hertwig, B. Serotonin. http://www.laborjournal.de/rubric/archiv/stichwort/w_09_12.lasso, letzte Änderung: 22.12.2009.

Kirchweger, G. Wie der Wolf zum Hund wurde. http://science.orf.at/science/news/42505, letzter Abruf: 18. Juni 2007.

Medizinische Statistik http://www.medi-stat.de/statistik-lexikon-medizin-boxplot.html Stand 14.04.11.

Wurzelzieher Mathepedia http://www.mathepedia.de/Normalverteilung.aspx, Stand 14.04.11.

9 Anhang

9.1 Übersichtstabelle der gesamten Versuchsreihen

Testbilder	Relative Wahlhäufigkeit in %			
	Blue	Salma	Edie	Cora
Dressurgesicht (DG)	83,3	90,3	83,7	77,3
Gesicht 1 (G1)	16,7	9,7	16,3	22,7
Dressurgesicht (DG)	92	88	75	86,7
Gesicht 2 (G2)	8	12	25	13,3
Dressurgesicht (DG)	89,3	90,7	90	93,3
Gesicht 3 (G3)	10,7	9,3	10	6,7
Dressurgesicht (DG)	86,3			
Gesicht 4 (G4)	13,7			
180°gedrehtes DG	59,3	57,3	59,3	50
180°gedrehtes G4	39,7	39,7	37	40,3
Wahl verweigert	1	3	3,7	9,7
DG Belohnung wie bei 180° gedrehten Gesichtern	93,3	88,6		
G3 Belohnung wie bei 180° gedrehten Gesichtern	6,7	11,6		
DG 35% verkleinert	90	87	92	88,7
G3 35% verkleinert	10	13	8	11,3
DG 50% verkleinert	86,7	80	85,3	Cora
G3 50% verkleinert	13,3	20	14,7	
DG 75% verkleinert	76	67,3	66	
G3 75% verkleinert	24	32,7	34	
Gesicht ohne Gesicht DG	88	91,3	89,3	90,7

Gesicht ohne Gesicht G2		12	8,7	10,7	9,3
Gesicht nur Gesicht quadratisch DG		56	57,3	55,3	56,7
Gesicht nur Gesicht quadratisch G3		43,3	42,7	43,3	41,3
Wahl verweigert		0,7		1,4	2
Gesicht nur Gesicht oval DG		50,7	55,3	60,7	56
Gesicht nur Gesicht oval G3		49,3	44,7	39,3	44
kombinierte Gesichter: Haare DG+ Gesicht G3		57,3	64,7	56	58,7
kombinierte Gesichter: Gesicht DG+ Haare G2		42,6	34	44	41,3
kombinierte Gesichter: Haare DG+ Gesicht G3		84,7	77,3	84,7	84,7
kombinierte Gesichter: Haare G3+Gesicht DG		15,3	22,7	15,3	15,3

9.2 Rohdatentabellen der einzelnen Versuchsreihen

Versuchsreihe: Vordressur Dressurgesicht gegenG1v				
Versuchstier	Dressurgesicht	G1v	Gesamtwahlen	Versuchstag
Blue	8	12	20	1
	14	6	20	2
	16	4	20	3
	13	7	20	4
	17	3	20	5
	16	4	20	6
	21	4	25	7
	22	3	25	8
	20	5	25	9
	20	5	25	10
	22	3	25	11
	18	7	25	12
	19	6	25	13
Tobi	12	8	20	1
	14	6	20	2
	15	5	20	3
	16	4	20	4
	22	3	25	5
	21	4	25	6
	19	6	25	7
	24	1	25	8

	21	4	25	9
	23	2	25	10
	23	2	25	11
Cora	7	10	17	1
	7	3	10	2
	15	10	25	3
	20	5	25	4
	18	7	25	5
	19	6	25	6
	18	7	25	7
	20	5	25	8
Salma	10	15	25	1
	18	7	25	2
	16	9	25	3
	16	9	25	4
	23	2	25	5
	21	4	25	6
	19	6	25	7
	23	2	25	8
Edie	14	11	25	1
	16	9	25	2
	16	9	25	3
	14	11	25	4
	20	5	25	5
	21	4	25	6
	23	2	25	7

Versuchsreihe: Vordressur Dressurgesicht gegenG1				
Versuchstier	Dressurgesicht	G1	Gesamtwahlen	Versuchstag
Salma	12	13	25	1
	16	9	25	2
	17	8	25	3
	16	9	25	4
	11	14	25	5
	15	10	25	6
	18	7	25	7
	13	12	25	8
	17	8	25	9
	18	7	25	10
	18	7	25	11
	17	8	25	12
	20	5	25	13
	23	2	25	14
	18	7	25	15
Edie	15	10	25	1
	15	10	25	2
	17	8	25	3
	16	9	25	4
	14	11	25	5
	15	10	25	6

	14	11	25	7
	20	5	25	8
	20	5	25	9
	20	5	25	10

Versuchsreihe Dressurgesicht gegenG1				
Versuchstier	Dressurgesicht	G1	Gesamtwahlen	Versuchstag
Blue	19	6	25	1
	21	4	25	2
	24	1	25	3
	19	6	25	4
	20	5	25	5
	20	5	25	6
	20	5	25	7
	17	8	25	8
	22	3	25	9
	23	2	25	10
	24	1	25	11
	21	4	25	12
Tobi	14	11	25	1
	24	1	25	2
	24	1	25	3
	20	5	25	4
	22	3	25	5
	21	4	25	6
	17	8	25	7
	24	1	25	8
	17	8	25	9
	20	5	25	10
	20	5	25	11
	23	2	25	12
Cora	20	5	25	1
	16	9	25	2
	19	6	25	3
	19	6	25	4
	19	6	25	5
	21	4	25	6
	20	5	25	7
	18	7	25	8
	21	4	25	9
	19	6	25	10
	20	5	25	11
	20	5	25	12
Salma	20	5	25	1
	22	3	25	2
	23	2	25	3
	19	6	25	4
	24	1	25	5
	24	1	25	6
	24	1	25	7

	24	1	25	8
	22	3	25	9
	21	4	25	10
	23	2	25	11
	25	0	25	12
Edie	21	4	25	1
	20	5	25	2
	22	3	25	3
	24	1	25	4
	20	5	25	5
	18	7	25	6
	23	2	25	7
	20	5	25	8
	22	3	25	9
	19	6	25	10
	22	3	25	11
	20	5	25	12

Versuchsreihe Dressurgesicht gegenG2				
Versuchstier	Dressurgesicht	G2	Gesamtwahlen	Versuchstag
Blue	25	0	25	1
	22	3	25	2
	22	3	25	3
	19	6	25	4
	24	1	25	5
	24	1	25	6
	23	2	25	7
	23	2	25	8
	25	0	25	9
	23	2	25	10
	24	1	25	11
	22	3	25	12
Tobi	25	0	25	1
	22	3	25	2
	16	9	25	3
	22	3	25	4
	21	4	25	5
	18	7	25	6
	22	3	25	7
	20	5	25	8
	19	6	25	9
	24	1	25	10
	25	0	25	11
	25	0	25	12
Cora	18	7	25	1
	23	2	25	2
	22	3	25	3
	22	3	25	4
	23	2	25	5
	23	2	25	6

	19	6	25	7
	21	4	25	8
	21	4	25	9
	23	2	25	10
	25	0	25	11
	20	5	25	12
Salma	20	5	25	1
	22	3	25	2
	22	3	25	3
	20	5	25	4
	23	2	25	5
	20	5	25	6
	22	3	25	7
	22	3	25	8
	22	3	25	9
	24	1	25	10
	24	1	25	11
	23	2	25	12
Edie	14	11	25	1
	18	7	25	2
	15	10	25	3
	19	6	25	4
	19	6	25	5
	22	3	25	6
	19	6	25	7
	18	7	25	8
	21	4	25	9
	20	5	25	10
	18	7	25	11
	22	3	25	12

Versuchsreihe Dressurgesicht gegenG3				
Versuchstier	Dressurgesicht	G3	Gesamtwahlen	Versuchstag
Blue	17	8	25	1
	23	2	25	2
	24	1	25	3
	22	3	25	4
	23	2	25	5
	23	2	25	6
	22	3	25	7
	23	2	25	8
	22	3	25	9
	22	3	25	10
	24	1	25	11
	23	2	25	12
Tobi	24	1	25	1
	22	3	25	2
	25	0	25	3
	21	4	25	4
	23	2	25	5

	25	0	25	6
	23	2	25	7
	22	3	25	8
	24	1	25	9
	24	1	25	10
	24	1	25	11
	25	0	25	12
Cora	21	4	25	1
	25	0	25	2
	22	3	25	3
	25	0	25	4
	25	0	25	5
	21	4	25	6
	25	0	25	7
	25	0	25	8
	24	1	25	9
	24	1	25	10
	21	4	25	11
	22	3	25	12
Salma	24	1	25	1
	22	3	25	2
	23	2	25	3
	22	3	25	4
	23	2	25	5
	22	3	25	6
	22	3	25	7
	23	2	25	8
	20	5	25	9
	25	0	25	10
	23	2	25	11
	23	2	25	12
Edie	20	5	25	1
	22	3	25	2
	25	0	25	3
	21	4	25	4
	24	1	25	5
	19	6	25	6
	19	6	25	7
	22	3	25	8
	24	1	25	9
	25	0	25	10
	25	0	25	11
	24	1	25	12

Versuchsreihe Dressurgesicht gegenG4				
Versuchstier	Dressurgesicht	G4	Gesamtwahlen	Versuchstag
Blue	21	4	25	1
	23	2	25	2
	21	4	25	3
	22	3	25	4

	21	4	25	5
	21	4	25	6
	20	5	25	7
	22	3	25	8
	20	5	25	9
	23	2	25	10
	24	1	25	11
	21	4	25	12

Versuchsreihe um 180° gedrehte Gesichter: Dressurgesicht gegenG4					
Versuchstier	Dressurgesicht	G4	Wahl verweigert	Gesamtwahlen	Versuchstag
Blue	11	9		20	1
	11	9		20	2
	8	12		20	3
	10	10		20	4
	12	8		20	5
	13	7		20	6
	12	6	2	20	7
	12	8		20	8
	11	9		20	9
	11	9		20	10
	10	10		20	11
	13	6	1	20	12
	13	7		20	13
	18	2		20	14
	13	7		20	15
Cora	13	7		20	1
	8	9	3	20	2
	11	9		20	3
	11	9		20	4
	10	7	3	20	5
	15	4	1	20	6
	13	10	2	25	7
	11	11	3	25	8
	11	10	4	25	9
	12	11	2	25	10
	10	11	4	25	11
	12	11	2	25	12
	13	12	5	25	13
Salma	13	7		20	1
	12	8		20	2
	11	9		20	3
	13	7		20	4
	7	13		20	5
	10	8	2	20	6
	10	7	3	20	7
	10	9	1	20	8
	11	9		20	9
	15	4	1	20	10
	11	9		20	11

	11	7	2	20	12
	12	8		20	13
	12	8		20	14
	14	6		20	15
Edie	13	5	2	20	1
	11	9		20	2
	15	5		20	3
	13	7		20	4
	13	7		20	5
	11	8	1	20	6
	13	7		20	7
	11	9		20	8
	10	9	1	20	9
	13	7		20	10
	17	3		20	11
	11	8	1	20	12
	9	9	2	20	13
	13	6	1	20	14
	5	12	3	20	15

Versuchsreihe Dressurgesicht gegen G3 50% verkleinert				
Versuchstier	Dressurgesicht	G3	Gesamtwahlen	Versuchstag
Blue	20	5	25	1
	21	4	25	2
	22	3	25	3
	22	3	25	4
	23	2	25	5
	23	2	25	6
	21	4	25	7
	24	1	25	8
	25	0	25	9
	23	2	25	10
	23	2	25	11
	23	2	25	12
Cora	22	3	25	1
	23	2	25	2
	21	4	25	3
	21	4	25	4
	23	2	25	5
	23	2	25	6
Salma	20	5	25	1
	21	4	25	2
	21	4	25	3
	20	5	25	4
	20	5	25	5
	24	1	25	6
	23	2	25	7
	25	0	25	8
	24	1	25	9

	22	3	25	10
	20	5	25	11
	21	4	25	12
Edie	21	4	25	1
	22	3	25	2
	22	3	25	3
	25	0	25	4
	24	1	25	5
	25	0	25	6
	22	3	25	7
	22	3	25	8
	24	1	25	9
	24	1	25	10
	22	3	25	11
	23	2	25	12

Versuchsreihe Dressurgesicht gegen G3 75% verkleinert				
Versuchstier	Dressurgesicht	G3	Gesamtwahlen	Versuchstag
Blue	20	5	25	1
	22	3	25	2
	21	4	25	3
	22	3	25	4
	22	3	25	5
	23	2	25	6
Salma	19	6	25	1
	19	6	25	2
	22	3	25	3
	22	3	25	4
	19	6	25	5
	19	6	25	6
Edie	23	2	25	1
	20	5	25	2
	22	3	25	3
	20	5	25	4
	23	2	25	5
	20	5	25	6

Versuchsreihe Dressurgesicht gegen G3 87,5% verkleinert				
Versuchstier	Dressurgesicht	G3	Gesamtwahlen	Versuchstag
Blue	17	8	25	1
	17	8	25	2
	19	6	25	3
	21	4	25	4
	22	3	25	5
	18	7	25	6
Salma	18	7	25	1
	16	9	25	2

	20	5	25	3
	17	8	25	4
	12	13	25	5
	18	7	25	6
	20	5	25	7
	15	10	25	8
Edie	16	9	25	1
	16	9	25	2
	14	11	25	3
	19	6	25	4
	19	6	25	5
	15	10	25	6

Versuchsreihe Gesichter ohne Gesicht: Dressurgesicht gegen G2				
Versuchstier	Dressurgesicht	G2	Gesamtwahlen	Versuchstag
Blue	23	2	25	1
	20	5	25	2
	22	3	25	3
	23	2	25	4
	23	2	25	5
	21	4	25	6
Cora	23	2	25	1
	25	0	25	2
	20	5	25	3
	22	3	25	4
	24	1	25	5
	22	3	25	6
Salma	25	0	25	1
	23	2	25	2
	22	3	25	3
	21	4	25	4
	23	2	25	5
	23	2	25	6
Edie	20	5	25	1
	23	2	25	2
	24	1	25	3
	22	3	25	4
	23	2	25	5
	22	3	25	6

Versuchsreihe Gesichter nur Gesicht (quadratisch): Dressurgesicht gegen G3					
Versuchstier	Dressurgesicht	G3	Wahl verweigert	Gesamtwahlen	Versuchstag
Blue	14	10	1	25	1
	12	13		25	2
	14	11		25	3
	14	11		25	4
	15	10		25	5

	15	10		25	6
Cora	13	12		25	1
	14	10	1	25	2
	16	9		25	3
	12	13		25	4
	16	8	1	25	5
	14	10	1	25	6
Salma	14	11		25	1
	16	9		25	2
	16	9		25	3
	15	10		25	4
	13	12		25	5
	12	13		25	6
Edie	12	13		25	1
	18	7		25	2
	14	11		25	3
	13	10	2	25	4
	17	8		25	5
	9	16		25	6

Versuchsreihe Gesichter nur Gesicht (oval): Dressurgesicht gegen G3				
Versuchstier	Dressurgesicht	G3	Gesamtwahlen	Versuchstag
Blue	10	15	25	1
	14	11	25	2
	12	13	25	3
	14	11	25	4
	13	12	25	5
	13	12	25	6
Cora	14	11	25	1
	13	12	25	2
	12	13	25	3
	16	9	25	4
	15	10	25	5
	14	11	25	6
Salma	12	13	25	1
	14	11	25	2
	10	15	25	3
	15	10	25	4
	16	9	25	5
	16	9	25	6
Edie	13	12	25	1
	16	9	25	2
	16	9	25	3
	14	11	25	4
	19	6	25	5
	13	12	25	6

Versuchsreihe kombinierte Gesichter ähnliche Haare (Haare Dressurgesicht + Gesicht G2, Gesicht G3+Dressurgesicht Haare)					
Versuchstier	Dressurgesicht	G3	Wahl verweigert	Gesamtwahlen	Versuchstag
Blue	12	13		25	1
	15	10		25	2
	16	9		25	3
	17	8		25	4
	10	15		25	5
	16	9		25	6
Cora	10	15		25	1
	15	10		25	2
	18	7		25	3
	17	8		25	4
	13	12		25	5
	15	10		25	6
Salma	9	16		25	1
	18	7		25	2
	20	5		25	3
	15	8	2	25	4
	20	5		25	5
	15	10		25	6
Edie	8	17		25	1
	13	12		25	2
	17	8		25	3
	15	10		25	4
	16	9		25	5
	15	10		25	6

Versuchsreihe kombinierte Gesichter ähnliche Haare (Haare Dressurgesicht + Gesicht G2, Gesicht G3+Dressurgesicht Haare)					
Versuchstier	Dressurgesicht	G3	Wahl verweigert	Gesamtwahlen	Versuchstag
Blue	12	13		25	1
	15	10		25	2
	16	9		25	3
	17	8		25	4
	10	15		25	5
	16	9		25	6
Cora	10	15		25	1
	15	10		25	2
	18	7		25	3
	17	8		25	4
	13	12		25	5
	15	10		25	6
Salma	9	16		25	1

	18	7		25	2
	20	5		25	3
	15	8	2	25	4
	20	5		25	5
	15	10		25	6
Edie	8	17		25	1
	13	12		25	2
	17	8		25	3
	15	10		25	4
	16	9		25	5
	15	10		25	6

Versuchsreihe kombinierte Gesichter unterschiedliche Haare (Haare DG+G3, Gesicht G3+DG)				
Versuchstier	Dressurgesicht	G2	Gesamtwahlen	Versuchstag
Blue	19	6	25	1
	22	3	25	2
	21	4	25	3
	21	4	25	4
	22	3	25	5
	22	3	25	6
Cora	23	2	25	1
	20	5	25	2
	22	3	25	3
	23	2	25	4
	18	7	25	5
	21	4	25	6
Salma	19	6	25	1
	20	5	25	2
	21	4	25	3
	17	8	25	4
	21	4	25	5
	18	7	25	6
Edie	24	1	25	1
	18	7	25	2
	24	1	25	3
	21	4	25	4
	20	5	25	5
	20	5	25	6

9.3 Maximalwertnormierungen der Daten der einzelnen Versuchsreihen zur Berechnung der Statistik

Versuchsreihe: Dressurgesicht gegenG1					
Wahl auf das Dressurgesicht [Maximalwertnormierung]					
Versuchstage	Tobi	Cora	Salma	Edie	Blue
1	0,56	0,8	0,8	0,84	0,76
2	0,96	0,64	0,88	0,8	0,84
3	0,96	0,76	0,92	0,88	0,96
4	0,8	0,76	0,76	0,96	0,76
5	0,88	0,76	0,96	0,8	0,8
6	0,84	0,84	0,96	0,72	0,8
7	0,68	0,8	0,96	0,92	0,8
8	0,96	0,72	0,96	0,8	0,68
9	0,68	0,84	0,88	0,88	0,88
10	0,8	0,76	0,84	0,76	0,92
11	0,8	0,8	0,92	0,88	0,96
12	0,92	0,8	1	0,8	0,84

Versuchsreihe: Dressurgesicht gegenG2					
Wahl auf das Dressurgesicht [Maximalwertnormierung]					
Versuchstage	Tobi	Cora	Salma	Edie	Blue
1	1	0,72	0,8	0,56	1
2	0,88	0,92	0,88	0,72	0,88
3	0,64	0,88	0,88	0,6	0,88
4	0,88	0,88	0,8	0,76	0,76
5	0,84	0,92	0,92	0,76	0,96
6	0,72	0,92	0,8	0,88	0,96
7	0,88	0,76	0,88	0,76	0,92
8	0,8	0,84	0,88	0,72	0,92
9	0,76	0,84	0,88	0,84	1
10	0,96	0,92	0,96	0,8	0,92
11	1	1	0,96	0,72	0,96
12	1	0,8	0,92	0,88	0,88

Versuchsreihe: Dressurgesicht gegenG3					
Wahl auf das Dressurgesicht [Maximalwertnormierung]					
Versuchstage	Tobi	Cora	Salma	Edie	Blue
1	0,96	0,84	0,96	0,8	0,68
2	0,88	1	0,88	0,88	0,92
3	1	0,88	0,92	1	0,96
4	0,84	1	0,88	0,84	0,88
5	0,92	1	0,92	0,96	0,92
6	1	0,84	0,88	0,76	0,92
7	0,92	1	0,88	0,76	0,88
8	0,88	1	0,92	0,88	0,92

9	0,96	0,96	0,8	0,96	0,88
10	0,96	0,96	1	1	0,88
11	0,96	0,84	0,92	1	0,96
12	1	0,88	0,92	0,96	0,92

Versuchsreihe: Dressurgesicht gegenG4	
Wahl auf das Dressurgesicht [Maximalwertnormierung]	
Versuchstage	Blue
1	0,84
2	0,92
3	0,84
4	0,88
5	0,84
6	0,84
7	0,8
8	0,88
9	0,8
10	0,92
11	0,96
12	0,84

Versuchsreihe: 180° gedrehte Gesichter (Dressurgesicht gegenG4)				
Wahl auf das Dressurgesicht [Maximalwertnormierung]				
Versuchstage	Blue	Cora	Salma	Edie
1	0,55	0,65	0,65	0,65
2	0,55	0,4	0,6	0,55
3	0,4	0,55	0,55	0,75
4	0,5	0,55	0,65	0,65
5	0,6	0,5	0,35	0,65
6	0,65	0,75	0,5	0,55
7	0,6	0,52	0,5	0,65
8	0,6	0,44	0,5	0,55
9	0,55	0,44	0,55	0,5
10	0,55	0,48	0,75	0,65
11	0,5	0,4	0,55	0,85
12	0,65	0,48	0,55	0,55
13	0,65	0,52	0,6	0,45
14	0,9		0,6	0,65
15	0,65		0,7	0,25

Versuchsreihe: Dressurgesicht gegenG4 Belohnung wie bei umgedrehten Gesichtern		
Wahl auf das Dressurgesicht [Maximalwertnormierung]		
Versuchstage	Blue	Salma
1	0,9	0,95
2	0,95	0,9
3	0,95	0,85
4		0,85
5		0,8

6		0,9
7		0,95

Versuchsreihe: Dressurgesicht gegenG3 um 50% verkleinert				
Wahl auf das Dressurgesicht [Maximalwertnormierung]				
Versuchstage	Blue	Cora	Salma	Edie
1	0,8	0,88	0,8	0,84
2	0,84	0,92	0,84	0,88
3	0,88	0,84	0,84	0,88
4	0,88	0,84	0,8	1
5	0,92	0,92	0,8	0,96
6	0,92	0,92	0,96	1
7	0,84		0,92	0,88
8	0,96		1	0,88
9	1		0,96	0,96
10	0,92		0,88	0,96
11	0,92		0,8	0,88
12	0,92		0,84	0,92

Versuchsreihe: Dressurgesicht gegenG3 um 75% verkleinert			
Wahl auf das Dressurgesicht [Maximalwertnormierung]			
Versuchstage	Blue	Salma	Edie
1	0,8	0,76	0,92
2	0,88	0,76	0,8
3	0,84	0,88	0,88
4	0,88	0,88	0,8
5	0,88	0,76	0,92
6	0,92	0,76	0,8

Versuchsreihe: Dressurgesicht gegenG3 um 87,5% verkleinert			
Wahl auf das Dressurgesicht [Maximalwertnormierung]			
Versuchstage	Blue	Salma	Edie
1	0,68	0,72	0,64
2	0,68	0,64	0,64
3	0,76	0,8	0,56
4	0,84	0,68	0,76
5	0,88	0,48	0,76
6	0,72	0,72	0,6
7		0,8	
8		0,6	

Versuchsreihe: Gesichter nur Haare (Dressurgesicht gegenG2)				
Wahl auf das Dressurgesicht [Maximalwertnormierung]				
Versuchstage	Blue	Cora	Salma	Edie
1	0,92	0,92	1	0,8
2	0,8	1	0,92	0,92

3	0,88	0,8	0,88	0,96
4	0,92	0,88	0,84	0,88
5	0,92	0,96	0,92	0,92
6	0,84	0,88	0,92	0,88

Versuchsreihe: Gesichter nur Gesicht quadratisch (Dressurgesicht gegenG3)				
Wahl auf das Dressurgesicht [Maximalwertnormierung]				
Versuchstage	Blue	Cora	Salma	Edie
1	0,56	0,52	0,56	0,48
2	0,48	0,56	0,64	0,72
3	0,56	0,64	0,64	0,56
4	0,56	0,48	0,6	0,52
5	0,6	0,64	0,52	0,68
6	0,6	0,56	0,48	0,36

Versuchsreihe: Gesichter nur Gesicht oval (Dressurgesicht gegenG3)				
Wahl auf das Dressurgesicht [Maximalwertnormierung]				
Versuchstage	Blue	Cora	Salma	Edie
1	0,4	0,56	0,48	0,52
2	0,56	0,52	0,56	0,64
3	0,48	0,48	0,4	0,64
4	0,56	0,64	0,6	0,56
5	0,52	0,6	0,64	0,76
6	0,52	0,56	0,64	0,52

Versuchsreihe: kombinierte Gesichter ähnliche Haare				
Wahl auf das Dressurgesicht [Maximalwertnormierung]				
Versuchstage	Blue	Cora	Salma	Edie
1	0,48	0,4	0,36	0,32
2	0,6	0,6	0,72	0,52
3	0,64	0,72	0,8	0,68
4	0,68	0,68	0,6	0,6
5	0,4	0,52	0,8	0,64
6	0,64	0,6	0,6	0,6

Versuchsreihe: kombinierte Gesichter unterschiedliche Haare				
Wahl auf das Dressurgesicht [Maximalwertnormierung]				
Versuchstage	Blue	Cora	Salma	Edie
1	0,76	0,92	0,76	0,96
2	0,88	0,8	0,8	0,72
3	0,84	0,88	0,84	0,96
4	0,84	0,92	0,68	0,84
5	0,88	0,72	0,84	0,8
6	0,88	0,84	0,72	0,8

9.4 Dressur - und Testbilder