

**Messung des Wohlbefindens von Tieren –
die Ermittlung kognitiver Verzerrungen am Beispiel des Pferdes**

von Sandra Löckener

Inaugural - Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde
(Dr. rer. biol. vet.)
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität
München

**Messung des Wohlbefindens von Tieren –
die Ermittlung kognitiver Verzerrungen am Beispiel des Pferdes**

von Sandra Löckener
aus Nürnberg

München 2021

Aus dem Veterinärwissenschaftlichen Department
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Lehrstuhl für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung

Arbeit angefertigt unter der Leitung von:
Univ.-Prof. Dr. Michael H. Erhard

Mitbetreuung durch:
Dr. Anna-Caroline Wöhr

**Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München**

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Reinhard K. Straubinger, Ph.D.

Berichterstatter: Univ.- Prof. Dr. Michael H. Erhard

Korreferent: Priv. - Doz. Dr. Bettina Wollanke

Tag der Promotion: 17.07.2021

Die vorliegende Arbeit ist nach § 6 Abs. 2 Promotionsordnung der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München vom 15.01.2007 als kumulative

Dissertation gestaltet worden. Die im Abschnitt IV dargestellten Ergebnisse sind in den englischsprachigen peer-reviewed Journalen "*Journal of Veterinary Behavior*" und "*Dairy Science, Veterinary and Animal Husbandry*" publiziert worden.

Für Daddy

Probier's mal mit Gemütlichkeit

INHALTSVERZEICHNIS

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	5
VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN UND TABELLEN	6
Abbildungsverzeichnis.....	6
Tabellenverzeichnis.....	8
I. EINLEITUNG	9
II. ERWEITERTE LITERATURÜBERSICHT	12
2.1 Beurteilung des Wohlbefindens von Tieren.....	12
2.1.1 Kognition.....	12
2.1.2 Emotion.....	13
2.1.2.1 Negative Emotion.....	13
2.1.2.2 Positive Emotion.....	15
2.1.3 Zusammenhang zwischen Emotion und Kognition.....	15
2.1.4 Messung kognitiver Prozesse zur Beurteilung des Wohlbefindens von Tieren.....	16
2.1.5 Cognitive bias.....	17
2.1.6 Judgement bias Tests.....	18
2.1.6.1 Go/No Go und Go/Go Methode.....	21

2.1.6.2 Versuchsanordnungen zur Messung von judgement bias.....	22
2.1.7 Ein geeignetes Modelltier für einen räumlichen Unterscheidungstest zur Ermittlung des judgement bias.....	32
2.1.7.1 Die Möglichkeit verschiedener Haltungsbedingungen.....	32
2.1.7.2 Visuelle Fähigkeit.....	33
2.1.7.3 Kognitive Fähigkeit.....	33
2.1.7.4 Herausforderungen mit dem Modelltier Pferd.....	34
III. TIERE, MATERIAL UND METHODEN.....	35
3.1 Literaturrecherche.....	35
3.2 Örtlichkeit.....	35
3.3 Tiere.....	36
3.4 Haltungsbedingungen.....	38
3.5 Versuchsapparat und Versuchsareal.....	39
3.6 Gewöhnung und vorbereitendes Training.....	42
3.7 Test.....	43
3.8 Datenanalyse.....	44

IV. PUBLIZIERTE ERGEBNISSE	45
4.1. Pasturing in herds following housing in horseboxes induces a positive cognitive bias in horses.....	45
4.2 Measuring Animal Welfare – Assessing Cognitive Bias as a Potential Approach.....	52
V. ZUSAMMENFASSUNG DER PUBLIZIERTEN ERGEBNISSE	63
5.1 Training.....	63
5.1.1 Stichprobengröße.....	63
5.1.2 Erfolgreicher Abschluss des Trainings.....	64
5.2 Test.....	65
VI. ERWEITERTE ERGEBNISSE	71
VII ERWEITERTE DISKUSSION	73
7.1 Gewöhnung.....	73
7.2 Training.....	73
7.2.1 Go/No Go and Go/Go Methode.....	73
7.2.2 Ausschluss von Pferden.....	75
7.2.3 Weitere Ansätze zur Messung von Gemütszuständen.....	76
7.2.4 Umweltanreicherung durch Training.....	77

7.2.5 Trainingseinheiten zum erfolgreichen Abschluss.....	78
7.2.6 Langzeitgedächtnis für Lerninhalte.....	79
7.2.7 Weitere interessante Fragestellung.....	79
7.3 Test.....	80
7.3.1 Positive kognitive Verzerrung nach Umweltanreicherung.....	80
7.3.2 Optimismus nach dem Ende einer Phase in negativem Gemütszustand.....	81
VIII. ZUSAMMENFASSUNG	85
Messung des Wohlbefindens von Tieren – die Ermittlung kognitiver Verzerrungen am Beispiel des Pferdes.....	85
IX. SUMMARY	88
Measuring animal welfare – the assessment of cognitive bias using the horse as an example.....	88
X. ERWEITERTES LITERATURVERZEICHNIS	90
XI. DANKSAGUNG	102

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abkürzung	Bezeichnung
hb	Haltungsform in Pferdeboxen
M	Mittlere Position
MS+	Mittlere Position nahe des positiven Stimulus
MS-	Mittlere Position nahe des negativen Stimulus
p1	Haltungsform mit Weidegang
p2	Haltungsform mit erneutem Weidegang
S+	Positiver Stimulus
S-	Negativer Stimulus

VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN UND TABELLEN

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Haltungsbedingungen der Pferde; Haltungsform p1 (n = 13) mit Weidegang, Haltungsform hb (n = 6) in Pferdeboxen und Haltungsform p2 (n = 7) mit erneutem Weidegang.....	38
Abbildung 2:	Versuchsbox, von einem Pferd geöffnet.....	39
Abbildung 3:	Versuchsareal mit den unterschiedlichen Positionen der Versuchsbox: S+ (positiver Stimulus, Pferde können der Versuchsbox Futter entnehmen), S- (negativer Stimulus, Futter ist für die Pferde nicht erreichbar), MS+ (nahe des positiven Stimulus), MS- (nahe des negativen Stimulus), M (Mitte zwischen S+ und S-).....	40
Abbildung 4:	Versuchsareal mit der Versuchsbox in Position S+ (positiver Stimulus, das Pferd kann der Versuchsbox Futter entnehmen) und dem Versuchsleiter an der Startlinie.....	41
Abbildung 5:	Unterschiede in den Annäherungen an den negativen Stimulus (S-) zwischen der Anfangsphase p1 (n = 13) mit Weidegang, Haltungsform hb (n = 6) in Pferdeboxen und Haltungsform p2 (n = 7) mit erneutem Weidegang.....	66
Abbildung 6:	Unterschiede in den Geschwindigkeiten, mit denen sich die Pferde dem negativen Stimulus (S-) näherten zwischen der Anfangsphase p1 (n = 13) mit Weidegang, Haltungsform hb (n = 6) in Pferdeboxen und Haltungsform p2 (n = 7) mit erneutem Weidegang.....	67

Abbildung 7:	Unterschiede in den Annäherungen an die mittlere Position nahe des negativen Stimulus (MS-) zwischen der Anfangsphase p1 (n = 13) mit Weidegang, Haltungsform hb (n = 6) in Pferdeboxen und Haltungsform p2(n = 7) mit erneutem Weidegang.....	69
Abbildung 8:	Unterschiede in den Geschwindigkeiten, mit denen sich die Pferde dem positiven Stimulus (S+) annäherten zwischen der Anfangsphase p1 (n = 13) mit Weidegang, Haltungsform hb (n = 6) in Pferdeboxen und Haltungsform p2 (n = 7) mit Weidegang.....	70
Abbildung 9:	Unterschiede in der Geschwindigkeit, mit der sich die Pferde der mittleren Position nahe des negativen Stimulus annäherten, zwischen der Anfangsphase p1 (n = 13) mit Weidegang und der Haltungsform p2 (n = 7) mit erneutem Weidegang nach einer Phase in Boxenhaltung.	72

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Rasse, Alter in Jahren und Haltungsform (p1 = mit Weidegang (n = 13), hb = in Boxenhaltung (n = 6), p2 = mit erneutem Weidegang (n = 7)) der teilnehmenden Pferde.....	37
------------	--	----

I. EINLEITUNG

Statistiken zufolge steigt die Anzahl der Tiere, die als Haustiere gehalten werden (Statista, 2019). Tiere sind Teil der Gesellschaft und erfüllen wichtige Funktionen als Nutztiere. Dem Grundsatz des deutschen TierSchG (§1) ist hierzu zu entnehmen: "Zweck dieses Gesetzes ist es, aus der Verantwortung des Menschen für das Tier als Mitgeschöpf dessen Leben und Wohlbefinden zu schützen" (Tierschutzgesetz, 2006). Ein Tierhalter muss demnach wissen, welche Haltungsbedingungen zu Wohlbefinden führen, um die Bedürfnisse des Tieres erfüllen zu können. Nun kann ein Tier nicht verbal Auskunft über sein Befinden geben. Somit ist die Forschung auf indirekte Messungen, wie Verhaltensbeobachtungen und physiologische Evaluationen angewiesen, um Einblick in das Wohlergehen von Tieren zu erhalten. Der affektive Zustand und daraus resultierende Verzerrungen der Wahrnehmung können hier Aufschluss über den emotionalen Zustand eines Tieres und sein Wohlbefinden geben. In diesem Zusammenhang stellte sich die Evaluation von kognitiver Verzerrung (cognitive bias) als nützlich heraus, um den affektiven Zustand zu bestimmen und Rückschlüsse auf die Emotionen von Tieren ziehen zu können.

Kognitive Verzerrung bezeichnet eine Tendenz zu positiv oder negativ verzerrter Wahrnehmung. Diese Tendenz der Wahrnehmung erfolgt unbewusst, um Umstände effizient einzuschätzen, sowie eine schnelle Entscheidung zu fällen. Dies führt zu einer Verzerrung der Beurteilung,

wenn ein Individuum eine Entscheidung in einer unklaren Situation trifft (Bilalić et al., 2010).

Nachdem Pferde als Freizeitpartner für Menschen eine wichtige Rolle spielen, war es Ziel der vorliegenden Studie, eine Methode zu etablieren, die angewendet werden kann, um kognitive Verzerrungen bei Pferden zu ermitteln und einen Zusammenhang mit verschiedenen Haltungssystemen zu prüfen.

Wenn ein Zusammenhang zwischen dem Haltungssystem und dem affektiven Zustand besteht, kann mithilfe dieser Tests ermittelt werden, welche Haltungsbedingungen bei Pferden zu Wohlbefinden führen. Das Wohlergehen der Pferde kann optimiert werden, indem Haltungsbedingungen so konzipiert werden, dass sie einen positiven, affektiven Zustand bei den Tieren fördern.

Um eine kognitive Verzerrung bei den untersuchten Pferden zu ermitteln, wurden die Pferde trainiert, eine bestimmte Position im Raum - wenn dort eine Versuchsbox steht (hier konnten sie die Versuchsbox öffnen und Futter entnehmen) - von einer anderen, bestimmten Position im Raum - wenn dort die gleiche Versuchsbox steht (hier war die Versuchsbox verschlossen) - zu unterscheiden. Das Training wurde als erfolgreich bewertet, wenn die Pferde sich der Box in der belohnten Position annäherten und der unbelohnten Position nicht annäherten. Anschließend wurden dazwischenliegende Positionen präsentiert und ausgewertet, ob die Pferde eine Belohnung erwarteten und sich der Versuchsbox näherten - was darauf hindeutet, dass sie sich in einem positiven affektiven Zustand befanden - oder sie davon ausgingen, dass

sie kein Futter erhalten würden und sich deshalb nicht annäherten - was auf einen negativen, affektiven Zustand hindeutet. Um zu bewerten, wie zögernd die Pferde ihre Entscheidung getroffen haben, wurde außerdem die Zeit aufgezeichnet, die von den Pferden benötigt wurde, um die Versuchsbox zu erreichen.

Getestet wurde der Einfluss zweier, verschiedener Haltungsbedingungen: tagsüber Koppelgang mit Artgenossen und nachts einzeln in Pferdeboxen (Anfangsphase p1 und Phase p2) sowie 24 Stunden einzeln in Pferdeboxen (Phase hb).

Basierend auf den Ergebnissen früherer Studien (Bateson und Matheson, 2007; Burman et al., 2008; Douglas et al., 2012) wurde angenommen, dass während der Phase hb der Entzug der Umweltanreicherung und damit die Unterbindung einiger typischer Verhaltensweisen des Pferdes, den affektiven Zustand der Tiere negativ beeinflusst. Dies würde zu einer negativen Erwartungshaltung bei der Beurteilung uneindeutiger Situationen führen. Während der zweiten Phase mit Koppelgang und Kontakt zu Artgenossen (p2) wurde ein positiver affektiver Zustand bei den Pferden aufgrund der Umweltanreicherung erwartet. Die Tiere würden dann öfter eine Belohnung an uneindeutigen Positionen erwarten.

Wenn zwischen den Haltungsbedingungen und dem affektiven Zustand von Pferden ein Zusammenhang besteht, könnte das Wohlbefinden von Pferden verbessert werden, indem die Haltung so gestaltet wird, dass sie einen positiven, affektiven Zustand bei Pferden bewirken.

II. ERWEITERTE LITERATURÜBERSICHT

2.1 Beurteilung des Wohlbefindens von Tieren

Bereits im 19. Jahrhundert wurde in der Literatur über Freundlichkeit gegenüber Tieren geschrieben (Headmistress, 1898), im Laufe des 20. Jahrhunderts wurde die Bezeichnung „Wohlbefinden“ in Bezug auf Tiere zunehmend diskutiert (siehe Duncan und Dawkins, 1983) und Studien zu diesem Thema veröffentlicht (z. B. Fountaine und Atkeson, 1950). In Diskussionen über die Beurteilung des Wohlbefindens von Tieren sind die Begriffe „Kognition“ und „Emotion“ von herausragender Bedeutung (Würbel, 2010). Im Vordergrund steht die Frage, ob Tiere über Empfindungsfähigkeit und kognitive Fähigkeiten verfügen.

2.1.1 Kognition

Viele Arten, die zu den höheren, warmblütigen Wirbeltieren (Säugetiere, Vögel) gehören, verfügen über kognitive Fähigkeiten (Siemann et al., 1998). Der Begriff "Kognition" umfasst Prozesse, in denen Informationen aufgenommen, verarbeitet, behalten und für die Entscheidungsfindung verwendet werden (Stangl, 2020). So sind

beispielsweise Aufmerksamkeit, Gedächtnis, Interpretationen und Assoziationen kognitive Prozesse (Rinck und Becker, 2018).

2.1.2 Emotion

Eine Definition des Begriffs "Emotion" im Tierkontext wurde 2018 von Paul und Mendl konstruiert: Eine Emotion ist eine Multikomponentenreaktion (subjektiv, physiologisch, verhaltensbezogen und kognitiv) auf einen Reiz oder ein Ereignis. Hierbei kann als das Schlüsselmerkmal einer Emotion seine subjektive Komponente angesehen werden. Emotionen entstehen sowohl durch die Art und Weise wie der Einzelne das Ereignis bewertet und wahrnimmt, als durch das Ereignis selbst (Boissy und Erhard, 2014). Ein emotionales Ereignis kann dabei durch die Vorstellung, aber auch durch tatsächlich auftretende Ereignisse erzeugt werden und ist relevant für das Wohlbefinden eines Individuums (Paul und Mendl, 2018).

2.1.2.1 Negative Emotion

Negative Emotionen konnten durch eine Bestrafung oder ihre Prädiktoren, (beispielsweise von Douglas et al. (2012) durch ein leicht aversives Erlebnis: der Klick eines Klickers für die Hundebildung sagte voraus, dass ein Plastiksack ins Gesicht von Schweinen wischt),

das Weglassen einer erwarteten Belohnung, (beispielsweise von Lv et al. (2018) durch die Frustration, nicht an Futter zu gelangen: die Futtereimer waren mit einer perforierten Abdeckung versehen, um die Futterraufnahme bei Kälbern zu verhindern), durch Angst (beispielsweise von Bateson et al. (2011) durch Simulation eines gefährlichen Ereignisses: heftiges Schütteln von Bienen simulierte einen Angriff) oder durch soziale Isolation (beispielsweise von Salmeto et al. (2011) durch soziale Isolation von Hühnern) hervorgerufen werden.

Die Wiederholung negativer Emotionen wird als ursächlich für ein gefährdetes Wohlbefinden angesehen (Hausberger et al., 2019). Dies gilt insbesondere für Angst: die Verallgemeinerung von Angstgedächtnissen ist ein adaptiver neurobiologischer Prozess, der das Überleben in komplexen und dynamischen Umgebungen fördert. Wenn ein Tier mit einer potenziellen Bedrohung konfrontiert wird, muss es eine geeignete Abwehrreaktion auswählen, die auf früheren Erfahrungen basiert. Es muss Kontextinformationen abwägen, die Sicherheit oder Gefahr vorhersagen können (Asok et al., 2019). Tiere, von denen angenommen wird, dass sie negative Emotionen haben, quietschen, unternehmen Fluchtversuche, setzen häufig Kot und Urin ab oder zeigen andere Verhaltensmerkmale (Forkman et al., 2007).

In emotionalen Situationen, die sowohl positiv als auch negativ behaftet sein können, reagieren Tiere ebenso mit starken Verhaltensreaktionen wie Körperzittern oder Lautäußerung und intensiven physiologischen

Reaktionen wie dem Anstieg der Herzfrequenz (z. B. Kozak et al., 2018).

2.1.2.2 Positive Emotion

Positive Emotionen können durch eine Belohnung (beispielsweise von Berridge (1996) sowie Olczak et al. (2018) durch Nahrung) oder die Beendigung einer Bestrafung (beispielsweise von Sanger et al. (2011) nach dem Scheren von Schafen) erzeugt werden.

Wenn Individuen Objekte oder Ereignisse erlangen, die sie anstreben zu erlangen, erleben sie in der Regel kurzfristige positive Auswirkungen („Freude“). Ebenso scheint es, als würde die Überwindung unangenehmer Ereignisse wie z. B. Schmerz zur kurzzeitigen Empfindung von Freude führen (für Details: Leknes und Tracey, 2008).

Von der Erwartung einer positiven (Belohnung) oder negativen (Bestrafung) Rückmeldung hängt in hohem Maße die Motivation zur Verhaltensänderung eines Tieres ab (Jager et al., 2020).

2.1.3 Zusammenhang zwischen Emotion und Kognition

Seit Ende des 20. Jahrhunderts wird nach Verbindungen und Zusammenhängen zwischen Gefühl und Verstand gesucht und es besteht

ein großes Interesse an den emotionalen Grundlagen des Denkens (Balzer et al., 2015). Daraus entstand die kognitionswissenschaftlich orientierte Emotionsforschung, deren Aufgabe darin besteht, Struktur und Funktionsweise des Emotionssystems zu rekonstruieren (Reisenzein, 2019).

Kognition und Emotion beeinflussen sich gegenseitig. So beinhalten Emotionen kognitive Prozesse (Clare und Ortony, 2000) und Emotionen wird eine zentrale Rolle in der Modulation von Kognition zugeschrieben (Fortin et al., 2018; Morawetz und Heekeren, 2019). Es ergibt sich die Frage, inwieweit kognitive Prozesse Auskunft über den emotionalen Zustand von Tieren geben und damit zur Beurteilung des Wohlbefindens herangezogen werden können.

2.1.4 Messung kognitiver Prozesse zur Beurteilung des Wohlbefindens von Tieren

Generell können subjektive Empfindungen kognitive Prozesse beeinflussen. Dies kann sich in kognitiver Voreingenommenheit (cognitive bias) zeigen (Würbel, 2010) und wird auch als kognitive Verzerrung bezeichnet (Starzak, 2014). Daraus ergibt sich der vielversprechende Ansatz, die Emotionen und damit das Wohlbefinden von Tieren mithilfe der Erfassung einer kognitiven Verzerrung (cognitive bias) zu beurteilen.

Ein solcher Test basiert also auf der Erkenntnis, dass Emotionen

kognitive Funktionen beeinflussen (Weiler, 2015).

2.1.5 Cognitive bias

Kognitive Verzerrung bezeichnet die Tendenz, Informationen aufgrund affektiver Zustände auf bestimmte Weise zu verarbeiten (Kremer et al., 2020). In diesem Zusammenhang definierten Paul, Harding und Mendl drei Kategorien: Aufmerksamkeit, Erinnerung und Entscheidung/judgement bias (Paul et al., 2005). Die Aufmerksamkeit ängstlicher – im Vergleich zu der Aufmerksamkeit ruhiger - Individuen ist vermehrt auf ängstigende Reize gerichtet und klassifiziert diese als solche (Matthews und MacLeod, 1994; Bar-Haim et al., 2007). Ihre Aufmerksamkeit richtet sich vornehmlich auf potenzielle Gefahren (Paul et al., 2005), ambivalente Informationen werden negativ interpretiert (Eysenck et al., 1991; Mogg und Bradley, 1998; Bateson und Matheson, 2007; Brilot et al., 2010) und negative Ereignisse vermehrt gespeichert. Dies wird als negative, kognitive Verzerrung bezeichnet und steht im Gegensatz zu einer positiven, kognitiven Verzerrung, bei der Situationen tendenziell positiv bewertet werden. Aufgrund einer negativen oder positiven Erwartung entsteht dann eine Verzerrung der Beurteilung, wenn die Situation eine Entscheidung erfordert. Als judgement bias wird diese Tendenz bezeichnet, mehr oder weniger optimistisch über mehrdeutige Hinweise oder Situationen zu urteilen (Kremer et al., 2020). Eine kognitive Verzerrung ermöglicht

Umstände schnell einzuschätzen, um eine schnelle Entscheidung zu treffen (Bilalic et al., 2010). Diese wird besonders wichtig, wenn eine genaue Gewichtung der Situation zu schwierig oder zu langwierig ist oder Informationen zu spärlich sind (Baddeley et al., 2004).

Eine kognitive Verzerrung wurde auch bei Tieren festgestellt. Somit kann der emotionale Zustand von Tieren durch die Ermittlung kognitiver Verzerrung objektiv bestimmt werden (Brilot et al., 2009). Als vielversprechendes Instrument zur Beurteilung des emotionalen Zustands von Tieren werden sogenannte „judgement bias Tests“ angesehen (Roelofs et al., 2016).

2.1.6 Judgement bias Tests

Um einen judgement bias Test absolvieren zu können, lernt ein Tier, zwischen einem Reiz, der eine positive Konsequenz (S+) vorhersagt, und einem Reiz, der eine negative Konsequenz (S-) vorhersagt, zu unterscheiden. Hat das Tier diese Unterscheidung gelernt, wird ihm ein uneindeutiger Reiz präsentiert, der zwischen den ursprünglichen Reizen liegt (Mendl et al., 2011).

Entsprechende Tests fanden beispielsweise an Ratten (Brown et al., 1951; von Frijtag et al., 2000; Harding et al., 2004; Burman et al., 2008; Enkel et al., 2010; Brydges et al., 2011; Richter et al., 2012; Anderson et al., 2013; Franks et al., 2013; Kane et al., 2019), Hunden (Mendl et al., 2010; Burman et al., 2011; Müller et al., 2012), Schweinen (Douglas et

al., 2012; Bolhuis et al., 2013; Döpjan et al., 2013; Scollo et al., 2014), Schafen (Doyle et al., 2010, 2011a, 2011b; Sanger et al., 2011; Destrez et al., 2014; Verbeek et al., 2014; Verbeek et al., 2019), Kälbern (Neave et al., 2013), Staren (Bateson und Matheson, 2007; Matheson et al., 2008; Brilot et al., 2009, 2010), Hühnern (Salmeto et al., 2011), Bären (Keen et al., 2014), Rhesusaffen (Bethell et al., 2012), Ziegen (Briefer und McElligott, 2013) und Pferden (Löckener et al., 2016) statt.

Die Reize, die entweder ein positives Erlebnis (z. B. eine Belohnung) oder ein negatives oder weniger positives Erlebnis (z. B. keine Belohnung oder eine Bestrafung) vorhersagen, können akustisch (z. B. Harding et al. 2004: Töne unterschiedlicher Frequenzen), visuell (z. B. Bateson und Matheson, 2007: Karten in unterschiedlicher Helligkeit; Brilot et al., 2010: Hintergrundfarben verschiedener Helligkeiten; Burman et al., 2009: unterschiedliche Positionen im Raum), sensorisch (Brydges et al., 2011: Sandpapier verschiedener Körnung) oder olfaktorisch (Boleij et al., 2012: unterschiedliche Gerüche) sein.

Anschließend wird der affektive Zustand der Tiere manipuliert. Ein negativer Gemütszustand konnte beispielsweise durch die Präsentation unvorhersehbarer Ereignisse (Doyle et al., 2011b), den Entzug von Umwelthanreicherung (Burman et al., 2008), den Warnruf eines Artgenossen (Brilot et al., 2009), Schmerz (Neave et al., 2013), die Präsentation erschreckter Augen eines Artgenossen (Brilot et al., 2009), Scheren (Sanger et al., 2011), soziale Isolation (Doyle et al., 2010; Salmeto et al., 2011; Döpjan et al., 2013; Verbeek et al., 2019), helle Beleuchtung (Burman et al., 2009), schütteln (Bateson et al., 2011), eine

Niederlage gegen einen Rivalen (von Frijtag et al., 2000) oder die Gabe von Neuromodulatoren, die Stress simulieren (Enkel et al., 2010) hervorgerufen werden. Ein positiver Gemütszustand zeigte sich nach Umweltanreicherung (Matheson et al., 2008; Brydges et al., 2011; Douglas et al., 2012), einer erfolgreichen Futtersuche (Burman et al., 2011), der Verabreichung von Antidepressiva (von Frijtag et al., 2000) und dem Ende eines aversiven Ereignisses (Burman et al., 2009; Doyle et al., 2010; Sanger et al., 2011; Briefer und Mc Elligott, 2013).

Wenn die Tiere durch das Training die Unterscheidung zwischen dem positiven und dem negativen Reiz gelernt hatten, wurde ihre Reaktion auf dazwischenliegende (uneindeutige) Reize ermittelt. Zeigten die Tiere eine gesteigerte Erwartung einer Belohnung als Reaktion auf diese uneindeutigen Reize, wurden sie als optimistisch oder mit positiver, kognitiver Verzerrung eingestuft; zeigten sie eine erhöhte Erwartung einer Bestrafung oder eine verringerte Erwartung einer Belohnung, wurden sie als pessimistisch oder mit negativer, kognitiver Verzerrung eingestuft (Douglas et al., 2012).

Im Allgemeinen zeigten diese Studien, dass die Tiere pessimistisch waren, wenn sie sich in einem negativen, und optimistisch, wenn sie sich in einem positiven affektiven Zustand befanden.

2.1.6.1 Go/No Go und Go/Go Methode

Der erste experimentelle Entwurf einer Unterscheidungsaufgabe wurde von Harding et al. im Jahr 2004 entwickelt und als Go/No Go Methode charakterisiert. Ratten lernten einen Hebel zu drücken, wenn sie einen bestimmten Ton hörten, um eine Belohnung zu erhalten und den Hebel zu ignorieren, wenn ein anderer bestimmter Ton ertönte, um das aversive Ereignis von statischem Rauschen zu vermeiden. Wenn sie korrekt auf mehr als 50 % der Töne reagierten, wurde die Hälfte der Ratten täglich mit bis zu zwei unvorhersehbaren Stressfaktoren konfrontiert; ein Verfahren, das bei Ratten Depressionen auslösen kann und bei den Tieren einen negativen affektiven Zustand hervorrufen sollte. Nach neun Tagen wurde getestet, wie die Ratten Zwischentöne interpretieren, die zwischen den beiden erlernten Tönen lagen. Im Vergleich zu den Ratten aus der Kontrollgruppe zeigten diejenigen aus der Behandlungsgruppe mit unvorhersehbaren Stressfaktoren eine geringere Erwartung einer Belohnung: sie drückten den Hebel weniger häufig oder nach einer längeren Latenzzeit. Die Ergebnisse weisen auf einen negativen affektiven Zustand bei diesen Ratten hin, was zu einer Beurteilungsverzerrung führte. Basierend auf der Arbeit von Harding et al. (2004) wurden weitere Tests zur kognitiven Verzerrung bei Tieren durchgeführt und das experimentelle Design weiterentwickelt.

Alternativ zu der Go/No Go Methode wurde von Enkel et al. 2010 die

Variante einer Go/Go Methode verwendet. In diesem Studiendesign mussten Ratten aktiv einen Hebel drücken, um eine Belohnung zu erhalten oder eine Bestrafung zu vermeiden.

Beide Ansätze wurden in weiteren Studien eingesetzt.

2.1.6.2 Versuchsanordnungen zur Messung von judgement bias

Im Folgenden wird eine Auswahl von Versuchsanordnungen für judgement bias Tests erörtert, sowie deren Ergebnisse und Relevanz für das Wohlergehen der Tiere.

Ein visueller Unterscheidungstest wurde 2007 von Bateson und Matheson verwendet und zeigte, dass eine Reduktion der Umgebungsqualität zu einer pessimistischen Tendenz bei Vögeln führt. In dem Experiment wurden Stare darauf trainiert, zwischen einem weißen und einem dunkelgrauen Karton zu unterscheiden. Schmackhafte Mehlwürmer wurden hinter dem positiven Reiz platziert, während nicht schmackhafte Mehlwürmer sich hinter dem negativen Reiz befanden. Anschließend wurden unbelohnte Zwischenreize präsentiert (Kartons in verschiedenen Graustufen zwischen Weiß und Dunkelgrau). Diejenigen Stare, die kürzlich eine Verschlechterung ihrer Umgebung erlebt hatten, stuften weniger Zwischenreize als positiv und mehr als negativ ein.

Mit einem ähnlichen experimentellen Design untersuchten Brilot et al.

(2010) die kognitive Verzerrung von Staren und den Zusammenhang mit stereotypem Verhalten. Die Beseitigung der Umweltanreicherung führte nicht zu einer negativen kognitiven Verzerrung. Stattdessen trat eine negative kognitive Verzerrung bei Individuen auf, die stereotypes Verhalten zeigten. Wenn den Vögeln mittlere Grautöne präsentiert wurden, traten jedoch Änderungen der Latenzzeiten auf. Die Autoren gingen davon aus, dass die Vögel schnell lernten, dass Zwischenschattierungen nicht belohnt wurden.

Das von Brilot et al. (2010) beschriebene schnelle Erlernen von unbelohnten Stimuli wurde auch von Doyle et al. (2011 b) bei räumlichen Unterscheidungstest mit Schafen beobachtet. Während der Untersuchungen verursachten Doyle et al. (2011b) einen negativen affektiven Zustand, indem sie Schafe längere Zeit unvorhersehbaren, aversiven Ereignissen aussetzten. Ihre Ergebnisse zeigten, dass sich gestresste Schafe Eimern in Zwischenpositionen weniger häufig näherten als Kontrollschafe, die den aversiven Ereignissen nicht ausgesetzt waren. Dieser Effekt trat jedoch nicht bei allen uneindeutigen Positionen auf, und Doyle et al. (2011b) nahmen an, dass die Tiere schnell lernten, welche Zwischenreize nicht belohnt wurden.

Der räumliche Unterscheidungstest wurde erstmals von Burman et al. (2008) angewendet, um zu bewerten, ob Ratten in einem positiven oder negativen affektiven Zustand unterschiedlich auf uneindeutige positionsbezogene Reize reagieren. Um zwei Gruppen mit

unterschiedlichen affektiven Zuständen zu bilden, erfuhr die Hälfte der Ratten eine Verringerung der Umweltsanreicherung. Alle Ratten begannen dann ein Training, in dem sie lernten, dass eine an einer bestimmten Position platzierte Futterschüssel ihnen freien Zugang zum Futter gewähren würde. An einer anderen bestimmten Position platziert, befand sich das Futter hinter einem Gitter und war nicht erreichbar. Es wurde angenommen, dass die Ratten in der Lage waren, zwischen den beiden Positionen zu unterscheiden, wenn sie eine längere Latenzzeit zeigten, um den nicht belohnten Ort zu erreichen, als den belohnten Ort. Dann wurde die Futterschale an Zwischenpositionen zwischen den beiden erlernten Positionen platziert. An der Stelle nahe der nicht belohnten Position wurde eine längere Latenzzeit für die Ratten mit reduzierter Umweltsanreicherung im Vergleich zu den Ratten festgestellt, die in einer angereicherten Umgebung gehalten worden waren. Burman et al. (2008) schlussfolgerten, dass die Ratten mit der längeren Latenzzeit eine höhere Erwartung eines nicht belohnten Ereignisses zeigten, was mit einem negativen affektiven Zustand korreliert.

Burman et al. verwendeten 2009 ein ähnliches Konzept, als sie den Effekt unterschiedlicher Beleuchtung auf die Emotionen von Ratten testeten. Eine Gruppe lernte die räumliche Unterscheidung bei hellem Licht. Anschließend wurden drei Zwischenpositionen bei schlechten Lichtverhältnissen präsentiert. In der anderen Gruppe waren die Verhältnisse umgekehrt. In der ersten Gruppe wurden im Vergleich zur zweiten Gruppe signifikant kürzere Latenzzeiten verzeichnet. Burman et

al. (2009) interpretierten das Ergebnis, indem sie erklärten, dass das helle Licht anfänglich Angst erzeugte. Der Rückgang der Angst bei schlechten Lichtverhältnissen löste einen positiven affektiven Zustand - und damit eine optimistische Erwartungshaltung aus.

Der Effekt unterschiedlicher Beleuchtung wurde auch von Boleij et al. (2012) ermittelt. BALB / cJ-Mäuse (mit hoher anfänglicher Angst) wurden in einem Unterscheidungstest unter aversiven Weißlichtbedingungen getestet. Sie zeigten eine längere Latenzzeit, um sich dem uneindeutigen Reiz anzunähern, als Mäuse, die unter weniger aversiven Weißlichtbedingungen getestet wurden. Es wird angenommen, dass dies mit einer pessimistischeren Erwartung korreliert. Zusätzlich versuchten Boleij et al. (2012), Mäuse zu trainieren, um zwischen zwei Gerüchen zu unterscheiden. Während BALB / cJ-Mäuse die Unterscheidung lernten und Zwischenreaktionen auf die uneindeutigen Reize zeigten, unterschieden 129P3 / J-Mäuse (mit geringer anfänglicher Angst) nicht zwischen den Reizen. Die BALB / cJ-Mäuse bewerteten den Zwischenreiz unter beiden Testbedingungen als negativ. Dieser Mäusestamm könnte zur Beurteilung emotionaler Zustände verwendet werden, weitere Untersuchungen sind jedoch erforderlich.

Individuelle Unterschiede beim Auftreten pessimistischer Verzerrungen wurden auch von Mendl et al. (2010) bei Hunden festgestellt. In einem räumlichen Unterscheidungstest beobachteten die Forscher, dass Hunde mit sozialer Trennungsangst eine pessimistische kognitive Verzerrung

aufwiesen und sich daher in einem zugrunde liegenden negativen Gemütszustand befanden.

Eine Situation, in der sich Schafe unwohl fühlten, führte vor einem judgement bias Test zu einer positiveren Beurteilung der Situation im Test. Diese Verschiebung wurde von Doyle et al. (2010) nach sozialer Isolation und von Sanger et al. (2011) nach dem Scheren gezeigt. Briefer und McElligott machten 2013 ähnliche Beobachtungen bei Ziegen. In einem räumlichen Unterscheidungstest bewerteten sie die Auswirkung einer langen Zeit des schlechten Wohlergehens (> zwei Jahre) auf die Beurteilung in uneindeutigen Situationen. Es konnte kein Gesamteffekt festgestellt werden, aber weibliche Testziegen aus den mangelhaften Verhältnissen zeigten optimistischere Erwartungen als die Kontrollziegen, was auf eine positivere Bewertung aufgrund der Verringerung des Stresses hindeuten kann. Männliche Testziegen zeigten eine ähnliche Stimmung wie die Kontrollziegen. Offensichtlich erholten sich alle Tiere von der Vernachlässigung und möglicherweise waren Geschlechtsunterschiede relevant.

Im Gegensatz dazu scheint das unmittelbar vorherige Erlebnis von Erregung oder Schmerz eine anhaltende negative Tendenz hervorzurufen. Zum Beispiel haben Bateson et al. (2011) berichtet, dass Honigbienen, die geschüttelt wurden, eine pessimistische kognitive Tendenz aufwiesen. Neave et al. (2013) untersuchten, wie Schmerzen kognitive Prozesse bei Tieren beeinflussen und fanden nach dem

schmerzhaften Prozess des Enthornens mit heißem Eisen eine negative kognitive Verzerrung bei Kälbern. Diese pessimistische Tendenz deutet darauf hin, dass der Schmerz den affektiven Zustand der Kälber negativ beeinflusst.

Burman et al. veranschaulichten 2011 den Zusammenhang zwischen einem kürzlich erlebten Erfolgsgefühl und einer anschließenden Bewertung uneindeutiger Reize. Hunde wurden in einem visuellen Unterscheidungstest trainiert, die Hälfte der Hunde erlebte vor dem Beurteilungstest eine erfolgreiche Nahrungssuche. Die Hunde mit dieser positiven Vorerfahrung zeigten eine signifikant längere Latenzzeit in der Reaktion auf Zwischenreize als diejenigen ohne vorherige positive Erfahrung. Unerwarteter Weise hatten Hunde mit erfolgreicher Nahrungssuche eine geringere Erwartung, Futter zu erhalten.

Wie die Studie von Burman et al. aus 2011 untersuchten andere Studien den positiven affektiven Zustand und seinen Einfluss auf die Erwartungshaltung. Matheson et al. (2008) fanden beispielsweise bei Staren mit angereicherter Umgebung eine optimistische kognitive Tendenz. Die Vögel bewerteten uneindeutige Reize häufiger als mit dem Fütterungserfolg assoziiert, wenn sie in angereicherten Käfigen untergebracht waren als in Standardkäfigen.

Diese Erkenntnis wurde von Brydges et al. (2011) bestätigt, die mit Hilfe eines sensorischen Unterscheidungstests herausfanden, dass eine

Anreicherung der Umwelt einen positiven affektiven Zustand und damit eine optimistische Reaktion auf uneindeutige Reize bei Ratten hervorrief. Die Ratten wurden darauf trainiert, zwischen glattem und rauem Sandpapier zu unterscheiden. Wenn sie sich für das eine entschieden, erhielten sie eine Belohnung von höherem Wert (weiße Schokolade), als wenn sie sich für das andere entschieden (Müsli mit Honig). Als die Ratten die Unterscheidung gelernt hatten, wurden einige Tiere in angereicherte Käfige verbracht und die Reaktion der Ratten auf Sandpapier mittlerer Körnigkeit ermittelt. Die Ratten, die zuvor in Standardkäfigen gehalten und dann in angereicherte Käfige verbracht worden waren, zeigten optimistischere Reaktionen als die Kontrollratten, die in Standardkäfigen blieben.

Ein weiteres experimentelles Design, das von Brilot et al. 2009 angewendet wurde, wendete Bilder von Augen, die Angst auslösten, wenn sie Staren präsentiert wurden, an. Als positiver Stimulus wurde ein Bild mit versteckten Augen gezeigt. Bilder mit halbtransparenten Augen waren die Zwischenreize. Zusätzlich wurden akustische Signale wie charakteristische Warnrufe oder zufällige Geräusche verwendet, um den affektiven Zustand der Stare zu beeinflussen. Die Stare bewerteten positive und intermediäre Reize gleichermaßen.

Salmeto et al. (2011) isolierten Hühner für kurze Zeit, um einen angstvollen affektiven Zustand zu erzeugen. Andere Hühner wurden über einen langen Zeitraum isoliert, um einen depressiven affektiven

Zustand zu verursachen. Nachfolgende judgement bias Tests zeigten eine pessimistische mentale Einstellung bei den kurzzeitig isolierten Hühnern und eine noch ausgeprägtere bei den länger isolierten Hühnern. In Studien mit Schweinen und Hunden führte die Isolierung nicht zu einer negativen kognitiven Verzerrung. Döpjan et al. untersuchten 2013 anhand eines räumlichen Unterscheidungstests den affektiven Zustand von Hausschweinen. Nach dem Training wurde die Hälfte der Schweine mehrmals sozial isoliert und ihnen dann drei uneindeutige Reize präsentiert. Zusätzlich wurde morgens der Cortisolspiegel jedes Tieres bestimmt. Weder die Verhaltenstests noch die Cortisolspiegel zeigten eine kognitive Verzerrung bei den isolierten Schweinen.

In ähnlicher Weise wurde in einer Studie mit Hunden kein affektiver Angstzustand durch Trennung induziert. Müller et al. wendeten 2012 einen judgement bias test während der Abwesenheit des Eigentümers und während der Anwesenheit des Eigentümers an. Die Hunde zeigten keine Unterschiede in ihren Reaktionen auf uneindeutige Reize, was darauf hindeutet, dass die Hunde entweder an die Abwesenheit ihrer Besitzer gewöhnt waren oder dass nur ein mäßiger Angstzustand provoziert wurde, der das Ergebnis des Tests nicht beeinflusste.

Die Besatzdichte von in Gefangenschaft gehaltenen Tieren kann ein weiterer Faktor sein, der den affektiven Zustand beeinflusst. Scollo et al. untersuchten 2014 den Einfluss der Besatzdichte auf den affektiven Zustand von Schweinen mit einem räumlichen Unterscheidungstest.

Zwei Anwendungen wurden durchgeführt, um die benötigte Fläche (A), den Platzbedarfskoeffizienten (k) und das Körpergewicht (BW) durch die Gleichung $A = k \times BW^{0,667}$ zu berechnen. Eine Anwendung wurde unter $k = 0,030$ durchgeführt, was dem erforderlichen EU-Mindeststandard entspricht, während die andere Anwendung $k = 0,048$ gemäß der Empfehlung des wissenschaftlichen Gremiums für Tiergesundheit und Tierschutz der europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit vorsah. Obwohl die Ergebnisse darauf hinwiesen, dass die höhere Besatzdichte nicht zu einer kognitiven Verzerrung führte, wurden Unterschiede im Lernverhalten zwischen den Anwendungen festgestellt. Weitere Untersuchungen könnten Aufschluss über die Auswirkungen der Besatzdichte auf das Lernverhalten geben.

Während weder soziale Isolation noch hohe Besatzdichte negative kognitive Verzerrungen bei Schweinen hervorriefen (Düppan et al., 2013; Scollo et al., 2014), zeigten Douglas et al. (2012), dass angereicherte Haltungssysteme bei Schweinen zu einer positiven kognitiven Verzerrung führten. Fünf Wochen lang hielten sie eine Gruppe von Schweinen in einer angereicherten Umgebung und eine andere Gruppe unter normalen Haltungsbedingungen. Alle Tiere wurden dann auf einen auditiven Unterscheidungstest mit einem Go/No Go Verfahren trainiert und danach die Umgebungsbedingungen der Schweine geändert. Beide Gruppen näherten sich einem uneindeutigen Reiz häufiger und schneller, während die Schweine in einer angereicherten Umgebung im Vergleich zu einer Standardumgebung

gehalten wurden.

Der affektive Zustand von Rhesusaffen wurde ebenfalls in einer angereicherten Umgebung ermittelt und mit ihrem affektiven Zustand nach einem Gesundheitscheck verglichen. Bethell et al. (2012) trainierten Affen für einen Unterscheidungstest per Touchscreen. In einem anschließenden judgement bias Test hatten die Affen nach dem Gesundheitscheck eine geringere Belohnungserwartung und reagierten seltener auf uneindeutige Reize als in der Phase der Umweltanreicherung. Demnach zeigen nicht menschliche Primaten Veränderungen des affektiven Zustands nach Standard-Haltungsverfahren wie z. B. Gesundheitschecks.

Bei Grizzlybären konnte durch Umweltanreicherung zunächst keine kognitive Verzerrung nachgewiesen werden. Wenn sich die Bären jedoch vor dem Test längere Zeit bewegten, zeigten sie im Test eine optimistischere Beurteilung (Keen et al., 2014).

Je nach Versuchsdesign eignen sich manche Tiere besser oder schlechter für judgement bias tests (siehe Boleij et al. 2012).

Aufgrund physiologischer Grundlagen und bisheriger Studienergebnisse kann ein geeignetes Modelltier so gewählt werden, dass ein möglichst wertvolles Ergebnis erzielt wird.

2.1.7 Ein geeignetes Modelltier für einen räumlichen Unterscheidungstest zur Ermittlung des judgement bias

Panksepp (2011) hat grundlegende emotionale Schaltkreise in Säugetieren abgebildet. Das emotionale System scheint bei allen Säugetierspezies hochgradig konserviert zu sein, was Erkenntnisse über einzelne Säugetiere für alle anderen Säugetiere, einschließlich des Menschen, anwendbar macht.

2.1.7.1 Die Möglichkeit verschiedener Haltungsbedingungen

Eine Reihe von Studien, die sich mit der Ermittlung kognitiver Verzerrung befassten, zeigten den Einfluss von Haltungsbedingungen auf den affektiven Zustand von Tieren (z. B. Bateson und Matheson, 2007; Burman et al., 2008; Löckener et al., 2016). Die Beobachtung von Tiermodellen, die unter verschiedenen Bedingungen leben, ermöglicht ein besseres Verständnis, wie die Wahrnehmung und das Wohlbefinden unter der Obhut des Menschen zusammenhängen. Nachdem domestizierte Pferde unter verschiedenen Haltungsbedingungen leben, die Auswirkungen auf ihr Wohlbefinden haben, sind sie als entsprechendes Modell geeignet (Hausberger et al., 2019).

2.1.7.2 Visuelle Fähigkeit

Um in einem visuellen Unterscheidungstest auf dem Boden stehende Versuchsboxen in verschiedenen Positionen im Raum unterscheiden zu können, muss ein Modelltier über die visuelle Fähigkeit verfügen, diese Positionen zu sehen. Das visuelle System des Pferdes mit seinem Panoramafeld (mit zwei großen Monokularfeldern und einem begrenzten frontalen Binokularfeld von 40-60°) ist gut geeignet, um Gegenstände auf dem Boden zu erfassen (Hausberger et al., 2019).

2.1.7.3 Kognitive Fähigkeit

Pferde werden seit über 4 Jahrtausenden trainiert (Levine, 2005), wie andere Säugetiere lernen sie auf einfache und vorhersehbare Weise (Mc Lean, 2017).

Für die Wiederholung des Unterscheidungstests nach veränderten Haltungsbedingungen muss das Modelltier über ein entsprechendes Langzeitgedächtnis verfügen. Studien haben gezeigt, dass Pferde in der Lage sind, einen gelernten Unterscheidungstest bis zu 10 Jahre später ohne Fehler zu wiederholen (Hanggi und Ingersoll, 2009), also über ein bemerkenswertes Langzeitgedächtnis verfügen.

2.1.7.4 Herausforderungen mit dem Modelltier Pferd

Pferde erzeugen positive oder negative Erinnerungen entsprechend der Wertigkeit ihrer Wechselwirkungen mit Menschen (D'Ingeo et al., 2019) und sind sehr gut darin, menschliche Hinweise zu lesen (Proops und Mc Comb, 2010). Ist während der Tests ein Versuchsleiter anwesend, der Kontakt mit dem Versuchstier hat, stellt das Modelltier Pferd eine Herausforderung für diesen dar: der Versuchsleiter muss die Wechselwirkung mit den Versuchspferden neutral halten und darf keine unbewussten Hinweise geben.

III. TIERE, MATERIAL UND METHODEN

3.1 Literaturrecherche

Um dar zu stellen, wie kognitive Verzerrung Aufschluss über das Wohlbefinden von Tieren geben kann, wurde die Fachliteratur mithilfe der Datenbanken PubMed, BIOSIS, CAB and Google Scholar mit den Suchbegriffen „cognitive bias, cognitive bias in animals, affective state in animals, animal welfare, attention, emotion, judgement bias in animals“ und „memory“ durchsucht. Es wurden Studien gewählt, die sich mit Prozessen befassen, welchen kognitive Verzerrungen zugrunde liegen und ihre Relevanz für die kognitive Verzerrung bei Tieren ermittelt. Um einen Überblick über angewendete, experimentelle Aufbauten zu geben, wurden erfolgreiche Anwendungen herausgestellt.

3.2 Örtlichkeit

Zur Durchführung der Studie zur kognitiven Verzerrung wurde ein Reitstall ausgewählt, in dem ausreichend Pferde zur Verfügung standen und unterschiedliche Haltungssysteme angewendet werden konnten.

3.3 Tiere

Als Probanden standen 13 Pferde (sieben Wallache und sechs Stuten) zur Verfügung, die im gleichen Reitstall unter gleichen Haltungsbedingungen lebten.

Die Versuchsgruppe umfasste neun deutsche Warmblüter, ein Vollblut, einen Friesen, einen Araber und ein spanisches Pferd, alle im Alter zwischen 5 und 22 Jahren. Die Pferdebesitzer waren Amateurreiter, die ihre Tiere zu Freizeitzwecken hielten (s. Tab. 1).

Tabelle 1: Rasse, Alter in Jahren und Haltungsform (p1 = mit Weidegang (n = 13), hb = in Pferdeboxen (n = 6), p2 = mit erneutem Weidegang (n = 7)) der teilnehmenden Pferde

Pferd	Rasse	Alter	Haltungsform
1	Friese	5	p1 / hb
2	Warmblut	10	p1 / hb
3	Spanier	8	p1 / hb
4	Warmblut	6	p1 / hb
5	Araber	22	p1 / hb
6	Warmblut	8	p1 / hb
7	Warmblut	7	p1 / p2
8	Warmblut	9	p1 / p2
9	Vollblut	23	p1 / p2
10	Warmblut	22	p1 / p2
11	Warmblut	6	p1 / p2
12	Warmblut	7	p1 / p2
13	Warmblut	19	p1 / p2

3.4 Haltungsbedingungen

Für eine anfängliche Periode von sieben Monaten wurden alle Pferde nachts einzeln in Pferdeboxen – und tagsüber in Herden auf Weiden gehalten (p1). Sie hatten Wasser ad libitum, freien Zugang zu Heu, Stroh oder Gras und erhielten zweimal täglich Kraftfutter. Nach fünf Monaten p1 wurde mit dem Training begonnen und die erste Testreihe am Ende dieser Periode durchgeführt. Nach der ersten Testreihe wurden alle Pferde für sechs Monate einzeln in Pferdeboxen gehalten, ohne Weidegang und ohne Zugang zur Herde. Anschließend durchliefen sieben Pferde tagsüber eine zweite Weideperiode in Herden (p2) während die verbleibenden sechs Pferde einzeln in Pferdeboxen blieben (hb). Nach zehn Tagen wurde ein Kontrolltraining durchgeführt und mit der zweiten Testreihe begonnen (s. Abb. 1).

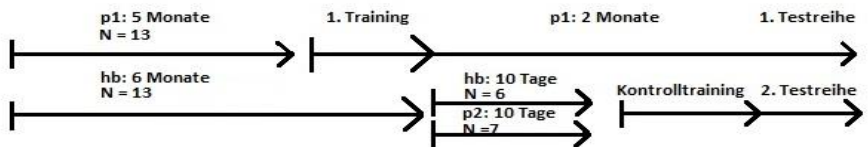


Abbildung 1: Haltungsbedingungen der Pferde; Haltungsform p1 (n = 13) mit Weidegang, Haltungsform hb (n = 6) in Pferdeboxen und Haltungsform p2 (n = 7) mit erneutem Weidegang

3.5 Versuchsapparat und Versuchsareal

Als Versuchsapparat wurde eine Holzbox (50 cm x 50 cm x 50 cm) mit einer Klappe benützt, die von den Pferden durch Drücken mit der Nase geöffnet werden konnte (s. Abb. 2).



Abbildung 2: Versuchsbox, von einem Pferd geöffnet

Mithilfe zweier Magnete wurde sichergestellt, dass die Klappe geschlossen blieb, wenn der Versuchsleiter sie schloss. Bei Bedarf konnte die Klappe vom Versuchsleiter verriegelt werden, sodass es für das Pferd nicht möglich war, die Klappe zu öffnen.

Training und Versuchsreihe fanden in einer Reithalle statt, in der Einflussfaktoren wie Temperatur, die Präsenz anderer Pferde, Geräusche oder Gerüche minimiert werden konnten. Die Versuchsbox wurde an definierten Positionen im Versuchsareal platziert (s. Abb. 3 und Abb. 4) und die Pferde an einer Startlinie entlassen, um sich der Box anzunähern und sie öffnen zu können.

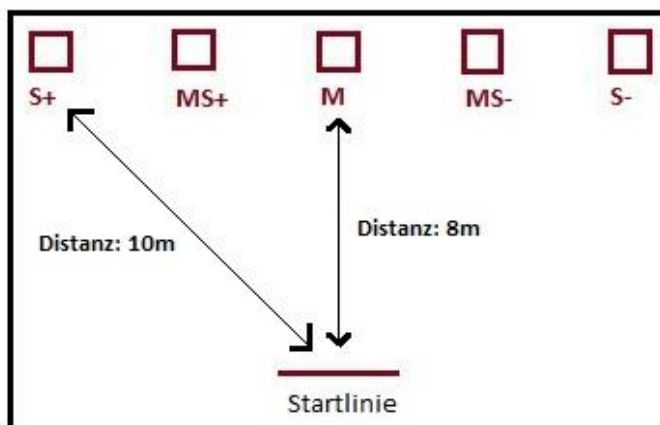


Abbildung 3: Versuchsareal mit den unterschiedlichen Positionen der Versuchsbox: S+ (positiver Stimulus, Pferde können der Versuchsbox Futter entnehmen), S- (negativer Stimulus, Futter ist für die Pferde nicht erreichbar), MS+ (nahe des positiven Stimulus), MS- (nahe des negativen Stimulus), M (Mitte zwischen S+ und S-)



Abbildung 4: Versuchsareal mit der Versuchsbox in Position S+ (positiver Stimulus, das Pferd kann der Versuchsbox Futter entnehmen) und dem Versuchsleiter an der Startlinie

3.6 Gewöhnung und vorbereitendes Training

Zu Beginn wurden die Pferde an den Versuchsapparat gewöhnt, indem sie aus der Holzbox gefüttert wurden und sie sich mit der schwingenden Klappe vertraut machen konnten. Anschließend lernten die Pferde in einem ersten Schritt, die Klappe durch Drücken mit der Nase zu öffnen und dadurch Futter zu erhalten, das in der Box platziert wurde. In einem zweiten Schritt lernten sie, dass sich die Klappe nur öffnen und Futter entnehmen ließ, wenn sich die Versuchsbox an einer bestimmten Position im Versuchsareal befand. Diese Position, in der das Pferd den Versuchsapparat öffnen und Futter entnehmen konnte, war der positive Stimulus (S+). Der negative Stimulus (S-) war die konträre Position im Versuchsareal, in der die Klappe verschlossen und das Futter für die Pferde nicht erreichbar war.

Für sieben Pferde befand sich der positive Stimulus auf der linken Seite, für sechs Pferde auf der rechten Seite des Versuchsareals. Um den Einfluss von Geruchsunterschieden auszuschließen, enthielt der Versuchsapparat immer das gleiche Futter und wurde nach jedem Versuch gereinigt.

In jeder Trainingssitzung wurde die Holzbox jedem Pferd zehnmal präsentiert. Positiver und negativer Stimulus wurden jeweils fünfmal in zufälliger Reihenfolge präsentiert, jedoch wurde kein Stimulus öfter als zweimal hintereinander präsentiert.

Vor jedem Versuch wurde das Pferd hinter die Startlinie geführt und der

Versuchsleiter entfernte das Startband. Eine korrekte Wahl wurde verzeichnet, wenn sich das Pferd dem positiven Stimulus innerhalb von 30 Sekunden annäherte oder es sich dem negativen Stimulus nicht annäherte. Ein Trainingstag wurde als erfolgreich absolviert eingestuft, wenn ein Pferd acht von zehn Präsentationen korrekt wählte. Es wurde angenommen, dass das Pferd dann in der Lage war, zwischen den beiden Stimuli zu unterscheiden. Das Kriterium zum Start des Tests war erfüllt, wenn ein Pferd drei aufeinanderfolgende Trainingssitzungen erfolgreich absolvierte.

3.7 Test

Um eine Verzerrung der Beurteilung bei Pferden zu ermitteln, wurden jedem Pferd neun Positionen der Versuchsbox präsentiert: dreimal die positive / belohnte Position (S+), dreimal die negative / unbelohnte Position (S-) und drei intermediäre Positionen (M, MS+ und MS-), die sich zwischen der belohnten und der unbelohnten Position befanden. Die intermediären Positionen wurden nicht belohnt, um ein rasches Erlernen dieser Positionen zu vermeiden.

Die Präsentation der neun Positionen wurde in der Reihenfolge S+ (positiver Stimulus), S- (negativer Stimulus), MS+ (nahe des positiven Stimulus), S-, S+, MS- (nahe des negativen Stimulus), S+, S-, M (Mitte zwischen S+ und S-) durchgeführt (s. Abb. 3). Gleich des Trainingsablaufs begann der Testablauf mit dem Führen des Pferdes

hinter die Startlinie. Die Latenzzeit von der Entfernung des Startbandes bis zum Kontakt der Pferdenase mit der Klappe wurde dokumentiert.

3.8 Datenanalyse

Für alle statistischen Tests wurde ein Kriterium für Signifikanz von $p < 0.05$ angenommen.

Zuerst wurden die Antworten der Pferde in „angenähert“ und „nicht angenähert“ eingeteilt. Mit Binomialfunktionen wurde die Hypothese getestet, dass die Pferde in den Testversuchen auf einen positiven und negativen Stimulus genauso reagierten wie in den Trainingsversuchen, d. h. indem sie sich dem positiven Stimulus annähern, während sie sich dem negativen Stimulus nicht annähern. Für die mittlere Position fungierte der Prozentsatz der Antworten der ersten Testreihe als Erwartungswert.

Weiterhin wurden die Daten der verschiedenen Haltungssysteme (p2 und hb) mit dem Erwartungswert verglichen, der während der Anfangsphase p1 ermittelt wurde.

Zudem wurden die Zeiten, welche die Pferde während der unterschiedlichen Haltungssysteme benötigten, um die Versuchsbox zu erreichen (Latenzzeiten), mit einem Wilcoxon – Test verglichen.

IV. PUBLIZIERTE ERGEBNISSE

4.1. Pasturing in herds following housing in horseboxes induces a positive cognitive bias in horses

Sandra LÖCKENER¹, Sven REESE², Dr. Anna-Caroline WÖHR^{1*},
Prof. Michael ERHARD¹

Lehrstuhl für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und
Tierhaltung, Veterinärwissenschaftliches Department der Tierärztlichen
Fakultät, LMU München¹

Lehrstuhl für Anatomie, Histologie und Embryologie,
Veterinärwissenschaftliches Department der Tierärztlichen Fakultät,
LMU München²

Journal of Veterinary Behavior, DOI: 10.1016/j.jveb.2015.11.005

Angenommen am 09.03.2015, akzeptiert am 25.11.2015, online am
12.12.2015

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1558787815001951?via%3Dihub>



Research

Pasturing in herds after housing in horseboxes induces a positive cognitive bias in horses



Sandra Löckener^a, Sven Reese^b, Michael Erhard^a, Anna-Caroline Wöhr^{a,*}

^a Chair of Animal Welfare, Ethology, Animal Hygiene and Animal Housing, Faculty of Veterinary Medicine, Ludwig-Maximilians-University, Munich, Germany

^b Chair of Anatomy, Histology and Embryology, Faculty of Veterinary Medicine, Ludwig-Maximilians-University, Munich, Germany

ARTICLE INFO

Article history:

Received 9 March 2015

Received in revised form

11 November 2015

Accepted 25 November 2015

Available online 12 December 2015

Keywords:

judgment bias
affect
environmental enrichment
well-being
discrimination task
horse

ABSTRACT

Horses are kept in various housing systems, for example, with conspecifics in horse pens or singly in horseboxes, with or without pasturing. To provide appropriate living conditions for horses, it is necessary to know in which conditions they feel well or unwell. Here, a cognitive bias assessment provides information about an individual's affective state and its well-being. When a positive affective state prevails, animals tend to judge optimistically in ambiguous situations. When a negative affective state prevails, animals judge pessimistically in unclear situations. In the present study, we trained horses on a spatial discrimination task and evaluated their judgment of ambiguous locations when they had access to pastures and contact to conspecifics versus when they were kept singly in horseboxes. Ten days of pasturing and contact with conspecifics after being kept singly in horseboxes for 6 months induced a positive cognitive bias in the horses. We suggest that horses need to act out certain behaviors like exploration, social interaction, play, or grooming to fulfill their needs. After a time in which they were individually in horseboxes without pasturing and access to the herd, they seem to have a positive cognitive bias once they have access to pastures and conspecifics. This positive cognitive bias effect seems to disappear over time, as horses appear to adapt to the circumstances.

© 2016 Elsevier Inc. All rights reserved.

Introduction

As increasing numbers of animals are kept in husbandry, for example, as farm animals or pets, it is important to know their needs to enable adequate housing conditions and well-being. To determine how housing conditions influence animals' emotional states, researchers can investigate affective states and resulting cognitive biases. Comparable studies on humans have demonstrated the influence of sensations on cognition. In this context, Paul, Harding and Mendl defined 3 categories of biases: attention, memory, and judgment bias (Paul et al., 2005). Anxious individuals, compared with calm individuals, attend more-to-frightening stimuli and tend to classify them as such (Mathews and MacLeod, 1994; Bar-Haim et al., 2007). Their attention is

concentrated predominantly on potential dangers (Paul et al., 2005), ambiguous information is interpreted negatively (Eysenck et al., 1991; Mogg and Bradley, 1998; Bateson and Matheson, 2007; Brilot et al., 2010) and negative events are retained more. This is deemed as negative cognitive bias, which is contrasted with a positive cognitive bias in which situations tend to be evaluated positively. Thus, owing to a negative or positive distinct expectation, a judgment bias occurs when a situation requires a decision. In general, cognition constitutes "the mechanisms by which animals acquire, process, store, and act on information from the environment" (Shettleworth, 2001), and a cognitive bias helps to appraise circumstances quickly to make a fast decision (Bilalic et al., 2010). This becomes especially important when an accurate weighting of the situation is too difficult or too lengthy, or information is too sparse (Baddeley, 1976).

Cognitive bias has been detected in nonhuman animals. As animals cannot verbally express their emotional states, we must depend on other indicators to determine how animals feel and perceive their environment. The assessment of cognitive biases seems to be a reliable method for this purpose. Appropriate studies

* Address for reprint requests and correspondence: Anna-Caroline Wöhr, Institute for Animal Welfare, Ethology and Animal Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, Ludwig-Maximilians-University, Munich, Germany. Tel: + 49 (0)89 2180 78308; Fax: +49 (0)89 2180 9978308.

E-mail address: wwehr@lmu.de (A.-C. Wöhr).

took place in rats (Brown et al., 1951; von Frijtag et al., 2000; Harding et al., 2004; Burman et al., 2008; Enkel et al., 2010; Brydges et al., 2011; Richter et al., 2012; Anderson et al., 2013; Franks et al., 2013), dogs (Mendi et al., 2010; Burman et al., 2011; Müller et al., 2012), pigs (Douglas et al., 2012; Bolhuis et al., 2013; Döpjan et al., 2013; Scollo et al., 2014), sheep (Doyle et al., 2010, 2011a, 2011b; Sanger et al., 2011; Destrez et al., 2014; Verbeek et al., 2014), calves (Neave et al., 2013), starlings (Bateson and Matheson, 2007; Matheson et al., 2008; Brilot et al., 2009, 2010), chickens (Salmeri et al., 2011), bears (Keen et al., 2014), rhesus macaques (Bethell et al., 2012), and goats (Briefer and McElligott, 2013). In these studies, animals were trained to expect a positive event related to one cue and a less positive or negative event related to another cue (Mendi, 2009). Subsequently, intermediate cues were presented. When animals showed an increased reward expectation in response to ambiguous stimuli, they were categorized as optimistic or with positive cognitive bias; when they showed an increased expectation of punishment or a reduced reward expectation, they were categorized as pessimistic or with negative cognitive bias (Douglas et al., 2012). In general, these studies showed that animals were pessimistic when they were in a negative affective state and optimistic when they were in a positive affective state.

In many of these studies, housing conditions, particularly changes in housing conditions, were shown to influence animals' affective state and to cause a cognitive bias (Harding et al., 2004; Bateson and Matheson, 2007; Burman et al., 2008; Matheson et al., 2008). Enriched environmental conditions often are proposed to promote positive experiences in farm and laboratory animals (Boissy et al., 2007). Because cognitive theories demonstrate that the individual assessment of a situation informs about the involved emotions (Lazarus, 1991; Scherer, 1999), the evaluation of a cognitive bias allows us to determine the emotional state of animals as objectively as possible (Brilot et al., 2009).

Although horses play an important role as leisure partners, investigations on affective states in horses are rare. The aim of the present study was therefore to establish a method that can be used to determine cognitive biases in horses and to verify a connection with different housing systems.

We trained the horses that participated in the study to discriminate between a box in 2 different locations by approaching it in one (the rewarded) and not approaching it in the other (the unrewarded) location. Subsequently, intermediate locations were presented, and we evaluated whether the horses expected a reward and approached the box—indicating that they were in a positive affective state—or they assumed that there was no reward in the box and therefore did not approach it—indicating a negative affective state. Furthermore, we recorded the time it took the horses to reach the box to evaluate how hesitantly they made their decision. Horses were tested in 2 different housing conditions: kept with access to pasture and conspecifics by day and singly in horseboxes at night (initial phase p1 and treatment p2) and kept singly in horseboxes (treatment hb).

Based on the results of previous studies (Bateson and Matheson, 2007; Burman et al., 2008; Douglas et al., 2012), we hypothesized that during treatment hb, the withdrawal of environmental enrichment and with it the inhibition of some typical horse-behaviors negatively affects horses' affective state, which would lead to a negative expectation in the assessment of ambiguous situations. During the second phase of pasturing (p2), we expected a positive affective state in the horses because of environmental enrichment through access to pasture and contact with conspecifics. Horses would then more often expect a reward in ambiguous locations.

If a link exists between housing conditions and affective state, horses' welfare could be optimized by creating housing conditions that promote a positive affective state in the animals.

Methods

Subjects

Experimental animals were 13 horses (7 geldings and 6 mares) kept in the same stable under equal housing conditions. The experimental group included 9 Crossbreds, 1 Thoroughbred, 1 Friesian, 1 Arabian, and 1 Spanish horse, all aged between 6 and 22 years. The horses' owners were amateur riders who kept their horses for recreational activity.

Horses were randomly placed in the second hb phase or p2 condition, hb consisted of 2 mares and 5 geldings, p2 included 4 mares and 2 geldings.

Treatments

For an initial period of 7 months, all horses were housed individually in horseboxes at night and in herds on pastures by day (p1). They had water ad libitum and free access to hay, straw, or grass, and they received concentrated feed twice a day. We started training after 5 months of p1 and conducted the first experimental test session at the end of this period. After the first test session, all horses were kept solely in horseboxes with no pasturing and no access to the herd for 6 months. Afterward, 7 horses started the second pasturing period in herds (treatment p2), whereas the remaining 6 horses stayed in their individual horseboxes (treatment hb). After 10 days, control training was carried out to ensure that horses still met the criterion of 8 of 10 correct choices in 3 consecutive training sessions. After this, the second test session was carried out.

Apparatus and test arena

The experimental apparatus was a wooden box (50 × 50 × 50 cm) with a trapdoor that the horses could open by pushing against it with their nose. Two magnets ensured that the trapdoor remained shut when the experimenter had closed it. If necessary, the trapdoor could be locked by the experimenter, making it impossible for the horses to open it. Training and testing took place in an indoor riding hall where influencing factors such as temperature, the presence of other horses, sounds, or odors were minimized. The box was placed in defined locations within the test arena (Figure 1), and horses were released at a starting line to approach and open the box.

As we had to change our experimental area, the final training and test sessions took place in a rectangular riding hall. For technical reasons, distances from starting line to experimental apparatus varied as follows: Spos (positive stimulus) and Sneg (negative stimulus) were 1000 cm away from starting line, MSpos (near positive stimulus) and MSneg (near negative stimulus) were 850 cm from the start line and the center location was 800 cm from it. These distances remained the same for every horse.

Habituation and preliminary training

In the beginning, we habituated horses to the experimental apparatus by feeding them out of the box and getting them acquainted with the swinging trapdoor. Subsequently, the horses learned in a first step to open the box by pushing against the trapdoor with their nose and thereby obtain a food reward that had

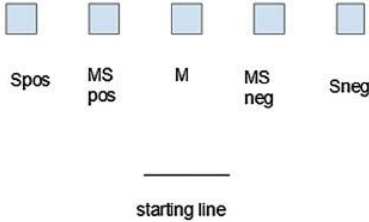


Figure 1. Experimental arena: the outer positions were presented in training sessions one of which was rewarded (the positive stimulus) while the other was unrewarded. In test sessions, all positions were presented, the positive stimulus being rewarded and all other positions unrewarded. M, center between Spos and Sneg; MSneg, near negative stimulus; MSpos, near positive stimulus; Sneg, negative stimulus; Spos, positive stimulus.

been placed inside the box. In a second step, they learned the trapdoor would only open—and thereby present them with the reward—when the box was in a certain location. This location, in which the horse could open the experimental apparatus, was the positive stimulus. The negative stimulus was the contrary location, in which the trapdoor was locked and the horses could not get to the food. For 7 horses, the positive stimulus was on the left side, for 6 it was on the right side of the arena. To eliminate olfactory influences, the apparatus always contained food and the trapdoor was cleaned after every trial. During every training session, the wooden box was presented 10 times to each horse. The positive and negative stimuli were presented 5 times each in random order, but no stimulus was presented more than twice consecutively. Before every attempt, the horse was guided behind a starting line and the experimenter removed the starting band. A correct choice was scored when the horse approached the positive stimulus within 30 seconds or did not approach the negative stimulus within that time. A training day was considered successfully completed when a horse answered 8 of the 10 presentations correctly. We then assumed that the horse was able to discriminate between the 2 stimuli. For all horses, one training session occurred per day. The criterion for starting the test was met when a horse successfully completed 3 consecutive training sessions.

Testing

To determine the judgment bias of horses, each horse was presented with 9 locations of the wooden box: 3 times the positive rewarded location, 3 times the negative unrewarded location, and 3 intermediate locations, which were between the rewarded and the unrewarded location. Intermediate locations were not rewarded to prevent rapid learning. The presentation of the 9 locations was carried out in the order Spos (positive stimulus), Sneg (negative stimulus), MSpos (near positive stimulus), Sneg, Spos, MSneg (near negative stimulus), Spos, Sneg, M (center between Spos and Sneg). Similar to the training procedure, the testing procedure started with leading the horse behind the starting line. The latency time from the removal of the starting band to the contact of the horse's muzzle with the trapdoor was documented.

Data analyses

For all statistical tests, a criterion for significance of $P < 0.05$ was adopted. First, horses' responses were categorized in "approached"

or "not approached." Using binomial functions, we tested the hypothesis that the horses responded to the positive and negative stimuli during the test trials like they did during the training sessions, that is, by approaching the positive stimulus and not approaching the negative stimulus. For the center location, the percentage of the first test session responses served as expectancy value. We further compared the data monitored during different housing treatments (p2 and hb) with the expectancy value obtained during the initial phase (p1). Second, the velocity with which the horses reached the stimulus during the different housing treatments was compared in a Wilcoxon test.

Results

A significant difference in age structure or distribution between the sexes regarding the 2 experimental groups p2 and hb could be excluded (Mann-Whitney U test; $N_1 = 6$, $N_2 = 7$; age: $U = 14$, $P = 0.35$; sex: $U = 21$, $P = 0.94$).

Training

Training was started with 20 horses, but 7 had to be excluded from further analysis. Reasons for exclusions were when animals were too afraid of the wooden box ($n = 1$), did not learn to open the box ($n = 2$), were not present at several training sessions ($n = 2$), moved to another stable ($n = 1$), or ran around as soon as being released ($n = 1$). A sample size of 13 subjects remained for the whole training series, the initial pasturing and the following stable period. Seven horses were then repastured, whereas 6 stayed in horseboxes.

On average, it took the horses 10 training days until they successfully completed 3 consecutive training days and met criterion for starting the test. After 4 training days, 3 horses successfully completed 2 consecutive training days. However, we then had to change the training location, and the horses needed further training sessions in the new surrounding to reach the start criterion over 3 consecutive training sessions. The location of training and testing stayed the same afterward.

In the control training, all horses met criteria within 3 consecutive training sessions.

Testing

In the actual tests, horses approached the positive stimulus more frequently (100%, 26 of 26) than the negative stimulus (23%, 6 of 26), and it took them longer to reach the negative stimulus (median = 14.51 cm/sec) than the positive one (median = 94.23 cm/sec). Likewise, a comparison of the ambivalent stimuli approach velocities with the positive and negative stimuli locations showed a significant difference between Sneg and MSpos ($p_1: P = 0.00024$; hb: $P = 0.01878$, $p_2: P = 0.01314$) as well as between Sneg and M ($p_1: P = 0.004$, hb: $P = 0.0232$, $p_2: P = 0.01928$), with horses approaching MSpos and M faster than Sneg. We then determined whether the horses' responses to the reference locations differed between treatments. In the initial phase with pasturing (p1) as well as in the following period of housing in horseboxes without pasturing (hb) and in the period of 10 days of repasturing (p2), all horses approached the positive stimulus in every trial. During p1 and hb, no horse approached the negative stimulus, whereas in p2, 6 horses approached the negative stimulus and only one horse did not approach it (Figure 2; $P = 0.0003$).

The velocity with which horses approached Sneg varied between treatments (Figure 3). For horses that did not approach Sneg, a velocity of 0 cm/sec was assessed.

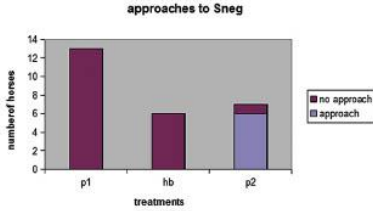


Figure 2. Approaches to the negative stimulus in treatments p1/hb and p2.

To compare every horse's responses to the neutral stimuli (center, near positive stimulus, near negative stimulus) located between the positive- and negative-stimulus treatments, we used binomial functions and analyzed treatments hb and p2 with the null hypothesis that horses' reactions would be similar to those in the initial phase p1. We detected significant differences for responses to the location near the unrewarded location (MSneg) between p1 (3 horses approached; 10 horses did not approach) and p2 (5:2; Figure 4; $P = 0.0088$). Responses to the center location also differed between p1 (9:4) and p2 (7:0), but this was not significant ($P = 0.07$).

To determine changes in the velocity with which the horses approached the stimuli in the different treatments, 2-sided Wilcoxon exact signed-ranks tests were used. Here, we found changes in the response to the stimuli Spos (Figure 5; $P = 0.047$), Sneg ($P = 0.01$), MSpos ($P = 0.02$), and MSneg ($P = 0.02$), which horses approached faster during treatment p2 than during the initial phase p1. Velocity did not significantly change between p1 and p2 for the middle location and did not change significantly for any stimulus locations between p1 and hb.

Discussion

Habituation

In general, horses quickly habituated to the experimental apparatus without evidence of fear. They did not show flight

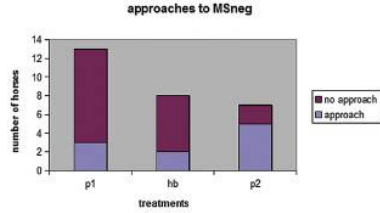


Figure 4. Approaches to the location near the negative stimulus in initial phase p1 and treatment p2.

behavior, jumpiness, or increased defecation, and soon they curiously investigated the box and fed out of it. Only one subject had to be excluded from the experimental group because it was too afraid of the wooden box. As it appeared later, this horse's ability to see was limited, which may explain why it could not assess the unknown box sufficiently. Habituation took place in a riding arena that was already familiar to the horses.

Training

It took 17 of 19 horses 1 or 2 days to learn how to open the trapdoor by pressing against it with the nose. Two horses did not learn how to open it. One was not interested in the food reward and therefore not motivated to open the box, and one was more interested in other actions. When horses had learned to open the box to receive food, they were released behind a starting line and a starting band was removed. Sixteen horses understood the removal of the starting band as the permission to approach the box. One horse ran around as soon as it was let free and could therefore not be compared with the other horses.

After an average of 10 training sessions, the horses reached the criterion for a successfully completed training during 3 consecutive sessions. They approached the rewarded location in at least 80% of the presentations within 30 seconds and approached the unrewarded location in at most 20%. The test arena had to be changed after an average of 4 training sessions, at which time 3 horses had reached the start criterion in 2 consecutive sessions. In the new test arena, horses appeared to be unsettled and needed further training

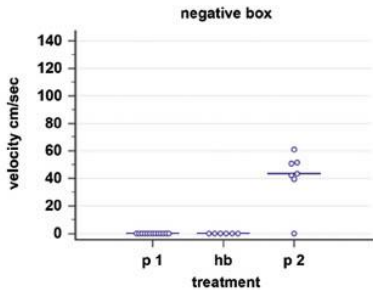


Figure 3. Velocity to reach the negative stimulus in initial phase p1, treatment hb, and treatment p2. The horizontal bar indicates the median.

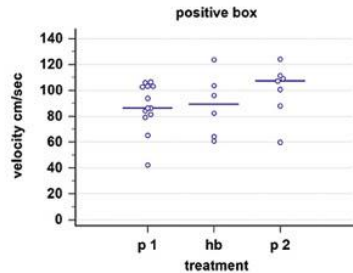


Figure 5. Velocity to reach the positive stimulus in initial phase p1 and treatment p2. The horizontal bar indicates the median.

sessions. Had the primary test arena not been changed, horses might have reached the start criterion after fewer training sessions. In comparison, rats needed 2 days in a comparable task to discriminate between a rewarded and an aversive location (Burman et al., 2009) and 6 days to discriminate between a rewarded and an unrewarded location (Burman et al., 2008). Pigs showed longer latencies to approach an unrewarded than a rewarded location from day 2 of training (Düppjan et al., 2013).

When we conducted a control training session before the second test phase began, horses reached the start criterion immediately. After a period of 34 weeks, horses obviously could repeat learned discriminations.

Testing

Horses' responses to the unrewarded reference location (Sneg) differed significantly between treatments. Six of 7 horses approached Sneg during p2, whereas no horse approached it during p1 or hb. Horses that experienced 10 days of pasturing and contact with conspecifics after being kept singly in horseboxes for 6 months seemed to show a positive cognitive bias. A positive cognitive bias due to environmental enrichment was also shown in birds (Matheson et al., 2008), rats (Brydges et al., 2011), and pigs (Douglas et al., 2012), indicating a positive affective state and hence good welfare.

There is evidence that a prior phase of environmental decline can provoke a positive affective state in a subsequent phase of environmental enrichment. We found evidence for this notion by comparing horses' responses to the location near the unrewarded location (MSneg). Responses varied significantly between treatments, with 5 of 7 horses approaching MSneg during p2 but only 3 of 13 approaching it during p1. The analysis of the velocity with which horses approached the stimuli also illustrated significant changes in horses' affective state due to housing conditions. Although a latency measure is more commonly used in cognitive bias tests, velocity, which is latency/distance has also been assessed (e.g., Karagiannis et al., 2015). We further debated using the "adjusted cognitive bias score" described by Mendl et al. (2010), as it expresses the probe test as a proportion of the differences between the individuals' baseline mean latencies to the rewarded and unrewarded stimuli. In this study, we were not actually interested to examine differences in approach velocity to the ambiguous stimuli (i.e., MSpos, M, MSneg) within treatment groups p1, hb, and p2. Instead, we analyzed treatments hb and p2 against the null hypothesis that horses would react similarly as to p1, and we excluded the possibility that differences in velocity were due to intrinsic differences between the horses in their walking speeds.

Horses approached the locations Spos, Sneg, Mspos, and MSneg faster during treatment p2 than during p1, which agrees with previous findings that animals show an optimistic cognitive bias following negative events (Burman et al., 2009; Doyle et al., 2010; Sanger et al., 2011), suggesting a feeling of relief after a fearful situation. In the present study, we detected no shift in affective state from p1 to hb but a significant change from p1 to p2. It is possible that a phase of environmental decline is necessary for horses to express a considerable positive cognitive bias in a subsequent phase of environmental enrichment. This happened after 10 days of p2 and might have been detected had a test had been conducted after 10 days of hb. Likewise, a pessimistic cognitive bias due to the removal of environmental enrichment was shown in starlings (Bateson and Matheson, 2007). We tested the horses after 34 weeks of hb, and horses possibly had adapted to the circumstances. Because p1 and p2 had the same housing conditions, we suppose that horses adapted to environmental enrichment and suggest that the effect of that distinct cognitive bias decreased over time.

For further research, it would be interesting to test if a cognitive bias can be detected after 10 days in both housing conditions, appearing negatively in hb and positively in p2. Furthermore, it is questionable for how long this bias persists and whether adaptation occurs to both circumstances. In general, animals are in a positive affective state when they are housed in an enriched environment. For instance, Douglas et al. (2012) found that pigs initially housed in barren conditions were not as optimistic as pigs initially housed in an enriched environment. We can assume that horses exhibit a more positive affective state when they have access to pasture. A withdrawal implies that animals can no longer fulfill the need to act out certain behaviors. Jensen and Toates (1993) defined behavior-based needs as a pattern of behavior that the animal must perform. Many behaviors such as social interaction (Panksepp, 1998), play (van der Schuren et al., 1997), or grooming (Spruijt et al., 1992) have rewarding qualities. They activate the meso-limbic system by the release of endorphins, resulting in a positive perception in the context of the behavior carried out (Boissy et al., 2007). However, the biological relevance of performing these behaviors also includes a long-term benefit to the animal or its progeny (Friend, 1989). An animal that is not able to fulfill its needs may suffer fatal effects on its health and psyche, similar to the symptoms during drug withdrawal in humans (Berridge and Robinson, 2003). To be able to meet horses' needs in a leisure environment, further research on the affective state in context with housing systems is desirable.

Acknowledgment

All authors have approved the final article. The idea for the article was conceived by Sandra Lökener and Anna-Caroline Wöhr. The experiments were designed by Sandra Lökener, Sven Reese, Michael Erhard, and Anna-Caroline Wöhr. The experiments were performed by Sandra Lökener. The data were analyzed by Sandra Lökener, Sven Reese, and Anna-Caroline Wöhr. The article was written by Sandra Lökener, Sven Reese, Michael Erhard, and Anna-Caroline Wöhr.

Conflict of interest

All authors disclose any financial and personal relationships with other people or organizations that could inappropriately influence (bias) their work.

References

- Anderson, M.H., Munafò, M.R., Robinson, E.S., 2013. Investigating the psychopharmacology of cognitive affective bias in rats using an affective tone discrimination task. *Psychopharmacology* 226, 601–613.
- Raddeley, A.D., 1976. *The Psychology of Memory*. Basic Books, New York.
- Bar-Haim, Y., Lamy, D., Pergaman, L., Bakermans-Kranenburg, M.J., Van Ijzendoorn, M.H., 2007. Threat-related attentional bias in anxious and non-anxious individuals: a meta-analytic study. *Psychol. Bull.* 133, 1–24.
- Bateson, M., Matheson, S.M., 2007. Performance on a categorisation task suggests that removal of environmental enrichment induces "pessimism" in captive European starlings (*Sturnus vulgaris*). *Anim. Welf.* 16, 35–46.
- Berridge, K.C., Robinson, T.E., 2003. Pasing reward. *Trends in Neurosciences* 26, 507–513.
- Bethell, E.J., Holmes, A., MacLarnon, A., Semple, S., 2012. Cognitive bias in a non-human primate: husbandry procedures influence cognitive indicators of psychological well-being in captive rhesus macaques. *Anim. Welf.* 21, 185–195.
- Bilalic, M., McLeod, P., Gobet, F., 2010. The mechanism of the Einstellung (set) effect. A pervasive source of cognitive bias. *Curr. Dir. Psychol. Sci.* 19, 111–115.
- Boissy, A., Mantouflek, G., Jensen, M.B., Moe, R.O., Spruijt, B., Keeling, L.J., Winckler, C., Forkman, B., Dimitrov, I., Langstein, J., Bakken, M., Veisser, L., Aubert, A., 2007. Assessment of positive emotions in animals to improve their welfare. *Physiol. Behav.* 92, 375–397.
- Bolhuis, J.E., Oostindjer, M., Hoeks, C.W., de Haas, E.N., Bartels, A.C., Ooms, M., Kemp, B., 2013. Working and reference memory of pigs (*Sus scrofa domestica*) in a hole-board spatial discrimination task: the influence of environmental enrichment. *Anim. Cogn.* 16, 845–850.

- Briefer, E.F., McElligott, A.G., 2013. Rescued goats at a sanctuary display positive mood after former neglect. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 146, 45–55.
- Brilot, B.O., Normandale, C.L., Parkin, A., Bateson, M., 2009. Can we use startlings' aversion to eye spots as the basis for a novel 'cognitive bias' task? *Appl. Anim. Behav. Sci.* 118, 182–190.
- Brilot, B.O., Asher, L., Bateson, M., 2010. Stereotyping startlings are more 'pessimistic'. *Anim. Cogn.* 13, 721–731.
- Brown, J.S., Kalkh, H.L., Farber, L.E., 1915. Conditioned fear as revealed by magnitude of startle response to an auditory stimulus. *J. Exp. Psychol.* 41, 317–328.
- Brydges, N.M., Leach, M., Nicol, K., Wright, R., Bateson, M., 2011. Environmental enrichment induces optimistic cognitive bias in rats. *Anim. Behav.* 81, 169–175.
- Burman, O.H., Parker, R., Paul, E.S., Mendl, M., 2008. A spatial judgement task to determine background emotional state in laboratory rats, *Rattus norvegicus*. *Anim. Behav.* 76, 801–809.
- Burman, O.H., Parker, R.M., Paul, E.S., Mendl, M.T., 2009. Anxiety-induced cognitive bias in non-human animals. *Physiol. Behav.* 98, 345–350.
- Burman, O., McGowan, R., Mendl, M., Norling, Y., Paul, E., Rehn, T., Keeling, L., 2011. Using judgement bias to measure positive affective state in dogs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 132, 160–168.
- Destrez, A., Deiss, V., Leterrier, C., Calandreau, L., Boissy, A., 2014. Repeated exposure to positive events induces optimistic-like judgment and enhances fearfulness in chronically stressed sheep. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 154, 30–38.
- Douglas, C., Bateson, M., Walsh, C., Bédoué, A., Edwards, S.A., 2012. Environmental enrichment induces optimistic cognitive biases in pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 138, 65–73.
- Doyle, R.E., Fisher, A.D., Hinch, G.N., Boissy, A., Lee, C., 2010. Release from restraint generates a positive judgement bias in sheep. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 122, 28–34.
- Doyle, R.E., Hinch, G.N., Fisher, A.D., Boissy, A., Henshall, J.M., Lee, C., 2011a. Administration of serotonin inhibitor p-Chlorophenylalanine induces pessimistic-like judgement bias in sheep. *Psychoneuroendocrinology* 36, 279–288.
- Doyle, R.E., Lee, C., Deiss, V., Fisher, A.D., Hinch, G.N., Boissy, A., 2011b. Measuring judgement bias and emotional reactivity in sheep following long-term exposure to unpredictable and aversive events. *Physiol. Behav.* 102, 503–510.
- Dujjan, S., Ramp, C., Kanitz, E., Tuchscherer, A., Puppe, E., 2013. A design for studies on cognitive bias in the domestic pig. *J. Vet. Behav. Clin. Appl. Res.* 8, 485–489.
- Enkel, T., Gholizadeh, D., von Bohlen und Halbach, O., Sanchez-Segura, C., Hurlimann, R., Spanagel, R., Gass, P., Vollmayr, B., 2010. Ambiguous-cue interpretation is biased under stress- and depression-like states in rats. *Neuropsychopharmacology* 35, 1008–1015.
- Eysenck, M.W., Mogg, K., May, J., Richards, A., Mathews, A., 1991. Bias in interpretation of ambiguous sentences related to threat in anxiety. *J. Abnorm. Psychol.* 100, 144–150.
- Franks, B., Champagne, F.A., Higgins, E.T., 2013. How enrichment affects exploration trade-offs in rats: implications for welfare and well-being. *PLoS One* 8, e83578.
- Frendt, T., 1989. Recognizing behavioral needs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 22, 151–158.
- Harding, E.J., Paul, E.S., Mendl, M., 2004. Animal behaviour: cognitive bias and affective state. *Nature* 427, 312.
- Jensen, P., Touate, F.M., 1993. Who needs 'behavioural needs'? Motivational aspects of the needs of animals. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 37, 161–181.
- Karagiannis, C.I., Burman, O.H.P., Mills, D.S., 2015. Dogs with separation-related problems show a "less pessimistic" cognitive bias during treatment with fluoxetine (Reconcile) and a behaviour modification plan. *BMC Vet. Res.* ISSN: 1746-6748.
- Keen, H.A., Nelson, O.L., Robbins, C.T., Evans, M., Shepherdson, D.J., Newberry, R.C., 2014. Validation of a novel cognitive bias task based on difference in quantity of reinforcement for assessing environmental enrichment. *Anim. Cogn.* 17, 529–541.
- Lazarus, R.S., 1991. Cognition and motivation in emotion. *Amer. Psychologist* 46, 352–367.
- Matheson, S.M., Asher, L., Bateson, M., 2008. Larger, enriched cages are associated with 'optimistic' response biases in captive European startlings (*Sturnus vulgaris*). *Appl. Anim. Behav. Sci.* 109, 374–383.
- Mathews, A., MacLeod, C., 1994. Cognitive approaches to emotion and emotional disorders. *Annu. Rev. Psychol.* 45, 25–50.
- Mendl, M., Burman, O.H., Parker, R.M., Paul, E.S., 2009. Cognitive bias as an indicator of animal emotion and welfare: emerging evidence and underlying mechanisms. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 118, 161–181.
- Mendl, M., Brooks, J., Basse, C., Burman, O., Paul, E., Blackwell, E., Casey, R., 2010. Dogs showing separation-related behaviour exhibit a 'pessimistic' cognitive bias. *Curr. Biol.* 20, R890–R890.
- Mogg, K., Bradley, B.P., 1998. A cognitive-motivational analysis of anxiety. *Behav. Res. Ther.* 36, 809–848.
- Müller, C.A., Riemer, S., Rosam, C.M., Schöswender, J., Range, F., Huber, L., 2012. Brief owner absence does not induce negative judgement bias in pet dogs. *Anim. Cogn.* 15, 1031–1035.
- Neave, H.W., Daros, R.R., Costa, J.H., von Keyserlingk, M.A., Weary, D.M., 2013. Pain and pessimism: dairy calves exhibit negative judgement bias following hot-iron disbudding. *PLoS One* 8, e80556.
- Panksepp, J., 1998. *Affective Neuroscience: The Foundations of Human and Animal Emotions*. Oxford University Press, New York, USA.
- Paul, E.S., Harding, E.J., Mendl, M., 2005. Measuring emotional processes in animals: the utility of a cognitive approach. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 29, 469–491.
- Richter, S.H., Schick, A., Hoyer, C., Lankisch, K., Gass, P., Vollmayr, B., 2012. A glass full of optimism: enrichment effects on cognitive bias in a rat model of depression. *Cogn. Affect. Behav. Neurosci.* 12, 527–542.
- Salmeto, A.L., Hymel, K.A., Carpenter, E.C., Brilot, B.O., Bateson, M., Sufka, K.J., 2011. Cognitive bias in the chick anxiety-depression model. *Brain Res.* 1373, 124–130.
- Sanger, M.E., Doyle, R.E., Hinch, G.N., Lee, C., 2011. Sheep exhibit a positive judgement bias and stress-induced hyperthermia following shearing. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 131, 94–103.
- Scherer, K.R., 1999. Appraisal theory. In: Dagleish, T., Power, M.J. (Eds.), *Handbook of Cognition and Emotion*. John Wiley and Sons, Ltd., Chichester, United Kingdom, pp. 637–663.
- Scollo, A., Gottardo, F., Contiero, B., Edwards, S.A., 2014. Does stocking density modify affective state in pigs as assessed by cognitive bias, behavioural and physiological parameters? *Appl. Anim. Behav. Sci.* 153, 26–35.
- Shettleworth, S.J., 2001. Animal cognition and animal behaviour. *Anim. Behav.* 61, 277–286.
- Spruijt, B.M., van Hooff, J.A., Gipsen, W.H., 1992. Ethology and neurobiology of grooming behavior. *Physiol. Rev.* 72, 823–852.
- Van der Schuren, L.J.M.J., Niesink, R.J.M., Van Pelt, J.M., 1997. The neurobiology of social play behavior in rats. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 21, 309–326.
- Verbeek, E., Ferguson, D., Lee, C., 2014. Are hungry sheep more pessimistic? The effects of food restriction on cognitive bias and the involvement of ghrelin in its regulation. *Physiol. Behav.* 123, 67–75.
- Von Fritag, J.C., Reijmers, L.G., Van der Harst, J.E., Leus, I.E., Van den Bos, R., Spruijt, B.M., 2000. Defeat followed by individual housing results in long-term impaired reward- and cognition-related behaviours in rats. *Behav. Brain Res.* 117, 137–146.

4.2 Measuring Animal Welfare – Assessing Cognitive Bias as a Potential Approach

Sandra LÖCKENER¹, Dr. Anna-Caroline WÖHR^{1*}, Prof. Michael ERHARD¹

Lehrstuhl für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung,
Veterinärwissenschaftliches Department der Tierärztlichen Fakultät,
LMU München¹

Dairy Science, Veterinary and Animal Husbandry

Erhalten am 01.07.2019, akzeptiert am 09.07.2019, veröffentlicht am
16.07.2019

<https://sciononline.org/abstract/21919>

Measuring Animal Welfare – Assessing Cognitive Bias as a Potential Approach

This article was published in the following Scient Open Access Journal:

Dairy Science, Veterinary and Animal Husbandry

Received July 01, 2019; Accepted July 08, 2019; Published July 16, 2019

Sandra LÖCKENER¹, Dr. Anna-Caroline
WÖHR^{1*}, Prof. Michael ERHARD¹
*Institute for Animal Welfare, Ethology and Animal
Hygiene of the Veterinary Faculty of Ludwig-
Maximilians-University, Munich (Germany)*

Abstract

The evaluation of an animal's emotional state and its well-being poses a challenge to current research. Direct measurement of emotion is inaccessible, so assessment relies on measures of affective states that are predominantly influenced by emotions and important indicators. Studies that used physiological, cognitive or behavioural measurements have shown the assessment of cognitive and judgement bias to be a suitable method to gain insight into the affective state and welfare of animals. Although these method does not always allow a clear interpretation of the results with respect to the affective state, animals in discrimination tasks generally show a pessimistic judgement bias when they are in a negative affective state. This tendency agrees with cognitive theories stating that an individual's assessment of a situation gives information about the involved emotions. Therefore, the analysis of cognitive bias may allow assessing the influence of various factors on an animal's affective state and, if appropriate, creating conditions that result in a positive affective state for animals in husbandry. As it is our aim to highlight useful methods for determining the welfare of animals in husbandry, we here review underlying theories of cognition and affect, evaluate their relevancy to animal behaviour and give an overview of applicable methods and their outcomes.

Key words: Affective state, animal welfare, attention, emotion, judgement bias, memory

Introduction

Animals are part of our society and play an important role as livestock or companions. To meet their needs appropriately, an animal keeper needs to know under which husbandry conditions they feel well or unwell. Although an animal's affective state can give information about its welfare, the affective state is difficult to determine because the animal cannot verbally express its feelings. In this context, the evaluation of cognitive bias has proven to be useful for determining an individual's affective state. Cognitive bias is defined as a systematic tendency for positively or negatively biased perception. Cognitive bias is usually subconscious, is used to appraise circumstances efficiently to make a quick decision and leads to a judgement bias when an individual makes a decision in an ambiguous situation [1].

Materials and Methods

To find out how cognitive bias can give information about animal welfare, we searched the literature using the databases PubMed, BIOSIS, CAB and Google Scholar with the search terms cognitive bias, cognitive bias in animals, affective state in animals, animal welfare, attention, emotion, judgement bias in animals, and memory. We then selected studies on processes underlying cognitive bias and estimated the relevancy of cognitive bias to animal behaviour. To give an overview of applied experimental designs, we reviewed experimental settings and summarized successful applications.

Cognitive Theories

Before we can identify measures of cognitive bias that could be useful tools to determine the welfare of animals, we have to understand cognitive theories proposed in the context of cognitive bias. These theories will be introduced in the following subsections.

Cognitive theories of bias and emotional state

In animals as well as in humans, the processing of information follows specific

*Corresponding author: Anna-Caroline Wöhr,
Institute for Animal Welfare, Ethology and Animal
Hygiene of the Veterinary Faculty of Ludwig-
Maximilians-University, Munich, Germany. Tel: +49
89 2180-78308, Email: woehr@lmu.de

computational rules that seem to be evolutionary adaptive [2]. In this evolutionary context, Haselton et al. [3] proposed that cognitive bias can arise from (1) heuristics, (2) error management effects or (3) experimental artefacts.

Judgement heuristics are often used when it is not possible, extremely complex or too time consuming to investigate all alternatives and rationally balance them before making a decision. In other words, heuristics are information-processing shortcuts that are employed when making judgements under uncertainty [4]. Tversky and Kahneman [5] described three heuristics that underlie numerous intuitive judgements: (1) Representativeness, which is usually employed when individuals are asked to judge the probability that an object or event *A* belongs to class or process *B*. For example, one assesses the similarity of an individual described as "introverted, meek and solemn" to the stereotype of the occupational roles: farmer, salesman, pilot, librarian, physician and orders the occupations by the degree to which the individual is representative of these stereotypes. (2) Availability of instances or scenarios, which is often employed when individuals are asked to assess the frequency of a class or the plausibility of a particular development. For example, one may assess the risk of a heart attack among middle aged people by recalling such occurrences among one's acquaintances. (3) Adjustment from an anchor, which is usually employed in numerical prediction when a relevant value is available. People make estimates by starting from an initial starting point, that for example maybe suggested by the formulation of the problem. When bias results from error management, selection favours bias toward the less costly error [6]. This selection means that costly reproductive errors are reduced if differences in the costs of errors exist. For example, men appear to overinfer sexual intent in women in response to cues such as a smile or freindlines.

In cases when an experimental artefact causes bias, apparent bias and errors are artefacts of research strategies. Here, bias results from the application of inappropriate norms [7].

To use cognitive bias for measuring animal welfare, researchers must understand how bias arises. For example, feelings and moods can influence cognition and generate cognitive bias [8]. Cognitive bias can be positive or negative, and several authors defined different terms of cognitive bias. For example, Hertel and Mathews [9] categorized cognitive bias that arises from emotional states as (1) attentional bias, (2) interpretation bias and (3) memory bias.

Attentional bias is investigated by presenting cues that are irrelevant for the task but meaningful for affect and monitoring whether these cues influence the latency time of responses to intended targets. For example, in an emotional Stroop task, humans who were asked to name the colours in which words were written tended to respond more slowly when the word's content matched their personal concerns than when the word was not relevant to their psychological condition [10]. Also, anxious individuals shifted attention towards threat words, whereas non-anxious subjects shifted attention away from the threat term [11,12]. Furthermore, anxious individuals tended to interpret and remember ambiguous events more often as threatening whereas non-anxious subjects tended to perceive them as less threatening [13]. For example, non-anxious individuals were faster at endorsing words related to positive compared with negative inferences, whereas socially

anxious individuals were equally fast at endorsing positive and negative words. Thus, there is evidence that attentional bias and interpretative bias influence memory [14].

Paul et al. [15] similarly described the emotion-based ways of information processing and divided cognitive bias into (1) attention bias, (2) memory bias and (3) judgement bias. Thus, for example, the attention of anxious individuals is potentially directed toward frightening stimuli, and stimuli are increasingly perceived as frightening and stored as such in memory [12,16]. Consequently, fearful or depressed individuals often interpret ambiguous information negatively and make a negatively biased judgement in ambiguous situations [17–20]. This tendency is defined as negative cognitive bias. In contrast, positive cognitive bias describes the tendency to evaluate situations predominantly positively. The appraisal of a situation is therefore influenced by the emotional state, the directed attention and the memory processes [15]. Similar cognitive theories explain that changes in information processing occur in conjunction with changes in affective state and are part of the emotional process [16, 21,22].

Cognitive theories of affect

The affect infusion model

Forgas [23] proposed an integrative theory with the 'affect infusion model' to explain the role of affective states in judgement. He identified four judgement strategies: (1) The direct access strategy, based on the direct retrieval of a pre-existing, established judgement is most likely when the target is well known and the judgement has low personal relevance (2) The motivated processing strategy is employed when a judgement arises from a specific motivation. For example, sad subjects, that were asked to select a partner selectively looked for and found a rewarding companion, whereas subjects in other conditions chose task-competent partners. (3) The heuristic processing strategy is applied when the target is simple, the personal relevance of the judgement is low, the judge has limited cognitive capacity, and the situation does not demand accuracy or detailed consideration. (4) The substantive processing strategy is adopted when judges selectively and constructively process available information and rely on various learning, associative and memory processes [23]. In the affect infusion model, mood effects on judgement do not occur consistently. They occur mostly when constructive processing is used with affective priming (during substantive processing) and 'affect-as-information' judgement (during heuristic processing) [24–27].

Research on affective priming investigates whether the evaluation of a first stimulus – the prime – influences the processing of subsequent stimuli [28]. The 'affective primacy hypothesis' states that bias can arise when specific stimuli are presented subconsciously [29]. Referring to this hypothesis, Winkelman et al. [30] showed that subjects rated neutral Chinese ideographs more positively after viewing smiling faces than after viewing frowning faces, neutral polygons or blank slides.

The 'affect-as-information' approach implies that individuals do not merely judge on the basis of the recalled features of a target [31]. Rather, their actual emotional state influences their decision. Weather, for instance, can influence an individual's judgement. Humans in ambiguous situations tend to judge more positively during sunshine than rain [32].

The mood congruity effect and the mood-state-dependent retention

Comparable to Forgas [23], Bower [33] claimed that the activation of an emotion node also spreads activation throughout the memory structures to which it is connected and described two basic phenomena. The first is the mood congruity effect, which is supported by other researchers [34, 35]. It states that individuals have the tendency to attend to events that match their emotional state. The recall of mood-congruent material predominates. For example, when we are happy, we are more likely to remember happy events than sad ones (for review see Blaney [36]). The second phenomenon, the mood-state-dependent retention, states that memories stored during a specific mood are recalled more readily when that mood is experienced again [36, 37]. Evidence from psychological studies confirms that emotional states tend to facilitate the retrieval of stimuli of the same emotional valence [38].

The semantic and the distributed network models

Another model that explains the interaction between mood and cognitive processes is the semantic network model (see Bower [33]). It suggests that each emotion has a specific node in memory, which in turn connects with many related aspects that might evoke that emotion, such as autonomic responses, expressive behaviours and descriptions of situations [33]. However, Lewis and Critchley [39] stated that support for the semantic network model is weak for three reasons. Firstly, the influence of mood at the time of encoding on the brain activity during recall is not clear. It is debatable whether the involvement of the emotional system in the retrieval of emotionally valenced information differs for positive and negative valences. Secondly, there is no data suggesting a positive network to be more active in a happy mood or a negative one to be more active in a sad mood. Thirdly, no proof exists that emotional activity due to mood is associated with emotional activity during recall. For these reasons, the semantic network model is being questioned, and further research is needed.

The distributed network model also indicates that a unique network activates each item in memory, but closely associated units have overlapping networks [40]. Hence, activation of one item increases the chance of closely related ones also being activated. Plaut and Booth [40] furthermore evaluated their distributed network model against semantic priming (for a review see Neely [41]), which describes how the processing of a cue such as a word influences the processing of a subsequent word with a semantic relation to the first one. Accordingly, individuals responded faster to the word 'saddle' when the word 'horse' preceded it than when words without semantic relation came first. The presentation of a stimulus (prime) therefore influences the processing time of a subsequent stimulus (target). Although Borowsky and Besner [42] challenged this conclusion, Plaut and Booth [43] defended their model as being highly abstract in its applicability to lexical processing and stated that it nonetheless appears to capture important properties of human lexical processing.

Further studies claim that affect does not influence semantic memory processes [44] and that affect influences controlled but not automatic processing [45]. Storbeck and Clore [46] observed that positive affect activates semantic associations whereas negative affect inhibits their accessibility.

The relevancy of cognitive bias theories to animal behaviour

The question arises whether cognitive theories could be applied to animal welfare. How could cognitive bias arise in animals and possibly influence the results of behavioural tests?

According to the direct access strategy, individuals appraise a situation mostly via memory content. During a negative affective state, humans perceive situations negatively and store information accordingly in their memory [12]. These negative memories can then influence the appraisal of another situation and lead to a negatively biased perception. In discrimination tasks, the intermediate stimuli are usually unrewarded. It is possible that animals in a negative affective state increasingly store the associated experienced frustration in their memory, potentially leading to a pessimistic expectation when being exposed to subsequent intermediate stimuli. Possibly, a mood congruity effect occurs in this context. When animals are sad, they could be more likely to remember the sad event of an unrewarded, intermediate stimulus.

According to the motivated processing strategy, an individual is likely to improve its current mood [23]. In animals, this could mean that during a judgement bias task, they would try to optimize the outcome of positive events by exploring every feed bowl to maximize the possibility of a reward. This behaviour could not be observed so far. On the other hand, an animal trying to improve its current mood might try to avoid a negative event, for example the frustration of exploring a bowl and not receiving a reward. Harding et al. [47] observed in judgement bias tasks that animals in a negative affective state have a low expectation of a reward. It is possible that they try to avoid frustration when they are in a negative affective state.

According to the heuristic processing strategy, negative information is classified as less threatening when individuals are in a positive compared with a negative affective state [23]. Applied to an animal's behaviour in a judgement bias task, this would mean that the animal could handle frustration better and would be more likely to risk experiencing frustration of an unrewarded exploration when in a positive compared with a negative affective state. In fact, studies showed that animals approached a target faster and more frequently as a reaction to intermediate stimuli when they were in a positive affective state than when they were in a negative one [48-50].

According to the substantive processing strategy, memory content that is congruent with the current mood is easier to access than non-congruent memory content [23]. Possibly, animals in a positive affective state can more readily recall the experience of a reward and are therefore more optimistic to receive feed (as seen in several studies [48-50]) whereas animals in a negative affective state increasingly recall negative events like non-palatable food [19] or non-reachable food [51] and classify ambiguous stimuli as more negative.

Affective States in Humans and Animals

Several of the described mechanisms are fundamental to cognitive processing in animals as well as in humans. However, the way these mechanisms work may differ between animals and humans. For example, the appraisal of a situation and

implied decisions under uncertainty are influenced by the affective state, as shown by research with humans and animals [17, 47]. Nevertheless, differences in assessment exist. Animals appraise a situation on two levels (reviewed by Dantzer [52]): the sensorimotor level (automatic triggering of reactions to adaptively significant stimuli) and the schematic level (automatic triggering of learnt reactions to previously encountered stimuli).

Leventhal and Scherer [53] proposed a third level for human processing: the conceptual level (non-automatic, intentionally processed reactions). As an example for the lack of conceptual processing in animals, Dantzer [52] pointed out that a sow that receives no material for nest building may experience a negative affective state in consequence of not being able to build a nest or not having the opportunity to do so. However, because the sow had no expectation of fulfilling her motivation, she should not feel frustrated. With respect to this third level of processing and the role of cognitive bias in the context of animal welfare, it may be helpful to examine if affective states in humans and animals are comparable.

Methods to Determine Animal Welfare under Husbandry Conditions

Researchers have various means to evaluate an individual's affective state, its underlying mechanisms and its impact on the assessment of situations and judgement. In the following subsections, we will review results from three commonly used methods: brain imaging, neurobiological substrate analyses and behaviour tests.

Imaging of activated brain regions during affect

LeDoux [54] suggested – as an option to monitor an individual's emotional state – looking at the processes happening in the brain. As illustrated in brain imaging studies, the neural circuits that are involved in the processing of emotional information are conserved across species [55]. Correspondingly, studies with humans have identified a reward circuit located around dopamine neurons of the same fundamental circuit as that identified in experiments with animals [56].

However, interpretation of altered activity in specific brain regions is challenging. As Hayes and Northoff [57] explained, there is an overlap between reward processing areas and areas activated during the processing of aversion-related information. The prefrontal cortex and the amygdala seem to show activation during aversion processing, reward processing and ambiguous information processing; the orbitofrontal cortex shows altered activity during aversion processing and ambiguous information processing; the cingulate cortex and the prelimbic cortex show changed activity only during ambiguous cue interpretation [57]. Because of these overlaps, it is not easy to draw conclusions from activated brain regions on an individual's affective state and its welfare.

Evaluating neurobiological substrates during affective states

To get a detailed impression of the processes in the brain during affect, researchers have examined the role of neurobiological substrates [58, 59]. A lot of the relevant literature concerns the reward system, which often induces a positive affective state [60–63]. Although there is little research on neurobiological

substrates regulating positive affect apart from reward, it is possible that positive affect and reward may be modulated by the same mechanisms [64].

The neurotransmitter dopamine plays a fundamental role in the reward system. Reward causes the release of dopamine from several brain stem sites, and dopamine antagonists disrupt reward signals [65]. The mesolimbic dopamine system is often associated with the rewarding effects of food, sex and recreational drugs [66]. Accordingly, it is possible, but still debated, that dopamine may have an effect on depression disorders [67, 68].

Shopsin et al. [69] showed that the neurotransmitter serotonin can be involved in affective states. Serotonin deficiency can be causal for the development of depression. Shopsin et al. [69] conducted their investigations by inducing serotonin deficiency and then using serotonin reuptake inhibitors. In depressed patients and patients who responded to serotonin reuptake inhibitors, the depression recurred after serotonin depletion [69]. In a visual discrimination task conducted with sheep, Doyle et al. [70] demonstrated that an administration of a serotonin inhibitor over the course of five days induced a pessimistic judgement bias in sheep. This finding further supports the involvement of the serotonergic system in judgement bias.

Similarly, noradrenaline reuptake inhibitors are administered as antidepressants. The evidence of noradrenaline being involved in depression is quite convincing [71]. Anderson et al. [72] investigated in rats if manipulation of the serotonin or noradrenaline pathway influences the affective state and thereby leads to cognitive bias in the expectation of a reward. They found that an acute treatment with fluoxetine (a selective serotonin reuptake inhibitor) and diazepam (a benzodiazepine) had no effect on the anticipation of reward whereas a treatment with reboxetine (a noradrenaline reuptake inhibitor) reduced it [72]. Similarly Enkel et al. [73] showed that treatments with a combined noradrenergic–glucocorticoid challenge shifted response rates in rats to fewer positive and more negative responses to ambiguous cues.

A negative judgement bias was also found in congenitally helpless rats, a genetic animal model of depression [73]. Thus, both environmental and genetic factors may induce the same judgement bias. Furthermore, von Frijtag et al. [74] proved that a defeat against a rival rat and subsequent single housing led to changes in plasticity of the hippocampus and to a reduced expectation of reward. The effect was reversible through the administration of the antidepressant imipramine, which raises the concentrations of serotonin and noradrenaline for three months. Harmer et al. [75] showed that an acute treatment with antidepressant drugs in humans induced a positive bias in emotional processing but had no subjective effect on mood. Importantly, this finding contradicts traditional models of antidepressant action by suggesting that antidepressants alter the processing of affective stimuli rather than influencing mood directly (for comparison see [76–79]).

The impact of neurobiological processes on affective states is out of question and should be taken into account when evaluating an individual's welfare. Because neurobiological substrate analyses are applicable to both humans and animals, they could help interpret results from behaviour tests to evaluate affective states and welfare.

Behaviour tests

In humans, it is relatively easy to evaluate what circumstances cause positive or negative affective states because humans can be asked about their experiences, their feelings and their perception of a certain situation. In contrast, the interpretation of physiological and neurobiological measurements in terms of the emotional state of animals is limited. Thus, this field of research brought forward several innovative study designs.

Dating back to the 1950s, research has shown that a change in judgement can be a result of the affective state. As Brown et al. [80] found out in this context, the affective state influences the startle response in rats. The startle response, provoked by a suddenly occurring event (e.g. shot from a toy gun), occurred faster and with greater intensity when a negative affective state predominated than when a positive affective state prevailed [80].

In this regard, Von Frijtag et al. [74] demonstrated that in rats that experienced a defeat against a rival and afterward were kept alone in cages for three months, the expectation of a reward (sucrose) was reduced for up to three months. This and similar findings stimulated the interest in the influence of affective states on behaviour: A potential model for the assessment of psychopathology was developed, and a number of methods are now available to manipulate an animal's affective state and monitor its influence on the animal's expectation in ambiguous situations. We will introduce selected methods and give detailed examples in the following subsections.

A discrimination task to assess affective states in animals

In general, experimental designs to investigate cognitive bias in animals are based on a discrimination task. The animals initially learn to discriminate between two stimuli. One stimulus is associated with a positive event, such as a reward. The other is associated with a negative event, such as no reward, a reward of lower value or an aversive experience. These stimuli can be acoustical (tones of different frequencies [47, 81]), visual (cards of different brightness [19, 20] or different locations in a room [50, 82]), sensory (sandpapers of different granularity [49]) or olfactory (different odours [83]). When the animals have completed the training and are able to discriminate between two stimuli, their affective state gets manipulated.

Methods used to generate a negative affective state are: unpredictable, aversive events [47, 84, 85], removal of environmental enrichment [19, 51], warning cry of a conspecific and frightened eyes of a conspecific [86], shearing [87], social isolation [88–90], bright illumination [83], shaking [91], defeat against a rival [74] and neuromodulators that mimic stress [73]. Practices applied to induce a positive affective state are: environmental enrichment [48, 50, 92], successful foraging [93], olfactory enrichment with essential oils [94], administration of antidepressants [73] and the ending of an aversive event [85]. Following this manipulation, intermediate stimuli between the two learnt stimuli are presented, and it is evaluated whether the animals classify the ambiguous cues as a positive or negative stimulus.

Go/no go and go/go method

The first experimental design developed as a discrimination task was used by Harding et al. in 2004 [47] and characterized

as a go/no go method. Rats were taught to press a lever when they heard a specific tone in order to receive a reward and to ignore the lever when another specific tone sounded in order to avoid the aversive event of random noise. When they responded correctly to more than 50% of the tone stimuli, half of the rats were confronted with up to two unpredictable stressors daily, a procedure that can cause depression in rats and should evoke a negative affective state in the animals. After nine days, it was tested how the rats interpret intermediate tones, which were between the two learnt tones. Compared with the rats from the control group, those from the unpredictable treatment group showed a lower expectation of a reward: they pressed the lever less frequently or after a longer latency time [47]. These results indicate a negative affective state in these rats, leading to a judgement bias. Based on the work of Harding et al. [47], further tests on cognitive bias in animals were conducted, and the experimental design was enhanced.

One could argue that the go/no go method of Harding et al. [47] can be imprecise because the decision is counted as positive only when the animal definitely expected a reward and decided to press the lever. When the animal hesitated too long or did not react in the given time, a negative decision was registered. To create the necessity for an active decision in the expectation of a positive or negative event, variants of go/go methods were developed. Enkel et al. [73] for example used a study design in which rats had to actively press a lever in order to receive a reward or to avoid punishment.

A comparison of applied study designs shows that the go/go task, which requires an active response to positive and negative stimuli, is possibly more suited for assessing judgement bias than the go/no go task. Pessimistic judgement bias indicates impaired animal welfare. The go/go task can help prevent that a behavioural inhibition due to emotions (resulting in no reaction or a delayed reaction) is counted as false pessimistic choice.

Experimental designs measuring judgement bias

Following, we review a selection of judgement bias tasks and their outcomes with particular relevance to animal welfare. A visual discrimination task was used by Bateson and Matheson [19] and showed that a decline in environmental quality leads to pessimistic bias in birds. In the experiment, starlings were trained to discriminate between a white and a dark-grey cardboard. Palatable mealworms were placed behind the positive stimulus, whereas non-palatable mealworms were located behind the negative stimulus. Subsequently, unrewarded intermediate stimuli were presented (cardboards in different shades of grey between white and dark-grey). Those starlings that had recently experienced a reduction in the quality of their environment classified fewer of the intermediate stimuli as positive and more of them as negative.

With a similar experimental design, Brilot et al. [20] evaluated cognitive bias of starlings and the link to stereotypical behaviour. Removal of environmental enrichment did not lead to negative cognitive bias; instead, pessimistic bias occurred in individuals that showed stereotypic behaviour. However, when intermediate shades of grey were presented to the birds, changes in latency times occurred [20]. The authors assumed the birds rapidly learnt that intermediate shades were unrewarded [20].

Individual differences in the occurrence of pessimistic bias were also found by Mendl et al. [95] in dogs. In a spatial discrimination task (the experimental design of a spatial discrimination task is described after the next paragraph), these researchers observed that dogs showing social separation-related behaviour showed pessimistic cognitive bias and were therefore in an underlying negative affective state [95].

The fast learning of unrewarded stimuli described by Brilot et al. [20] was also observed by Doyle et al. [84] in spatial discrimination tasks with sheep. During the investigations, Doyle et al. [84] created a negative affective state through long-term exposure to unpredictable, aversive events; their results showed that stressed sheep approached buckets in ambiguous locations less frequently than control sheep, which had not been exposed to the aversive events. However, this effect did not occur for all ambiguous bucket locations, and Doyle et al. [84] suggested that the animals rapidly learnt which intermediate stimuli were not rewarded.

The spatial discrimination task was first used by Burman et al. [51] in 2008 to evaluate whether rats in a positive or negative affective state react differently to ambiguous location-based stimuli. To create two groups with differing affective states, half of the rats experienced a reduction in environmental enrichment. All rats then began a training in which they learnt that a feed bowl placed in a specific location would grant them free access to the feed. Placed in another specific location, the feed was behind a grid and not reachable. It was assumed that the rats were able to discriminate between the two locations when they showed a longer latency time to reach the unrewarded than the rewarded location. Then, the feed bowl was placed in intermediate locations between the two learnt locations. In the location near the unrewarded one, a longer latency time for the rats with reduced enrichment was noted compared with the rats that had been kept in an enriched environment. Burman et al. [51] concluded that the rats with the longer latency time showed a higher expectation of an unrewarded event, which correlates with a negative affective state.

Burman et al. [96] used a similar concept when they tested the effect of different illumination on the emotions of rats. One group learnt the spatial discrimination in bright light. Afterward, three intermediate locations were presented in low light. In the other group, the conditions were reversed. In the first group, significantly shorter latency times were recorded compared with the second group. Burman et al. [96] interpreted the outcome by explaining that the bright light initially created fear. The decline of fear in low light provoked a positive affective state and therefore an optimistic expectation.

The effect of different illumination was also investigated by Bolej et al. [83]. BALB/c mice (with high initial anxiety) were tested in a discrimination task under aversive white light conditions. They showed a longer latency to approach the ambiguous stimulus, which is assumed to correlate with a more pessimistic expectation, compared with mice tested under less aversive white light conditions. Additionally, Bolej et al. [83] tried to train mice to discriminate between two odours. Whereas BALB/c mice learnt the discrimination and showed intermediate reactions to the ambiguous cues, 129P3/J mice (with low initial anxiety) did not discriminate between the cues. The BALB/c

mice judged the intermediate stimulus as negative under both test conditions. This mouse stem could be used to evaluate emotional states, but further research is necessary.

A high-pressure situation prior to a judgement bias test led to more positive assessment of situations in sheep. This shift was shown by Doyle et al. [88] after social isolation and by Sanger et al. [87] after shearing. Briefer and McElligott [97] made similar observations with goats. In a spatial discrimination task, they evaluated the effect of a long period of poor welfare (> two years) on judgement in ambiguous situations. No overall effect could be detected, but female test goats from the poor conditions showed more optimistic expectations than the control goats, suggesting a more positive assessment due to the reduction of stress. Male test goats showed a mood similar to that of the control goats [97]. Obviously, all of the animals recovered from the neglect, and possibly sex differences were relevant.

In contrast, the previous experience of agitation or pain seems to create a lasting negative bias. For example, Bateson et al. [91] reported that agitated honeybees exhibited pessimistic cognitive bias, and Neave et al. [85], who investigated how pain affects cognitive processes in animals, found negative cognitive bias in calves following the painful process of hot iron disbudding. This pessimistic bias indicates that pain created a negative shift in the affective state of the calves.

Burman et al. [93] illustrated the link between a recently experienced feeling of success and a subsequent evaluation of ambiguous stimuli. Dogs were trained on a visual discrimination task, and half of the dogs experienced successful foraging prior to the judgement bias test. The dogs with this positive prior experience showed a significantly longer latency time in the reaction to intermediate stimuli than those without prior positive experience [93]. Unexpectedly, the dogs with successful foraging experience had a lower expectation to receive feed. It seems that an emotional event immediately prior to a judgement bias test can provoke a contrary emotion during the task. Animals that experienced a positive event had a lower expectation of reward in a subsequent judgement bias task [93], whereas animals having experienced a negative event showed an increased expectation of reward [84, 87].

Like the study by Burman et al. [93], other studies investigated positive affective state and its influence on expectation. Matheson et al. [48] for example found optimistic cognitive bias in starlings with enriched environment. The birds judged intermediate stimuli more frequently as being associated with a food outcome when they were housed in enriched compared with standard cages. This finding was confirmed by Brydges et al. [49], who, with the help of a sensory discrimination method, found out that environmental enrichment created a positive affective state and therefore an optimistic reaction to ambiguous stimuli in rats. The rats were trained to discriminate between smooth and rough sandpaper. When they chose one, they received a reward of higher value (white chocolate) than when they chose the other (rewarded with cereal with honey). When the rats had learnt the discrimination task, some animals were moved into enriched cages and presented with sandpapers of intermediate granularity. The rats previously housed in standard cages and then transferred to enriched cages showed more optimistic responses than the control rats that remained in standard cages.

Another experimental design, used by Brilot et al. [86], included pictures of eyes that provoked fear when presented to startlings. As a positive stimulus, a picture with hidden eyes was shown. Pictures with semi-transparent eyes were the intermediate stimuli. In addition, acoustic signals such as characteristic warning cries or random noise were used to further influence the affective state of the startlings. However, the startlings assessed positive and intermediate stimuli in the same way [86]. Thus, this method seems rather inappropriate to verify cognitive bias in birds.

Salmeto et al. [89] isolated chickens for a short period to create a fearful affective state. Other chickens were isolated for a long period to cause a depression-like affective state. Subsequent judgement bias tests demonstrated a pessimistic mental attitude in the shortly isolated chickens and an even more pronounced one in the chickens that had been isolated longer [89]. Therefore, this method seems appropriate to create a negative cognitive bias in birds.

In studies with pigs and dogs, the method of isolation did not create a negative cognitive bias. Dtipjan et al. [90] used a spatial discrimination task to evaluate the affective state of domestic pigs. Following the training, half of the pigs were socially isolated several times and then presented with stimuli in three intermediate positions. Additionally, the cortisol level in each animal was determined every morning. Neither the behaviour tests nor the cortisol levels indicated cognitive bias in the isolated pigs [90]. Thus, we hypothesize that isolation of the pigs caused neither acute stress (which, according to Doyle et al. [88] could have led to a higher expectation of reward) nor chronic stress (which could have created a negative emotional state and therefore have led to a lower expectation of reward, as well as changes in the cortisol levels). Similarly, an affective state of anxiety was not induced by separation in a study with dogs. Müller et al. [98] applied a judgement bias task during the owner's absence and during the owner's presence. The dogs showed no differences in their reactions to ambiguous stimuli, indicating either that the dogs were used to the absence of their owners or that only a moderate state of anxiety was provoked, which did not influence the outcome of the task [98].

The stocking density at which captive animals are held may be another factor with influence on the affective state. Scollo et al. [99] investigated the influence of stocking density on the affective state of pigs with a spatial discrimination task. Two treatments were applied to calculate the area required (A), the space allowance coefficient (k) and the bodyweight (BW) by the equation $A = k \times BW^{0.667}$. One treatment provided a space of $k = 0.030$, complying with the required European Union minimum standard, whereas the other treatment provided a space of $k = 0.048$, following the recommendation of the Scientific Panel on Animal Health and Welfare of the European Food Safety Authority. Although the results indicated that the higher stocking density did not lead to cognitive bias due to a negative affective state, differences in learning behaviours between treatments were found [99]. Further research could shed light on the effects of stocking density on learning behaviour.

Whereas neither social isolation nor high stocking density provoked negative cognitive bias in pigs [90, 99], Douglas et al. [50] showed that enriched housing systems led to positive cognitive bias in pigs. For five weeks, they kept one group of

pigs in enriched environment and another group in standard housing conditions. All animals were then trained on an auditory discrimination task with a go/no go procedure, and afterward, the environmental conditions of the pigs were changed. Both groups approached the hatch more frequently and faster when presented as intermediate stimuli while the pigs were housed in an enriched environment compared with a standard environment [50].

The affective state of rhesus macaques was also evaluated in an enriched environment and compared with their affective state after a health check. Bethell et al. [100] trained the monkeys on a discrimination task via touch screen. In a subsequent judgement bias test, the monkeys had a lower expectation of reward and therefore responded less frequently to intermediate stimuli after the health check than during the phase of enrichment [100]. Thus, non-human primates show changes in affective state following standard husbandry procedures such as health checks.

In grizzly bears, this method initially failed to demonstrate cognitive bias. However, when the bears spent a longer time pacing prior to testing, they subsequently showed more optimistic judgement in the test [101]. Judgement possibly varies in situations causing anxiety, during times of increased activity, during sexual arousal or in anticipation of feeding, and data could indicate a negative or positive mood [102-106]. Thus, the combination of physiological measurements with behavioural observation could help to evaluate results.

Conclusions

In most of the herein reviewed studies, the animals were more pessimistic in a judgement bias task when they were in a negative affective state and more optimistic when they were in a positive affective state. Cognitive theories argue that an individual's assessment of a situation gives information about the involved emotions. Thus, the evaluation of cognitive bias may allow an objective assessment of the affective state of animals.

However, the methods to assess cognitive bias and the obtained results have to be interpreted carefully. Physiological parameters possibly vary depending on the circumstances (such as situations causing fear, times of increased activity, state of sexual arousal or imminent feeding times), and physiological data could variably indicate a negative or positive mood. The combination of physiological or neurobiological measurements with behavioural observations could help draw realistic conclusions on an animal's affective state.

Additionally, this review shows that the quality (positive or negative) and degree of cognitive bias arising in response to traumatic events or social isolation can differ between animal species. A method that seems to create positive cognitive bias in various species is the provision of environmental enrichment. The possibility of increased locomotion is a substantial component in enriched environments and can induce a positive affective state in animals.

Furthermore, individual differences in the motivation to feed, the need for movement or the attention span, as well as different personalities and sex differences, have to be taken into account. Thus, it could be useful to test every subject under different conditions to create a before-and-after comparison concerning the development of cognitive bias instead of testing one group

against another. Moreover, test conditions should be as equal as possible between treatments to exclude the influence of factors such as temperature, time of day or feeding motivation on the animal's decision.

A comparison of applied study designs shows that the go/go task, which requires an active response to positive and negative stimuli, is possibly more suited for measuring judgement bias than the go/no go task. The go/go task can help prevent that a behavioural inhibition due to emotions (failure to act) is counted as false pessimistic choice.

Altogether, the assessment of cognitive bias seems to be a useful approach to determine the affective state of animals, which is crucial information for improving the welfare of animals under husbandry conditions. The numerous studies that have been carried out draw an increasingly precise picture of applicable methods. We look forward to further research that aims to identify a validated method for measuring animal welfare.

References

1. Bilalić M, McLeod P and Gobet F. 2010. The mechanism of the Einstellung (set) effect – a pervasive source of cognitive bias. *Current Directions in Psychological Science*. 2010;19(2):111-115.
2. Real LA. Animal choice behaviour and the evolution of cognitive architecture. *Science*. 1991;30,253(6023):980-988.
3. Haselton MG, Nettle D, Andrews PW. The evolution of cognitive bias. In: Buss DM (ed.), *The Handbook of Evolutionary Psychology*. 2005;724-746.
4. Kahneman D, Tversky A. Variants of uncertainty. *Cognition*. 1982;11(2):143-157.
5. Tversky A, Kahneman D. Judgment under uncertainty: Heuristics and Biases. *Science*. 1974;185(4157):1124-1131.
6. Haselton MG, Buss DM. Error management theory: A New Perspective on Biases in Cross-Sex Mind Reading. *Journal of Personality and Social Psychology*. 2000;78(1):81-91.
7. Cosmides L, Tooby J. Are humans good intuitive statisticians after all? Rethinking some conclusions from the literature on judgment under uncertainty. *Cognition*. 1998;58(1):1-73.
8. Pfister H-R, Böhm G. The multiplicity of emotions: a framework of emotional functions in decision making. *Judgment and Decision Making*. 2008;3(1):5-17.
9. Hertel PT, Mathews A. Cognitive bias modification: past perspectives, current findings, and future applications. *Perspectives on Psychological Science*. 2011;6(6):521-536.
10. Williams JMG, Mathews A, MacLeod C. The emotional Stroop task and psychopathology. *Psychological Bulletin*. 1996;120(1):3-24.
11. MacLeod C, Mathews A, Tata P. Attentional bias in emotional disorders. *Journal of Abnormal Psychology*. 1986;95(1):15-20.
12. Bar-Haim Y, Lamy D, Pergamin L, Bakermans-Kranenburg MJ, van Ijzendoorn MH. Threat-related attentional bias in anxious and nonanxious individuals: a meta-analytic study. *Psychological Bulletin*. 2007;133(1):1-24.
13. Hirsch CR, Mathews A. Impaired positive inferential bias in social phobia. *Journal of Abnormal Psychology*. 2000;109(4):705-712.
14. Hertel PT, El-Messidi L. Am I blue? Depressed mood and the consequences of self-focus for the interpretation and recall of ambiguous words. *Behavior Therapy*. 2006;37(3):259-268.
15. Paul ES, Harding EJ, Mendil M. Measuring emotional processes in animals: the utility of a cognitive approach. *Neuroscience Biobehavioral Reviews*. 2006;29(3):469-491.
16. Mathews A, MacLeod C. Cognitive approaches to emotion and emotional disorders. *Annual Review of Psychology*. 1994;45:25-50.
17. Eysenck MW, Mogg K, May J, Richards A, Mathews A. Bias in interpretation of ambiguous sentences related to threat in anxiety. *Journal of Abnormal Psychology*. 1991;100(2):144-150.
18. Mogg K, Bradley BP. A cognitive-motivational analysis of anxiety. *Behaviour Research and Therapy*. 1998;36(9):808-848.
19. Bateson M, Matheson SM. Performance on a categorisation task suggests that removal of environmental enrichment induces 'pessimism' in captive European starlings (*Sturnus vulgaris*). *Animal Welfare*. 2007;16(5):33-36.
20. Briot BO, Asher L, Bateson M. Stereotyping starlings are more 'pessimistic'. *Animal Cognition*. 2010;13(5):721-731.
21. Clore GL, Ortony A. Cognition in emotion: always, sometimes, or never? In: Lane R, Nadel L (eds.), *Cognitive Neuroscience of Emotion*. 2000;24-61. Oxford University Press, Inc. New York, NY.
22. Schwarz N. Emotion, cognition, and decision making. *Cognition and Emotion*. 2000;14(4):433-440.
23. Forgas JP. Mood and judgment: The Affect Infusion Model (AIM). *Psychological Bulletin*. 1996;117(1):30-68.
24. Schwarz N. Feelings as information: informational and motivational functions of affective states. In: Higgins E, Sorrentino R (eds.), *Handbook of Motivation and Cognition: Foundations of Social Behavior*. 1990;2:527-561. The Guilford Press, New York, NY.
25. Forgas JP, Bower GH. Affect in social judgments. *Australian Journal of Psychology*. 1988;40(2):125-145.
26. Bower GH. Mood congruity of social judgments. In: Forgas JP (ed.), *Emotion and Social Judgments*. 1991;31-53. Pergamon Press GmbH, Elmsford, NY, US.
27. Clore GL, Schwarz N, Conway M. Affective causes and consequences of social information processing. In: Wyer RS, Srull TK (eds.), *Handbook of Social Cognition*, 2nd edn. 1994;323-417. Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Mahwah, NJ. Oxford University Press, New York, NY.
28. Klausner KC, Voss A, Stahl C (eds.), *Cognitive Methods in Social Psychology*. 2012. The Guilford Press, New York, NY.
29. Zajonc RB. Feeling and thinking: preferences need no inferences. *American Psychologist*. 1980;35(2):151-175.
30. Winkielman P, Zajonc RB, Schwarz N. Subliminal Affective Priming Restits Attribitional Interventions. *Cognition and Emotion*. 1997;11(4):433-465.
31. Clore GL, Gasper K, Garvin E. Affect as information. In: Forgas JP (ed.), *Handbook of Affect and Social Cognition*. 2001;121-144. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ.
32. Schwarz N, Clore GL. Mood, Misattribution, and Judgments of Well-Being: Informative and Directive Functions of Affective States. *Journal of Personality and Social Psychology*. 1983;45(3):513-523.
33. Bower GH. Mood and memory. *American Psychologist*. 1981;36(2):129-148.
34. Isen AM, Daubman KA. The influence of affect on categorization. *Journal of Personality and Social Psychology*. 1984;47(6):1206-1217.
35. Forgas JP, George JM. Affective influences on judgments and Behavior in Organizations: An Information Processing Perspective. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*. 2001;89(1):3-34.
36. Blaney PH. Affect and memory: a review. *Psychological Bulletin*. 1986;99(2):229-246.
37. Eich E, Macaulay D, Ryan L. Mood Dependent Memory for Events of the Personal Past. *Journal of Experimental Psychology: General*. 1994;123(2):201-215.
38. Loeffler SN, Mytek M, Peper M. Mood-congruent memory in daily life: evidence from interactive ambulatory monitoring. *Biological Psychology*. 2013;93(2):308-315.
39. Lewis PA, Critchley HD. Mood-dependent memory. *Trends in Cognitive Sciences*. 2003;7(10):431-433.
40. Plaut DC, Booth JR. Individual and Developmental Differences in Semantic Priming: Empirical and Computational Support for a Single-Mechanism Account of Lexical Processing. *Psychological Review*. 2000;107(4):786-823.
41. Neely JH. Semantic priming effects in visual word recognition: a selective review of current findings and theories. In: Besner D, Humphrey G (eds.),

- Basic Processes in Reading: Visual Word Recognition*. 1991;264-336. Erlbaum, Hillsdale, NJ.
42. Borowsky R, Besner D. Parallel distributed processing and Lexical-Semantic Effects in Visual Word Recognition: Are a Few Stages Necessary? *Psychological Review*. 2006;113(1):181-196.
43. Plaut DC, Booth JR. More Modeling but Still No Stages: Reply to Borowsky and Besner. *Psychological Review*. 2006;113(1):196-200.
44. Weaver KA, McNeill AN. Null effect of mood as a Semantic Prime. *The Journal of General Psychology*. 1992;119(3):295-301.
45. Matthews G, Wells A. The cognitive science of attention and emotion. In: Dalgleish T, Power MJ (eds.), *Handbook of Cognition and Emotion*, 1st edn. 1996;171-192. John Wiley & Sons Ltd., West Sussex, England.
46. Storbeck J, Clore GL. With sadness comes accuracy; with happiness, false memory: mood and the false memory effect. *Psychological Science*. 2005;16(10):785-791.
47. Harding EJ, Paul ES, Mendl M. cognitive bias and affective state. *Animal behaviour*. Nature. 2004;427:312.
48. Matheson SM, Asher L, Bateson M. Larger, enriched cages are associated with 'optimistic' response biases in captive European starlings (*Sturnus vulgaris*). *Applied Animal Behaviour Science*. 2008;109(2):374-383.
49. Brydges NM, Leach M, Nicol K, Wright R, Bateson M. Environmental enrichment induces optimistic cognitive bias in rats. *Animal Behaviour*. 2011;81(1):169-175.
50. Douglas C, Bateson M, Walsh C, Bédusá A, Edwards SA. Environmental enrichment induces optimistic cognitive biases in pigs. *Applied Animal Behaviour Science*. 2012;139(1):85-73.
51. Burman OHP, Parker R, Paul ES, Mendl M. A spatial judgement task to determine background emotional state in laboratory rats, *Rattus norvegicus*. *Animal Behaviour*. 2008;76(3):801-809.
52. Dantzer R. Can farm animal welfare be understood without taking into account the issues of emotion and cognition? *Journal of Animal Science*. 2002;90(E-Suppl 1):E1-E9.
53. Leventhal H, Scherer K. The Relationship of Emotion to Cognition: A Functional Approach to a Semantic Controversy. *Cognition and Emotion*. 1987;1(1):3-28.
54. LeDoux J. *The Emotional Brain: The Mysterious Underpinnings of Emotional Life*, 1st edn. 1996. Touchstone, New York, NY.
55. Cryan JF, Holmes A. The ascent of mouse: advances in modelling human depression and anxiety. *Nature Reviews Drug Discovery*. 2005;4(9):775-790.
56. Haber SN, Knutson B. The reward circuit: linking primate anatomy and human imaging. *Neuropsychopharmacology*. 2010;35(1):4-26.
57. Hayes DJ, Northoff G. Identifying a network of brain regions involved in aversion-related processing: a cross-species translational investigation. *Frontiers in Integrative Neuroscience*. 2011;5:49.
58. Benridge KC. Food reward: brain substrates of wanting and liking. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 1996;20(1):1-25.
59. Panksepp J. *Affective Neuroscience: The Foundations of Human and Animal Emotions*, 1st edn. 2004. Oxford University Press, Inc., New York, NY.
60. Stellar JR, Stellar E. *The Neurobiology of Motivation and Reward*, 1st edn. 1985. Springer-Verlag, New York, NY.
61. Wise RA. The brain and reward. *Topics in Experimental Psychopharmacology*. 1986;1:377-424.
62. Piazza PV, Le Moal M. Glucocorticoids as a biological substrate of reward: physiological and pathophysiological implications. *Brain Research Reviews*. 1997;25(3):359-372.
63. Naranjo CA, Tremblay LK, Busto UE. The role of the brain reward system in depression. *Progress in Neuropsychopharmacology and Biological Psychiatry*. 2001;25(4):781-823.
64. Ashby FG, Isen AM, Turken AM. A neuropsychological theory of positive affect and its influence on cognition. *Psychological Review*. 1998;106(3):529-550.
65. Phillips AG, Blass DC, Pfaus JG, Blackburn JR. Neurobiological correlates of positive emotional states: dopamine, anticipation and reward. *International Review of Studies on Emotion*. 1992;2:31-49.
66. Pfaus JG, Damsa G, Norrnoks GG, et al: Sexual behavior enhances central dopamine transmission in the male rat. *Brain Research*. 1990;530(2):345-348.
67. Dailly E, Chenu F, Renard CE, Bourin M. Dopamine, depression and antidepressants. *Fundamental & Clinical Pharmacology*. 2004;18(6):601-607.
68. Nestler EJ, Carlezon Jr. WA. The mesolimbic dopamine reward circuit in depression. *Biological Psychiatry*. 2006;59(12):1151-1159.
69. Shopsin B, Friedman E, Gershon S. Parachlorophenylalanine reversal of tryptophan depletion in depressed patients. *Archives of General Psychiatry*. 1976;33(7):811-819.
70. Doyle RE, Hinch GN, Fisher AD, Boissy A, Henshall JM, Lee C. Administration of serotonin inhibitor p-chlorophenylalanine induces pessimistic-like judgement bias in sheep. *Psychosovroendocrinology*. 2011;38(2):279-288.
71. Leonard BE. Noradrenergic in basic models of depression. *European Neuropsychopharmacol*. 1997;7(Suppl 1):S11-6).
72. Anderson MH, Munafò MR, Robinson ES. Investigating the psychopharmacology of cognitive affective bias in rats using an affective tone discrimination task. *Psychopharmacology*. 2013;226(3): 601-613.
73. Enkel T, Gholizadeh D, von Bohlen und Halbach O, Sanchis-Segura C, Hurlimann R, Spanagel R, Gass P, Vollmayr B. Ambiguous-cue interpretation is biased under stress- and depression-like states in rats. *Neuropsychopharmacology*. 2010;35(4):1008-1015.
74. Von Frijit JG, Reijmers LGJE, Van der Harst JE, Leus IE, Van den Bos R, Spruijt BM. Defeat followed by individual housing results in long-term impaired reward- and cognition-related behaviours in rats. *Behavioural Brain Research*. 2002;20,117(1-2):137-146.
75. Hamer CJ, O'Sullivan U, Favaron E, et al: Effect of acute antidepressant administration on negative affective bias in depressed patients. *American Journal of Psychiatry*. 2008;166(10):1178-1184.
76. Robinson OJ, Sahakian BJ. Recurrence in major depressive disorder: a neurocognitive perspective. *Psychological Medicine*. 2008;38(3):315-318.
77. Clark L, Chamberlain SR, Sahakian BJ. Neurocognitive mechanisms in depression: implications for treatment. *Annual Review of Neuroscience*. 2009;32:57-74.
78. Karagiannis CI, Burman OH, Mills DS. Dogs with separation-related problems show a 'less pessimistic' cognitive bias during treatment with fluoxetine (Reconcile (TM)) and a behaviour modification plan. *BMC Veterinary Research*. 2015;11(1):80.
79. Kregiel J, Golebiowska J, Popik P, Rygula R. Dopamine induces an optimism bias in rats – Pharmacological proof for the translational validity of the ambiguous-cue interpretation test. *Behavioural Brain Research*. 2016;297(15):84-90.
80. Brown JS, Kalish HJ, Farber IE. Conditioned fear as revealed by magnitude of startle response to an auditory stimulus. *Journal of Experimental Psychology*. 1951;41(5):317-328.
81. Jones S, Neville V, Higgs L, Paul ES, Dayan P, Robinson ES, Mendl M. Assessing animal affect: an automated and self-initiated judgement bias task based on natural investigative behaviour. *Scientific Reports*. 2018;8(1):12400.
82. Hintze S, Melotti L, Colosio S, et al: A cross-species judgement bias task: integrating active trial initiation into a spatial go-no-go task. *Scientific Reports*. 2018;8(1):5104.
83. Boleij H, van't Klooster J, Lawrijzen M, Kirchoff S, Amdt SS, Ohl F. A test to identify judgement bias in mice. *Behavioural Brain Research*. 2012;233(1):45-54.
84. Doyle RE, Lee C, Deiss V, Fisher AD, Hinch GN, Boissy A. Measuring judgement bias and emotional reactivity in sheep following long-term exposure to unpredictable and aversive events. *Physiology & Behavior*. 2011;102(5):503-510.
85. Neave HW, Daros RR, Costa JHC, et al: Keyserlingk MA, Weary DM. Pain and Pessimism: Dairy Calves Exhibit Negative Judgement Bias Following Hot-Iron Disbudding. *PLOS ONE*. 2013;8(4):e69135.

86. Briot BO, Normandale CL, Parkin A, Bateson M. Can we use startings' aversion to eyespots as the basis for a novel 'cognitive bias' task? *Applied Animal Behaviour Science*. 2009;118(3-4):182-190.
87. Sanger ME, Doyle RE, Hinch GN, Lee C. Sheep exhibit a positive judgement bias and stress-induced hyperthermia following shearing. *Applied Animal Behaviour Science*. 2011;131(3):94-103.
88. Doyle RE, Fisher AD, Hinch GN, Boissy A, Lee C. Release from restraint generates a positive judgement bias in sheep. *Applied Animal Behaviour Science*. 2010;122(1):28-34.
89. Salmelo AL, Hymel KA, Carpenter EC, Briot BO, Bateson M, Sufka KJ. Cognitive bias in the chick anxiety-depression model. *Brain Research*. 2011;10:1373:124-130.
90. Düppjan S, Ramp C, Kanitz E, Tuchscherer A, Puppe B. A design for studies on cognitive bias in the domestic pig. *Journal of Veterinary Behavior*. 2013;8(6):485-489.
91. Bateson M, Desire S, Gartside SE, Wright GA. Agitated Honeybees Exhibit Pessimistic Cognitive Biases. *Current Biology*. 2011;21(12):1070-1073.
92. Lökener S, Reese S, Erhard M, Wöhr A-C. Pasturing in herds after housing in horseboxes induces a positive cognitive bias in horses. *Journal of Veterinary Behavior Clinical Applications and Research*. 2016;11:50-55.
93. Burman O, McGowan R, Mendl M, et al: Using judgement bias to measure positive affective state in dogs. *Applied Animal Behaviour Science*. 2011;132(3-4):160-168.
94. Ucheddu S, Mariti C, Sannen A, et al: Behavioral and cortisol responses of shelter dogs to a cognitive bias test after olfactory enrichment with essential oils. *Dog Behavior*. 2018;4(2):1-14.
95. Mendl M, Brooks J, Basse C, et al: Dogs showing separation-related behaviour exhibit a 'pessimistic' cognitive bias. *Current Biology*. 2010;12:20(19): R839-840.
96. Burman OHP, Parker RMA, Paul ES, Mendl MT. Anxiety-induced cognitive bias in non-human animals. *Physiology & Behavior*. 2009;98(3):345-350.
97. Briefer EF, McElligott AG. Rescued goats at a sanctuary display positive mood after former neglect. *Applied Animal Behaviour Science*. 2013;146(1-4):45-55.
98. Müller CA, Riemer S, Rosam CM, Schölwender J, Range F, Huber L. Brief owner absence does not induce negative judgement bias in pet dogs. *Animal Cognition*. 2012;15(5):1031-1033.
99. Scollo A, Gottardo F, Contiero B, Edwards SA. Does stocking density modify affective state in pigs as assessed by cognitive bias, behavioural and physiological parameters? *Applied Animal Behaviour Science*. 2014;153:26-35.
100. Bethell EJ, Holmes A, MacLamont A, Semple S. Cognitive bias in a non-human primate: husbandry procedures influence cognitive indicators of psychological well-being in captive rhesus macaques. *Animal Welfare*. 2012;21(2):185-195.
101. Keen HA, Nelson OL, Robbins CT, Evans M, Shepherdson DJ, Newberry RC. Validation of a novel cognitive bias task based on difference in quantity of reinforcement for assessing environmental enrichment. *Animal Cognition*. 2014;17(3): 529-541.
102. Baldock NM, Sibly RM, Penning PD. Behaviour and seasonal variation in heart rate in domestic sheep, *Ovis aries*. *Animal Behaviour*. 1988;36(1): 35-43.
103. Marchant JN, Mendl MT, Rudd AR, Broom DM. The effect of agonistic interactions on the heart rate of group-housed sows. *Applied Animal Behaviour Science*. 1995;46(1): 49-56.
104. Broom DM, Johnson KG. Approaching questions of stress and welfare. In: Broom DM, Johnson KG (eds.), *Stress and Animal Welfare*. 1993;71-76. Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA.
105. Barker TH, Howarth GS, Whittaker AL. The effects of metabolic cage housing and sex on cognitive bias expression in rats. *Applied Animal Behaviour Science*. 2016;177: 70-76.
106. Brown GR, Cullum P, Martin S, Healy SD. Sex differences in performance on a cognitive bias task in Norway rats. *Behavioural Processes*. 2016;133: 52-55.

V. ZUSAMMENFASSUNG DER PUBLIZIERTEN ERGEBNISSE

5.1 Training

5.1.1 Stichprobengröße

Das Training wurde mit 20 Pferden begonnen, sieben mussten von der weiteren Analyse ausgeschlossen werden. Gründe für Ausschlüsse waren, wenn ein Tier zu viel Angst vor der Holzkiste hatte ($n = 1$), nicht lernte, die Kiste zu öffnen ($n = 2$), bei mehreren Trainingseinheiten nicht anwesend war ($n = 2$), in einen anderen Stall verlegt wurde ($n = 1$) oder herumlief, sobald es freigelassen wurde ($n = 1$). Eine Stichprobengröße von 13 Probanden durchlief das gesamte Training. Zunächst wurden 13 Pferde in p1 (nachts einzeln in Pferdeboxen, tagsüber auf Weiden mit Kontakt zu Artgenossen) und anschließend in hb (24 Stunden einzeln in Pferdeboxen) gehalten. Sieben Pferde wurden dann in p2 gehalten (nachts einzeln in Pferdeboxen, tagsüber auf Koppeln mit Kontakt zu Artgenossen) während sechs Pferde in hb verblieben.

5.1.2 Erfolgreicher Abschluss des Trainings

Im Durchschnitt brauchten die Pferde zehn Trainingseinheiten, bis sie das Training erfolgreich abgeschlossen hatten. Drei Pferde erreichten das Startkriterium nach vier Trainingseinheiten in zwei aufeinanderfolgenden Trainingseinheiten. Es musste dann jedoch der Trainingsort gewechselt werden und die Pferde benötigten weitere Trainingseinheiten in der neuen Umgebung, um das Startkriterium über drei aufeinanderfolgende Trainingseinheiten zu erreichen. Der Ort des Trainings und des Tests blieb dann unverändert.

5.2 Test

In den Tests näherten sich die Pferde häufiger dem positiven Reiz (100 %) als dem negativen Reiz (23 %), und es dauerte länger, bis sie den negativen Reiz erreichten (Median = 14,51 cm / s) als den positiven (Median = 94,23 cm / s). Weiterhin wurde untersucht, ob sich die Reaktionen der Pferde auf die Referenzpositionen zwischen den Haltungsformen unterschieden. In der Anfangsphase mit Weidegang (p1) sowie in der folgenden Zeit der Unterbringung in Pferdeboxen ohne Weidegang (hb) und in der Zeit mit erneutem Weidegang (p2) näherten sich alle Pferde in jedem Versuch dem positiven Stimulus. Während sich in p2 sechs Pferde dem negativen Stimulus näherten und nur ein Pferd sich ihm nicht näherte, näherten sich in p1 (s. Abb. 5; $p = 0,0003$) und hb (s. Abb. 5; $p = 0,0047$) kein Pferd dem negativen Stimulus.

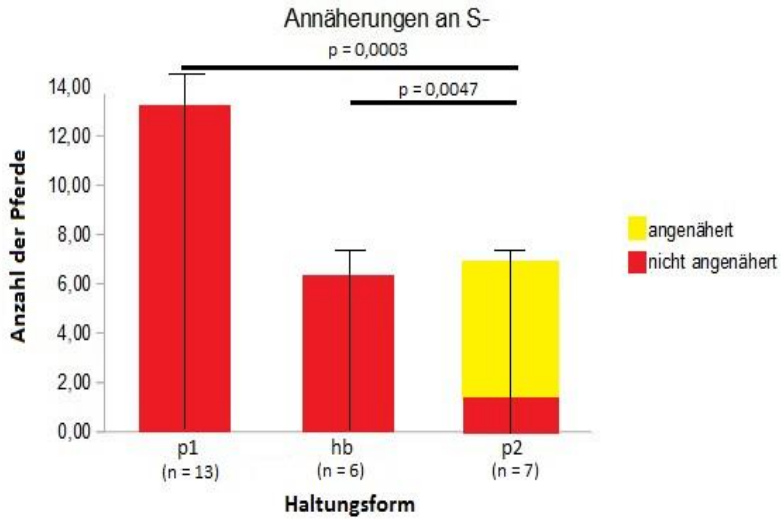


Abbildung 5: Unterschiede in den Annäherungen an den negativen Stimulus (S-) zwischen der Anfangsphase p1 (n = 13) mit Weidegang, Haltungsform hb (n = 6) in Pferdeboxen und Haltungsform p2 (n = 7) mit erneutem Weidegang

Um Änderungen in der Geschwindigkeit zu ermitteln, mit der sich die Pferde den Reizen während der verschiedenen Haltungsformen näherten, wurde der zweiseitige Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test verwendet. Die Geschwindigkeit, mit der sich die Pferde S- näherten, variierte zwischen den Haltungsformen. Die Pferde näherten sich S- in p2 schneller als in p1 (s. Abb. 6; $p = 0,036$) und hb (s. Abb. 6; $p = 0,007$). Für Pferde, die sich S- nicht näherten, wurde eine Geschwindigkeit von 30 cm / s angegeben.

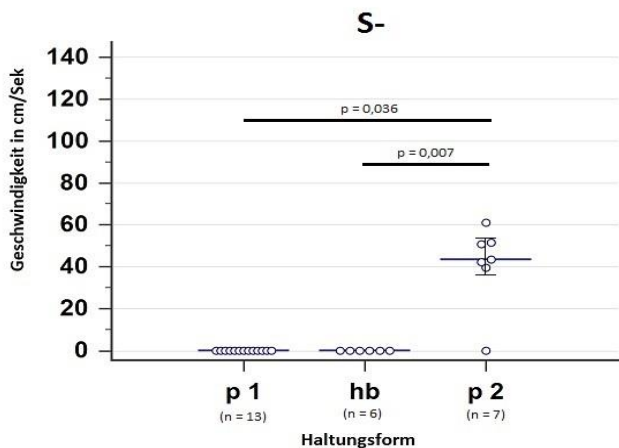


Abbildung 6: Unterschiede in den Geschwindigkeiten, mit denen sich die Pferde dem negativen Stimulus (S-) näherten zwischen der Anfangsphase p1 (n = 13) mit Weidegang, Haltungsform hb (n = 6) in Pferdeboxen und Haltungsform p2 (n = 7) mit erneutem Weidegang

Um die Reaktionen jedes Pferdes auf die uneindeutigen Reize (Mitte, nahe des positiven Reizes, nahe des negativen Reizes) mit positivem und negativem Reiz zwischen den Haltungsformen zu vergleichen, wurden Binomialfunktionen verwendet und die Haltungsformen hb und p2 mit der Nullhypothese analysiert, dass die Reaktionen der Pferde ähnlich sein würden wie in der Anfangsphase p1. Es zeigten sich signifikante Unterschiede bei den Reaktionen auf die Position nahe des negativen Reizes (MS-) zwischen p1 (3 Pferde näherten sich: 10 Pferde näherten sich nicht) und p2 (5: 2) (s. Abb. 7; $p = 0,0088$). Die Reaktionen auf die mittlere Position unterschieden sich ebenfalls zwischen p1 (9: 4) und p2 (7: 0), dies war jedoch nicht signifikant ($p = 0,07$).

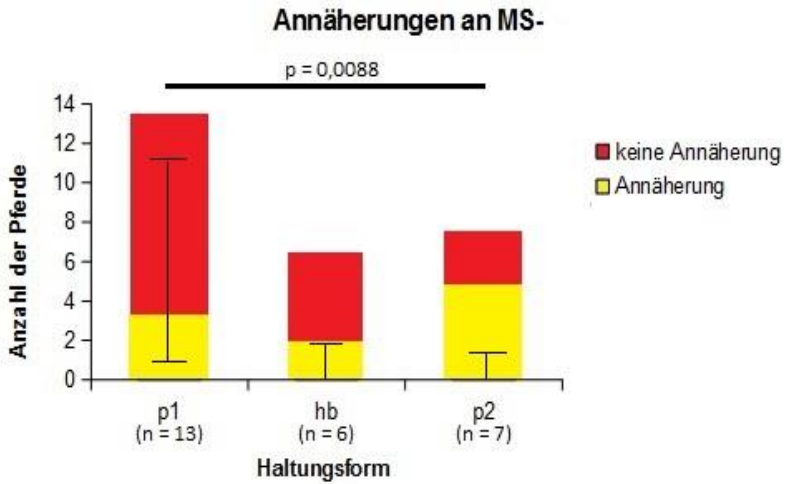


Abbildung 7: Unterschiede in den Annäherungen an die mittlere Position nahe des negativen Stimulus (MS-) zwischen der Anfangsphase p1 (n = 13) mit Weidegang, Haltungsform hb (n = 6) in Pferdeboxen und Haltungsform p2 (n = 7) mit erneutem Weidegang

Weitere Veränderungen zeigten sich in der Reaktion auf den positiven Reiz, den die Pferde während der Haltungsform p2 (Durchschnittsgeschwindigkeit 100,0 cm / s) schneller erreichten als während der Anfangsphase p1 (Durchschnittsgeschwindigkeit 87,7 cm / s) (s. Abb.8; $p = 0,047$).

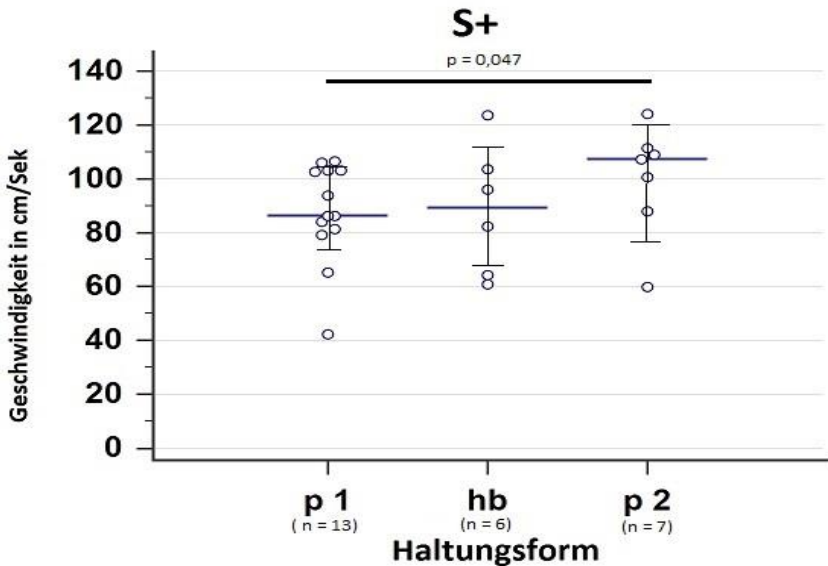


Abbildung 8: Unterschiede in den Geschwindigkeiten, mit denen sich die Pferde dem positiven Stimulus (S+) annäherten zwischen der Anfangsphase p1 (n = 13) mit Weidegang, Haltungsform hb (n = 6) in Pferdeboxen und Haltungsform p2 (n = 7) mit Weidegang

VI. ERWEITERTE ERGEBNISSE

Ebenso wie sich die Pferde in den Tests häufiger dem positiven Reiz (zu 100 %) als dem negativen Reiz (zu 23 %) näherten, näherten sie sich dem uneindeutigen Reiz nahe des positiven Reizes häufiger (zu 100 %) als dem uneindeutigen Reiz nahe des negativen Reizes (zu 42 %).

So wie die Pferde den positiven Reiz schneller (Median = 94,23 cm / s) als den negativen (Median = 14,51 cm / s) erreichten, erreichten sie den uneindeutigen Reiz nahe des positiven Reizes schneller (Median = 83,5 cm / s) als den uneindeutigen Reiz nahe des negativen Reizes (Median = 33 cm / s).

Im Vergleich der Geschwindigkeiten, mit der sich die Pferde den Reizen während der verschiedenen Haltungsformen näherten, zeigten sich Veränderungen in der Reaktion auf den uneindeutigen Reiz nahe des negativen Reizes. Die Pferde erreichten ihn während der Haltungsform p2 (Durchschnittsgeschwindigkeit 75,35 cm / s) schneller als während der Anfangsphase p1 (Durchschnittsgeschwindigkeit 36,54 cm / s) (s. Abb. 9; $p = 0,022$).

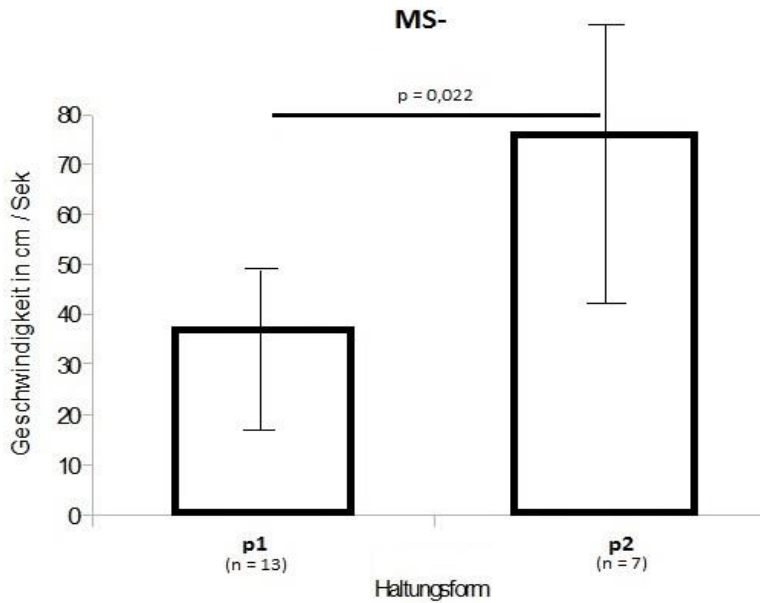


Abbildung 9: Unterschiede in der Geschwindigkeit, mit der sich die Pferde der mittleren Position nahe des negativen Stimulus annäherten, zwischen der Anfangsphase p1 (n = 13) mit Weidegang und der Haltungsform p2 (n = 7) mit erneutem Weidegang nach einer Phase in Boxenhaltung

VII ERWEITERTE DISKUSSION

7.1 Gewöhnung

Im Allgemeinen gewöhnten sich die Pferde schnell an den Versuchsapparat, sie untersuchten die Kiste neugierig und fraßen daraus. Keine Anzeichen von Angst oder Unwohlsein, kein Fluchtverhalten, keine Nervosität und kein vermehrter Kotabsatz waren zu sehen. Nur ein Proband musste aus der Versuchsgruppe ausgeschlossen werden, weil er zu viel Angst vor der Holzkiste hatte. Wie sich später herausstellte, war die Sehfähigkeit dieses Pferdes eingeschränkt, was möglicherweise erklärt, warum es die unbekannte Box nicht ausreichend beurteilen konnte.

7.2 Training

7.2.1 Go/No Go and Go/Go Methode

Die Pferde der vorliegenden Studie wurden anhand der Go/No Go Methode trainiert, d. h. sie näherten sich einem positiven Reiz an und einem negativen Reiz nicht. Die Go/No Go Methode kann ungenau sein,

da eine Entscheidung nur dann als positiv gewertet wird, wenn dein Tier definitiv eine Belohnung erwartet und sich der Versuchsbox annähert. Wenn das Tier zu lange zögert oder die Versuchsbox nicht in der vorgegebenen Zeit erreicht, wird eine negative Entscheidung registriert. Um die Notwendigkeit einer aktiven Entscheidung in Erwartung eines positiven oder negativen Ereignisses zu schaffen, wurden in alternativen Versuchsdesigns Varianten von Go/Go Methoden entwickelt. Nachdem ein pessimistischer judgement bias auf eine Beeinträchtigung des Wohlbefindens hinweist, kann eine Go/Go Aufgabe dazu beitragen, zu verhindern, dass ein zögerlich oder nicht ausgeführtes Verhalten als falsche pessimistische Wahl gewertet wird. Für manche Tiere könnte die Go/Go Methode, die eine aktive Reaktion auf positive und negative Reize erfordert, besser zur Beurteilung eines judgement bias geeignet sein, als die Go/No Go Aufgabe.

Für Pferde stellten Hintze et al. (2017) den Vergleich an und fanden heraus, dass alle Go/No Go Pferde, aber nur ein Go/Go Pferd ihre Aufgabe erfolgreich lernten. Möglicherweise ist es schwieriger, Pferde für eine Go/Go Aufgabe zu trainieren als für eine Go/No Go Aufgabe (Hintze et al., 2017).

7.2.2 Ausschluss von Pferden

Von 19 Pferden brauchten 17 Pferde ein oder zwei Tage, um zu lernen, dass sie die Klapptür der Versuchsbox öffnen können, indem sie mit der Nüster dagegen drücken. Zwei Pferde lernten nicht, wie man die Box öffnet. Sie waren abgelenkt oder hatten kein Interesse an der Belohnung und waren daher nicht motiviert, die Holzbox zu öffnen.

Als die Pferde gelernt hatten, die Versuchsbox zu öffnen, um Futter zu erhalten, wurden sie hinter einer Startlinie freigelassen und ein Startband entfernt. 16 Pferde verstanden das Entfernen des Startbandes als Erlaubnis, sich der Box zu nähern. Ein Pferd lief eilig herum, sobald es freigelassen wurde, und konnte daher nicht mit den anderen Pferden verglichen werden.

Sieben Pferde wurden von der weiteren Analyse ausgeschlossen. Man könnte argumentieren, dass folglich alle Ergebnisse und Schlussfolgerungen auf den Pferden basieren, die in der Lage waren, die Unterscheidungsaufgabe zu lernen. Beispielsweise wird die Lernfähigkeit eines einzelnen Pferdes stark von der Emotionalität beeinflusst (Visser et al., 2003a) und emotionale Pferde würden ausgeschlossen, wenn sie das Training nicht erfolgreich abschließen. Je größer der Anteil ausgeschlossener „Nicht-Lernender“ ist, desto weniger können die Ergebnisse verallgemeinert werden (Roelofs et al., 2016). Die Entwicklung von judgement bias Tests, die kein Training erfordern, könnte es für mehr Tiere ermöglichen, an diesen Tests teilzunehmen.

7.2.3 Weitere Ansätze zur Messung von Gemütszuständen

Die Lateralität eines Pferdes könnte hier ein Ansatzpunkt sein. Pferde verarbeiten mit der rechten Gehirnhälfte vorwiegend negative Emotionen und mit der linken Hemisphäre positive (siehe Davidson, 1992). Bisher haben Studien an mehreren Wirbeltieren eine allgemeine Spezialisierung der rechten Hemisphäre auf die Verarbeitung neuartiger und potenziell bedrohlicher Reize gefunden; sie ist auch am Ausdruck intensiver Emotionen beteiligt, einschließlich Aggression, Fluchtverhalten und Angst. Für die linke Hemisphäre wurde festgestellt, dass sie die Kategorisierung vertrauter Reize und die Kontrolle gut etablierter Verhaltensmuster übernimmt (Rogers et al., 2013). Dominiert die rechte Hemisphäre, deutet dies auf eine negative Wahrnehmung einer Situation hin, während eine Dominanz der linken Hemisphäre darauf hinweist, dass das Tier das Ereignis als positiv wahrnimmt (Leliveld et al., 2010).

Diesbezüglich demonstrierten Marr et al. (2018), dass Pferde, die das rechte Vorderbein häufiger für den ersten Schritt aus dem Stand verwendeten, einen neutralen Reiz häufiger als positiv einstufen - und sich somit in einem optimistischen Gemütszustand / einer positiven kognitiven Verzerrung befanden - als Pferde, die häufiger das linke Vorderbein zuerst benutzten (Marr et al., 2018). Allerdings fand die Studie keinen Zusammenhang zwischen kognitiver Verzerrung und anderen Lateralitätsmessungen (aufgabenbezogene Vorderbeinposition, entspannte Vorderbeinposition, sensorische Lateralität).

Weitere Untersuchungen sind hier erforderlich, um zu überprüfen, ob die Messung von Lateralität beim Pferd geeignet sein könnte, um eine kognitive Verzerrung zu messen.

Ein weiterer interessanter Ansatzpunkt für Messungen kognitiver Verzerrung kann die Ermittlung bestimmter Gestiken und Mimiken sein. Pawluski et al. (2017) zeigten, dass bestimmte Körperhaltungen bei Pferden, wie beispielsweise nach hinten gerichtete Ohren, als Indikatoren für depressives Verhalten gesehen werden können und mit niedrigen Cortisolspiegeln im Plasma verbunden sind. Ein ungewöhnlich niedriger Cortisolspiegel konnte bei Pferden mit chronischem Stress in Zusammenhang gebracht werden.

Zudem könnte die Anwendung von EEGs mehr Einblick in physiologische Prozesse hinter unterschiedlichen Gemütszuständen geben, und die Messung von Kognition und Wohlbefinden von Tieren bereichern (siehe Cousillas et al., 2019).

7.2.4 Umweltsanierung durch Training

Allgemein müssen Studien, die ein erfolgreich absolviertes Training zur Beurteilung affektiver Zustände von Tieren voraussetzen, vorsichtig interpretiert werden, da das Training an sich Auswirkung auf die Tiere haben kann (Svendsen, 2012). So könnte Training beispielsweise als Umweltsanierung den affektiven Zustand von Tieren beeinflussen.

Kognitive Aufgaben, die im Zusammenhang mit dem Futtersuchverhalten von Tieren stattfinden, können das Umfeld von Tieren unter Obhut des Menschen bereichern und infolgedessen positive Auswirkungen auf deren Wohlbefinden haben (Puppe et al., 2007).

7.2.5 Trainingseinheiten zum erfolgreichen Abschluss

Nach durchschnittlich 10 Trainingseinheiten erreichten die Pferde in drei aufeinander folgenden Trainingseinheiten das Kriterium für ein erfolgreich abgeschlossenes Training. Sie näherten sich in mindestens 80 Prozent der Präsentationen innerhalb von 30 Sekunden der belohnten Position und in höchstens 20 Prozent der nicht belohnten Position. Der Ort für den Test musste nach durchschnittlich vier Trainingseinheiten gewechselt werden. Zu diesem Zeitpunkt hatten drei Pferde in zwei aufeinander folgenden Sitzungen das Startkriterium erreicht. In der neuen Testarena schienen die Pferde verunsichert zu sein und benötigten weitere Trainingseinheiten. Wäre die Testarena nicht geändert worden, hätten die Pferde möglicherweise nach weniger Trainingseinheiten das Startkriterium erreicht. Im Vergleich dazu erreichten alle Pferde in einem ähnlichen Versuchsdesign einer anderen Studie nach 10 Einheiten à sechs Versuchen das Kriterium, dreimal hintereinander die Versuchsbox geöffnet zu haben (Marr et al., 2018). Ratten benötigten 2 Tage in einer vergleichbaren Aufgabe, um zwischen einer belohnten und einer aversiven Position zu unterscheiden (Burman et al., 2009) und 6

Tage, um zwischen einer belohnten und einer nicht belohnten Position zu unterscheiden (Burman et al., 2008). Schweine brauchten ab dem zweiten Trainingstag länger, um sich einem nicht belohnten Ort zu nähern, als einem belohnten (Düpjan et al., 2013).

Eine Sammlung weiterer Trainingsdaten könnte hier Aufschluss über die Geschwindigkeit, mit der bestimmte Tiere Unterscheidungen lernen, geben.

7.2.6 Langzeitgedächtnis für Lerninhalte

Als vor Beginn der zweiten Testphase ein Kontrolltraining durchgeführt wurde, erreichten die Pferde sofort das Startkriterium. Nach einem Zeitraum von 34 Wochen konnten Pferde erlernte Unterscheidungen wiederholen. Das Pferde Lerninhalte hervorragend speichern und wiedergeben können, wurde auch in anderen Studien gezeigt. So fanden Hanggi und Ingersoll (2009) heraus, dass Pferde einen gelernten Unterscheidungstest bis zu 10 Jahre später, ohne Fehler wiederholen können.

7.2.7 Weitere interessante Fragestellung

Interessant wäre, die Pferde während des Trainings in verschiedenen Haltungsformen zu halten und den Einfluss der Haltungsform auf das

Training zu ermitteln. In diesem Kontext schritten Pferde mit Weidegang und Kontakt zu Artgenossen in einem Training zum Anreiten schneller voran, als Pferde aus Einzelhaltung (Rivera et al., 2002).

7.3 Test

7.3.1 Positive kognitive Verzerrung nach Umweltanreicherung

Die Reaktionen der Pferde auf die unbelohnte Referenzposition (S-) unterschieden sich zwischen den Haltungsformen signifikant. Sechs von sieben Pferden näherten sich S- während p2, kein Pferd während p1 oder hb. Eine Phase von 10 Tagen Koppelgang und Kontakt zu Artgenossen nach 6 Monaten Einzelhaltung in Pferdeboxen schien eine positive kognitive Tendenz zu bewirken. Eine positive kognitive Verzerrung aufgrund von Umweltanreicherung wurde auch bei Vögeln (Matheson et al., 2008), Ratten (Brydges et al., 2011) und Schweinen (Douglas et al., 2012) gezeigt, was auf einen positiven affektiven Zustand und Wohlbefinden hinweist. In weiteren Studien beeinflussten die Haltungsbedingungen, insbesondere Veränderungen der Haltungsbedingungen, den affektiven Zustand der Tiere und führten zu einer kognitiven Verzerrung (Harding et al., 2004; Bateson und Matheson, 2007; Burman et al., 2008; Matheson et al., 2008). In diesem Zusammenhang wird eine Anreicherung der Umwelt vorgeschlagen, um

positive Erfahrungen bei Nutz- und Labortieren zu fördern (Boissy et al., 2007).

7.3.2 Optimismus nach dem Ende einer Phase in negativem Gemütszustand

Möglicherweise ruft eine vorausgehende Phase der Reduzierung von Umwelthanreicherungen in einer nachfolgenden Phase der Umwelthanreicherung einen positiven affektiven Zustand hervor. Hinweise, die zu dieser Vermutung führten, zeigten sich beim Vergleich der Reaktionen der Pferde auf die Position nahe der unbelohnten Position (MS-). Die Reaktionen variierten signifikant zwischen den Haltungsformen: Fünf von sieben Pferden näherten sich MS- während p2 aber nur drei von dreizehn Pferden näherten sich während p1. Die Auswertung der Geschwindigkeit, mit der sich Pferde den Reizen näherten, zeigte ebenso signifikante Veränderungen des affektiven Zustands der Pferde aufgrund der Haltungsbedingungen. Pferde näherten sich während p2 schneller der belohnten Position (S+) als während p1 und sie erreichten die uneindeutige Position nahe der unbelohnten Position (MS-) im Durchschnitt schneller in p2 als in p1. Dieses Ergebnis bestätigt frühere Studien, in denen Tiere nach dem Ende negativer Ereignisse eine positive kognitive Verzerrung zeigten (Burman et al., 2009; Doyle et al., 2010; Sanger et al., 2011), was auf ein Gefühl der Erleichterung nach einer unangenehmen Situation

hindeutet. Allgemein zeigten Tiere, bei denen ein negatives Ereignis aufgetreten ist, eine erhöhte Belohnungserwartung in einer anschließenden Beurteilungsaufgabe (Sanger et al., 2011), während Tiere, bei denen ein positives Ereignis aufgetreten ist, eine geringere Erwartung einer Belohnung hatten (Burman et al., 2011).

Vorliegende Untersuchungen stellten folglich keine Verschiebung des affektiven Zustands von p1 nach hb fest, sondern eine signifikante Änderung von p1 nach p2. Es ist möglich, dass eine Phase der reduzierten Umweltbedingungen erforderlich ist, damit Pferde in einer nachfolgenden Phase der Umweltsanreicherung eine ausgeprägte positive kognitive Verzerrung entwickeln. Dies geschah nach 10 Tagen p2 und wäre möglicherweise auch festgestellt worden, wenn nach 10 Tagen hb ein Test durchgeführt worden wäre. Dementsprechend wurde bei Staren eine pessimistische kognitive Verzerrung aufgrund der Beseitigung der Umweltsanreicherung gezeigt (Bateson und Matheson, 2007). Die Pferde der vorliegenden Studie wurden nach 34 Wochen getestet. Sie hatten sich möglicherweise an die Umstände angepasst. Da p1 und p2 die gleichen Unterbringungsbedingungen hatten, wird angenommen, dass sich Pferde an die Umweltsanreicherung angepasst haben. Es liegt nahe, dass die Wirkung dieser ausgeprägten kognitiven Verzerrung mit der Zeit abnahm.

Ganz allgemein fanden Henry et al. (2017) in einem ähnlichen räumlichen Unterscheidungstest an Pferden, die einzeln in Boxen gehalten, limitiert gefüttert und von unerfahrenen Reitschülern geritten wurden einen pessimistischen judgement bias, während bei Pferden, die

Zugang zu einem Auslauf hatten, in einer Gruppe gehalten und freizeitgeritten wurden, ein optimistischer judgement bias zu sehen war.

Für weitere Untersuchungen wäre es interessant zu testen, ob nach 10 Tagen unter beiden Haltungsbedingungen eine kognitive Verzerrung festgestellt werden kann, die in hb negativ und in p2 positiv auftritt. Darüber hinaus ist fraglich, wie lange diese Tendenz anhält und ob eine Anpassung an beide Umstände erfolgt.

Im Allgemeinen befinden sich Tiere in einem positiven affektiven Zustand, wenn sie in einer angereicherten Umgebung gehalten werden. Zum Beispiel stellten Douglas et al. (2012) fest, dass Schweine, die unter kargen Bedingungen gehalten wurden, nicht so optimistisch waren wie Schweine, die in einer angereicherten Umgebung gehalten wurden. Dies deckt sich mit den Ergebnissen von Henry et al. (2017) und zeigt, dass Pferde einen positiveren affektiven Zustand aufweisen, wenn sie Zugang zur Weide haben.

Eine Reduzierung der Umweltsanreicherung bedeutet, dass Tiere bestimmte Verhaltensweisen nicht mehr ausführen – und damit Bedürfnisse nicht erfüllen können. Jensen und Toates (1993) definierten verhaltensbasierte Bedürfnisse als ein Verhaltensmuster, dass das Tier ausführen muss. Viele Verhaltensweisen wie soziale Interaktion (Panksepp, 2006), Spielen (Vanderschuren et al., 1997) oder Pflege (Spruijt et al., 1992) haben lohnende Eigenschaften. Sie aktivieren das mesolimbische System durch die Freisetzung von Endorphinen, was zu

einer positiven Wahrnehmung im Kontext des durchgeführten Verhaltens führt (Boissy et al., 2007). Die biologische Relevanz der Durchführung dieser Verhaltensweisen beinhaltet jedoch auch einen langfristigen Nutzen für das Tier oder seine Nachkommen (Friend, 1989). Wenn ein Tier seine Bedürfnisse nicht erfüllen kann, hat dies schädigende Auswirkungen auf seine Gesundheit und Psyche, ähnlich wie die Symptome während des Drogenentzugs beim Menschen (Berridge und Robinson, 2003). Um die Bedürfnisse von Pferden in einer Freizeitumgebung befriedigen zu können, ist eine weitere Untersuchung des affektiven Zustands im Zusammenhang mit Haltungssystemen wünschenswert.

VIII. ZUSAMMENFASSUNG

Messung des Wohlbefindens von Tieren – die Ermittlung kognitiver Verzerrungen am Beispiel des Pferdes

Die Beurteilung des emotionalen Zustands und des Wohlbefindens von Tieren stellt die Forschung vor eine Herausforderung. Nachdem die direkte Messung von Emotionen nicht möglich ist, basieren Einschätzungen auf der Ermittlung affektiver Zustände, die überwiegend von Emotionen beeinflusst werden und deshalb wichtige Indikatoren sind. Studien, die physiologische, kognitive oder verhaltensbezogene Messungen anwendeten, haben gezeigt, dass die Erfassung von *cognitive bias* (kognitive Verzerrung) und *judgement bias* (Verzerrung in Entscheidungen/Reaktionen) eine geeignete Methode ist, um Einblick in den affektiven Zustand und das Wohlergehen von Tieren zu erhalten.

Im Rahmen der Untersuchung eines *cognitive bias* (einer kognitiven Verzerrung) bei Tieren wenden Forscher Unterscheidungstests an, in denen Tiere einen uneindeutigen Reiz beurteilen und entscheiden, ob sie den Reiz eher positiv oder negativ einschätzen. Ist die Reaktion ähnlich der, des positiven Stimulus, wird sie als optimistisch interpretiert, ausgehend von einem positiven affektiven Gemütszustand. Ähnelt die Reaktion der Tiere ihrer Reaktion auf den negativen Stimulus, wird die Reaktion als pessimistisch interpretiert, ausgehend von einem negativen affektiven Gemütszustand. In den meisten der hier dargestellten Studien waren die Tiere in diesem sogenannten *judgement bias* Test

pessimistischer, wenn sie sich in einem negativen affektiven Zustand befanden, und optimistischer, wenn sie sich in einem positiven affektiven Zustand befanden.

Um den Einfluss unterschiedlicher Haltungsbedingungen auf Pferde zu untersuchen, wurden in vorliegender Studie Pferde für einen räumlichen Unterscheidungstest trainiert und ihre Reaktionen auf uneindeutige Positionen erhoben, wenn sie Weidegang und Kontakt zu Artgenossen hatten sowie wenn sie einzeln in Pferdeboxen gehalten wurden. Zehn Tage Weidegang und Kontakt zu Artgenossen, nachdem sie sechs Monate lang einzeln in Pferdeboxen gehalten worden waren, bewirkte bei den Pferden eine positive kognitive Verzerrung. Pferde müssen folglich bestimmte Verhaltensweisen wie Erkundungsverhalten, soziale Interaktion, Spiel oder Pflege ausüben, um ihre Bedürfnisse zu erfüllen. Nach einer Zeit, in der sie nicht alle ihre Bedürfnisse befriedigen können (einzeln in Boxenhaltung), zeigen sie eine positive kognitive Tendenz, sobald sie die Chance haben, diese Bedürfnisse zu erfüllen (in Weidegang). Dieser Effekt scheint mit der Zeit zu verschwinden, z. B. wenn sich die Pferde eine zeitlang in Weidehaltung befinden.

Nachdem eine positive kognitive Verzerrung durch eine Anreicherung der Haltungsbedingungen erzeugt wird, könnte sie möglicherweise durch wechselnde Umweltereicherung erhalten werden.

Die Erhebung der kognitiven Verzerrung scheint ein interessanter Ansatz

zur Bestimmung des affektiven Zustands von Tieren zu sein. Entsprechende Tests können wertvolle Informationen für die Verbesserung des Wohlbefindens von Tieren unter der Obhut des Menschen liefern. Die zahlreichen durchgeführten Studien zeichnen ein immer genaueres Bild der anwendbaren Tests und weitere Forschung zielt darauf ab, eine validierte Methode zur Messung des Wohlbefindens von Tieren zu kreieren.

IX. SUMMARY

Measuring animal welfare – the assessment of cognitive bias using the horse as an example

The evaluation of an animal's emotional state and its well-being poses a challenge to current research. Direct measurement of emotion is inaccessible, so assessment relies on measures of affective states, that are predominantly influenced by emotions and important indicators. Studies that used physiological, cognitive or behavioural measurements have shown the assessment of *cognitive and judgement bias* to be a suitable method to gain insight into the affective state and welfare of animals.

Within the investigation of an animal's cognitive bias, researchers use judgement bias tasks to evaluate animals' reaction to ambiguous stimuli. If that response is similar to the positive stimulus, the reaction is interpreted as optimistic, indicating a positive affective state. If animals' response to the ambiguous stimulus is similar to the negative stimulus, the reaction is interpreted as pessimistic, indicating a negative affective state. In most of the herein reviewed judgement bias tasks, animals were more pessimistic and showed a negative cognitive bias when they were in a negative affective state while they were more optimistic and showed a positive cognitive bias when they were in a positive affective state.

To evaluate the influence of different housing conditions on horses, horses were trained on a spatial discrimination task and their judgment to ambiguous locations was evaluated when they had access to pastures and contact to conspecifics and when they were kept singly in horseboxes. Ten days of pasturing and contact to conspecifics after being kept singly in horseboxes for 6 months induced a positive cognitive bias in the horses. Horses need to act out certain behaviors like exploration, social interaction, play or grooming to fulfill their needs. After a time in which they were not able to meet their needs (kept singly in horseboxes), they have a positive cognitive bias once they have the chance to satisfy their requirements (on pasture). This effect seems to disappear over time, for example when horses are kept on pastures for a while. Since a positive cognitive bias can be induced by environmental enrichment, it could possibly remain with changing environmental enrichment.

The assessment of cognitive bias seems to be a useful approach to determine the affective state of animals and help improving the welfare of animals under husbandry conditions. Numerous studies have been carried out to identify a validated method for measuring animal welfare.

X. ERWEITERTES LITERATURVERZEICHNIS

- Anderson, M. H., Munafò, M. R. und Robinson, E. S. (2013). Investigating the psychopharmacology of cognitive affective bias in rats using an affective tone discrimination task. *Psychopharmacology* 226(3), 601-613.
- Asok, A., Kandel, E. R. und Rayman, J. B. (2019). The neurobiology of fear generalization. *Frontiers in behavioral neuroscience*, 12, 329.
- Baddeley, A. D. (2004). The psychology of memory. *The essential handbook of memory disorders for clinicians*, 1-13.
- Balzer, M., Kurz, J., Haesters, L., Schlickmann, G., Steinbach, D. und Wieser, G. S. (2015). *LARP: Kommunikation: Aufsatzsammlung zum MittelPunkt 2014*. Zauberfeder Verlag.
- Bar-Haim, Y., Lamy, D., Pergamin, L., Bakermans-Kranenburg, M. J. und Van Ijzendoorn, M. H. (2007). Threat-related attentional bias in anxious and nonanxious individuals: a meta-analytic study. *Psychological Bulletin* 133(1), 1-24.
- Bateson, M. und Matheson, S. M. (2007). Performance on a categorisation task suggests that removal of environmental enrichment induces pessimism in captive European starlings (*Sturnus vulgaris*). *Animal Welfare*, 16, 33.
- Bateson, M., Desire, S., Gartside, S. E. und Wright, G. A. (2011). Agitated honeybees exhibit pessimistic cognitive biases. *Current biology*, 21(12), 1070-1073.
- Berridge, K. C. (1996). Food reward: brain substrates of wanting and liking. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 20(1), 1-25.

- Berridge, K. C. und Robinson, T. E. (2003). Parsing reward. *Trends in neurosciences*, 26(9), 507-513.
- Bethell, E. J., Holmes, A., MacLarnon, A. und Semple, S. (2012). Cognitive bias in a non-human primate: husbandry procedures influence cognitive indicators of psychological well-being in captive rhesus macaques. *Animal Welfare* 21(2), 185-195.
- Bilalić, M., McLeod, P. und Gobet, F. (2010). The mechanism of the Einstellung (set) effect: A pervasive source of cognitive bias. *Current Directions in Psychological Science*, 19(2), 111-115.
- Boissy, A., Manteuffel, G., Jensen, M. B., Moe, R. O., Spruijt, B., Keeling, L. J. ... und Bakken, M. (2007). Assessment of positive emotions in animals to improve their welfare. *Physiology & behavior*, 92(3), 375-397.
- Boissy, A. und Erhard, H. W. (2014). How studying interactions between animal emotions, cognition, and personality can contribute to improve farm animal welfare. In *Genetics and the behavior of domestic animals* (pp. 81-113). Academic Press
- Boleij, H., van't Klooster, J., Lavrijsen, M., Kirchhoff, S., Arndt, S. S. und Ohl, F. (2012). A test to identify judgement bias in mice. *Behavioural Brain Research*, 233(1), 45-54.
- Bolhuis, J. E., Oostindjer, M., Hoeks, C. W., de Haas, E. N., Bartels, A. C., Ooms, M. und Kemp, B. (2013). Working and reference memory of pigs (*Sus scrofa domesticus*) in a holeboard spatial discrimination task: the influence of environmental enrichment. *Animal Cognition* 16(5), 845-850.
- Briefer, E. F. und McElligott, A. G. (2013). Rescued goats at a sanctuary display positive mood after former neglect. *Applied Animal Behaviour Science* 146(1), 45-55.

- Brilot, B. O., Normandale, C. L., Parkin, A. und Bateson, M. (2009). Can we use starlings' aversion to eyespots as the basis for a novel 'cognitive bias' task?. *Applied Animal Behaviour Science*, 118(3), 182-190.
- Brilot, B. O., Asher, L. und Bateson, M. (2010). Stereotyping starlings are more 'pessimistic'. *Animal Cognition* 13(5), 721-731.
- Brown, J. S., Kalish, H. I. und Farber, I. E. (1951). Conditioned fear as revealed by magnitude of startle response to an auditory stimulus. *Journal of Experimental Psychology* 41(5), 317-328.
- Brydges, N. M., Leach, M., Nicol, K., Wright, R. und Bateson, M. (2011). Environmental enrichment induces optimistic cognitive bias in rats. *Animal Behaviour*, 81(1), 169-175.
- Burman, O. H., Parker, R., Paul, E. S. und Mendl, M. (2008). A spatial judgement task to determine background emotional state in laboratory rats, *Rattus norvegicus*. *Animal Behaviour*, 76(3), 801-809.
- Burman, O. H., Parker, R. M., Paul, E. S. und Mendl, M. T. (2009). Anxiety-induced cognitive bias in non-human animals. *Physiology and Behavior* 98(3), 345-350.
- Burman, O., McGowan, R., Mendl, M., Norling, Y., Paul, E., Rehn, T. und Keeling, L. (2011). Using judgement bias to measure positive affective state in dogs. *Applied Animal Behaviour Science* 132(3), 160-168.
- Clore, G. L. und Ortony, A. (2000). Cognition in emotion: Always, sometimes, or never. *Cognitive neuroscience of emotion*, 24-61.
- Cousillas, H., Stomp, M., d'Ingeo, S., Henry, S. und Hausberger, M. (2019). EEG profile might be a new objective physiological marker of horses' welfare. *NeuroFrance*.

- Davidson, R. J. (1992). Emotion and affective style: Hemispheric substrates. 39-43.
- Destrez, A., Deiss, V., Leterrier, C., Calandreau, L. und Boissy, A. (2014). Repeated exposure to positive events induces optimistic-like judgment and enhances fearfulness in chronically stressed sheep. *Applied Animal Behaviour Science* 154, 30-38.
- D'ingeo, S., Quaranta, A., Siniscalchi, M., Stomp, M., Coste, C., Bagnard, C. ... und Cousillas, H. (2019). Horses associate individual human voices with the valence of past interactions: a behavioural and electrophysiological study. *Scientific reports*, 9(1), 1-10.
- Douglas, C., Bateson, M., Walsh, C., Bédoué, A. und Edwards, S. A. (2012). Environmental enrichment induces optimistic cognitive biases in pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 139(1), 65-73.
- Duncan, I. J. H. und Dawkins, M. S. (1983). The problem of assessing “well-being” and “suffering” in farm animals. In *Indicators relevant to farm animal welfare* (pp. 13-24). Springer, Dordrecht.
- Doyle, R. E., Fisher, A. D., Hinch, G. N., Boissy, A. und Lee, C. (2010). Release from restraint generates a positive judgement bias in sheep. *Applied Animal Behaviour Science* 122(1), 28-34.
- Doyle, R. E., Hinch, G. N., Fisher, A. D., Boissy, A., Henshall, J. M. und Lee, C. (2011a). Administration of serotonin inhibitor p-chlorophenylalanine induces pessimistic-like judgement bias in sheep. *Psychoneuroendocrinology* 36(2), 279-288.
- Doyle, R. E., Lee, C., Deiss, V., Fisher, A. D., Hinch, G. N. und Boissy, A. (2011b). Measuring judgement bias and emotional reactivity in sheep following long-term exposure to unpredictable and aversive events. *Physiology and Behavior* 102(5), 503-510.

- Düpjan, S., Ramp, C., Kanitz, E., Tuchscherer, A. und Puppe, B. (2013). A design for studies on cognitive bias in the domestic pig. *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research* 8(6), 485-489.
- Enkel, T., Gholizadeh, D., von Bohlen und Halbach, O., Sanchis-Segura, C., Hurlemann, R., Spanagel, R., Gass, P. und Vollmayr, B. (2010). Ambiguous-cue interpretation is biased under stress- and depression-like states in rats. *Neuropsychopharmacology* 35(4), 1008-1015.
- Eysenck, M. W., Mogg, K., May, J., Richards, A. und Mathews, A. (1991). Bias in interpretation of ambiguous sentences related to threat in anxiety. *Journal of Abnormal Psychology* 100(2), 144-150.
- Forkman, B., Boissy, A., Meunier-Salaün, M. C., Canali, E. und Jones, R. B. (2007). A critical review of fear tests used on cattle, pigs, sheep, poultry and horses. *Physiology & Behavior*, 92(3), 340-374.
- Fortin, M., Valenchon, M., Lévy, F., Calandreau, L., Arnould, C. und Lansade, L. (2018). Emotional state and personality influence cognitive flexibility in horses (*Equus caballus*). *Journal of Comparative Psychology*, 132(2), 130.
- Fontaine, F. und Atkeson F. (1950). The effects of an APF concentrate containing aureomycin on the growth and well-being of young dairy calves. *Journal of Animal Science*, 9, 646-647.
- Franks, B., Champagne, F. A. und Higgins, E. T. (2013). How enrichment affects exploration trade-offs in rats: implications for welfare and well-being. *PLoS One* 8(12), e83578.
- Friend, T. (1989). Recognizing behavioral needs. *Applied Animal Behaviour Science*, 22(2), 151-158.
- Von Frijtag, J. C., Reijmers, L. G., Van der Harst, J. E., Leus, I. E., Van den Bos, R. und Spruijt, B. M. (2000). Defeat followed by individual housing results in long-term impaired reward- and cognition-related behaviours in rats. *Behavioural Brain Research* 117(1), 137-146.

- Hanggi, E. B. und Ingersoll, J. F. (2009). Long-term memory for categories and concepts in horses (*Equus caballus*). *Animal cognition*, 12(3), 451-462.
- Harding, E. J., Paul, E. S. und Mendl, M. (2004). Animal behaviour: cognitive bias and affective state. *Nature*, 427(6972), 312-312.
- Hausberger, M., Stomp, M., Sankey, C., Brajon, S., Lunel, C. und Henry, S. (2019). Mutual interactions between cognition and welfare: The horse as an animal model. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*.
- Headmistress, A. (1898). Kindness to animals. *The Practical teacher*, 19(2), 81-81.
- Henry, S., Fureix, C., Rowberry, R., Bateson, M. und Hausberger, M. (2017). Do horses with poor welfare show ‘pessimistic’ cognitive biases?. *The Science of Nature*, 104(1-2), 8.
- Hintze, S., Roth, E., Bachmann, I., und Würbel, H. (2017). Toward a choice-based judgment bias task for horses. *Journal of applied animal welfare science*, 20(2), 123-136.
- Jager, A., Dam, S. A., Van Der Mierden, S., Oomen, C. A., Arias-Vasquez, A., Buitelaar, J. K. ... und Glennon, J. C. (2020). Modulation of cognitive flexibility by reward and punishment in BALB/cJ and BALB/cByJ mice. *Behavioural Brain Research*, 378, 112294.
- Jensen, P. und Toates, F. M. (1993). Who needs ‘behavioural needs’? Motivational aspects of the needs of animals. *Applied animal behaviour science*, 37(2), 161-181.
- Kane, G. A., Bornstein, A. M., Shenhav, A., Wilson, R. C., Daw, N. D. und Cohen, J. D. (2019). Rats exhibit similar biases in foraging and intertemporal choice tasks. *bioRxiv*, 497321.

Keen, H. A., Nelson, O. L., Robbins, C. T., Evans, M., Shepherdson, D. J. und Newberry, R. C. (2014). Validation of a novel cognitive bias task based on difference in quantity of reinforcement for assessing environmental enrichment. *Animal Cognition* 17(3), 529-541.

Kozak, A., Zięba, G., Tietze, M. und Rozempolska-Rucińska, I. (2018). Consistency of emotional reactivity assessment results obtained in different behavioural tests. *Applied animal behaviour science*, 205, 54-60.

Kremer, L., Holkenborg, S. K., Reimert, I. S., Bolhuis, J. E. und Webb, L. E. (2020). The nuts and bolts of animal emotion. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*.

Leknes, S. und Tracey, I. (2008). A common neurobiology for pain and pleasure. *Nature Reviews Neuroscience*, 9(4), 314-320.

Leliveld, L. M., Scheumann, M. und Zimmermann, E. (2010). Effects of caller characteristics on auditory laterality in an early primate (*Microcebus murinus*). *PloS one*, 5(2).

Levine, M.A., (2005). Domestication and early history of the horse. In: Mills, D. and McDonnell, S. (Eds.), *The domestic horse. The evolution, development and management of its behaviour.* Cambridge university press, UK.

Löckener, S., Reese, S., Erhard, M. und Wöhr, A. C. (2016). Pasturing in herds after housing in horseboxes induces a positive cognitive bias in horses. *Journal of Veterinary Behavior*, 11, 50-55.

Lv, J., Li, J., Wang, C., Zhao, P., Bi, Y., Zhang, X. ... und Bao, J. (2018). Positive or negative emotion induced by feeding success or failure can affect behaviors, heart rate and immunity of suckling calves. *Physiology & behavior*, 196, 185-189.

Marr, I., Farmer, K. und Krüger, K. (2018). Evidence for right-sided horses being more optimistic than left-sided horses. *Animals*, 8(12), 219.

Matheson, S. M., Asher, L. und Bateson, M. (2008). Larger, enriched cages are associated with 'optimistic' response biases in captive European starlings (*Sturnus vulgaris*). *Applied Animal Behaviour Science*, 109(2-4), 374-383.

Mathews, A. und MacLeod, C. (1994). Cognitive approaches to emotion and emotional disorders. *Annual review of psychology*, 45(1), 25-50.

McLean, A. N. und Christensen, J. W. (2017). The application of learning theory in horse training. *Applied Animal Behaviour Science*, 190, 18-27.

Mendl, M., Brooks, J., Basse, C., Burman, O., Paul, E., Blackwell, E. und Casey, R. (2010). Dogs showing separation-related behaviour exhibit a 'pessimistic' cognitive bias. *Current Biology* 20(19), R839-R840.

Mendl, M., Paul, E. S. und Chittka, L. (2011). Animal behaviour: emotion in invertebrates?. *Current Biology*, 21(12), R463-R465.

Mogg, K. und Bradley, B. P. (1998). A cognitive-motivational analysis of anxiety. *Behaviour Research and Therapy* 36(9), 809-848.

Morawetz, C. und Heekeren, H. (2019). Emotion und Gehirn. An der Schnittstelle zwischen affektiver und kognitiver Neurowissenschaft. In *Emotionen* (pp. 88-94). JB Metzler, Stuttgart.

Müller, C. A., Riemer, S., Rosam, C. M., Schöbwendler, J., Range, F. und Huber, L. (2012). Brief owner absence does not induce negative judgement bias in pet dogs. *Animal Cognition* 15(5), 1031-1035.

Neave, H. W., Daros, R. R., Costa, J. H., von Keyserlingk, M. A. und Weary, D. M. (2013). Pain and pessimism: dairy calves exhibit negative judgement bias following hot-iron disbudding. *PLoS One* 8(12), e80556.

- Olczak, K., Christensen, J. W. und Klocek, C. (2018). Food motivation in horses appears stable across different test situations. *Applied animal behaviour science*, 204, 60-65.
- Panksepp, J. (2006). Emotional endophenotypes in evolutionary psychiatry. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 30(5), 774-784.
- Panksepp, J. (2011). The basic emotional circuits of mammalian brains: do animals have affective lives?. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 35(9), 1791-1804.
- Paul, E. S., Harding, E. J. und Mendl, M. (2005). Measuring emotional processes in animals: the utility of a cognitive approach. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 29(3), 469-491.
- Paul, E. S. und Mendl, M. T. (2018). Animal emotion: Descriptive and prescriptive definitions and their implications for a comparative perspective. *Applied animal behaviour science*, 205, 202-209.
- Pawluski, J., Jego, P., Henry, S., Bruchet, A., Palme, R., Coste, C. und Hausberger, M. (2017). Low plasma cortisol and fecal cortisol metabolite measures as indicators of compromised welfare in domestic horses (*Equus caballus*). *PLoS One*, 12(9).
- Proops, L. und McComb, K. (2010). Attributing attention: the use of human-given cues by domestic horses (*Equus caballus*). *Animal cognition*, 13(2), 197-205.
- Puppe, B., Ernst, K., Schön, P. C. und Manteuffel, G. (2007). Cognitive enrichment affects behavioural reactivity in domestic pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, 105(1-3), 75-86.
- Reisenzein, R. (2019). Emotionen aus kognitionswissenschaftlicher Sicht. In *Emotionen* (pp. 81-87). JB Metzler, Stuttgart.
- Richter, S. H., Schick, A., Hoyer, C., Lankisch, K., Gass, P. und

- Vollmayr, B. (2012). A glass full of optimism: enrichment effects on cognitive bias in a rat model of depression. *Cognitive, Affective, and Behavioral Neuroscience* 12(3), 527-542.
- Rinck, M. und Becker, E. (2018). Emotions-und kognitionspsychologische Grundlagen. In *Lehrbuch der Verhaltenstherapie, Band 1* (pp. 97-112). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Rivera, E., Benjamin, S., Nielsen, B., Shelle, J. und Zanella, A. J. (2002). Behavioral and physiological responses of horses to initial training: the comparison between pastured versus stalled horses. *Applied Animal Behaviour Science*, 78(2-4), 235-252.
- Roelofs, S., Boleij, H., Nordquist, R. E. und van der Staay, F. J. (2016). Making decisions under ambiguity: judgment bias tasks for assessing emotional state in animals. *Frontiers in behavioral neuroscience*, 10, 119.
- Rogers, L. J., Vallortigara, G. und Andrew, R. J. (2013). *Divided brains: the biology and behaviour of brain asymmetries*. Cambridge University Press.
- Salmeto, A. L., Hymel, K. A., Carpenter, E. C., Brilot, B. O., Bateson, M. und Sufka, K. J. (2011). Cognitive bias in the chick anxiety–depression model. *Brain research*, 1373, 124-130.
- Sanger, M. E., Doyle, R. E., Hinch, G. N. und Lee, C. (2011). Sheep exhibit a positive judgement bias and stress-induced hyperthermia following shearing. *Applied Animal Behaviour Science* 131(3), 94-103.
- Scollo, A., Gottardo, F., Contiero, B. und Edwards, S. A. (2014). Does stocking density modify affective state in pigs as assessed by cognitive bias, behavioural and physiological parameters? *Applied Animal Behaviour Science* 153, 26-35.

- Siemann, E., Tilman, D., Haarstad, J. und Ritchie, M. (1998). Experimental tests of the dependence of arthropod diversity on plant diversity. *The American Naturalist*, 152(5), 738-750.
- Spruijt, B. M., Van Hooff, J. A. und Gispen, W. H. (1992). Ethology and neurobiology of grooming behavior. *Physiological reviews*, 72(3), 825-852.
- Stangl, W. (2020). Stichwort: 'Kognition'. *Online Lexikon für Psychologie und Pädagogik*.
- Starzak, T. (2014). *Kognition bei Menschen und Tieren: eine vergleichende philosophische Perspektive (Vol. 30)*. Walter de Gruyter GmbH & Co KG.
- Svendsen, P. M. (2012). The effect of handling and training on measures of the affective state of farmed mink (*Neovison vison*). In *Proceedings of the Xth International Scientific Congress in fur animal production* (pp. 360-367). Wageningen Academic Publishers, Wageningen.
- Tierschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. Mai 2006 (BGBl. I S. 1206, 1313), das zuletzt durch Artikel 141 des Gesetzes vom 29. März 2017 (BGBl. I S. 626) geändert worden ist.
- Vanderschuren, L. J., Niesink, R. J. und Van Pee, J. M. (1997). The neurobiology of social play behavior in rats. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 21(3), 309-326.
- Verbeek, E., Ferguson, D. und Lee, C. (2014). Are hungry sheep more pessimistic? The effects of food restriction on cognitive bias and the involvement of ghrelin in its regulation. *Physiol. Behav.* 123, 67–75.
- Verbeek, E., Colditz, I., Blache, D. und Lee, C. (2019). Chronic stress influences attentional and judgement bias and the activity of the HPA axis in sheep. *PloS one*, 14(1), e0211363.

Visser, E. K., Van Reenen, C. G., Engel, B., Schilder, M. B. H., Barneveld, A. und Blokhuis, H. J. (2003). The association between performance in show-jumping and personality traits earlier in life. *Applied Animal Behaviour Science*, 82(4), 279-295.

Weiler, K. (2015). Entwicklung eines cognitive bias Testverfahrens für Hunde Improvement of a Cognitive bias paradigm for dogs. *Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2015*, 510, 82.

Würbel, H. (2010). Kognition und Emotion bei Tieren. *Tierschutz: Anspruch – Verantwortung – Realität. Tagungsbericht der Plattform Österreichische TierärztInnen für Tierschutz, Wien*.

XI. DANKSAGUNG

Ich möchte mich bei Herrn Prof. Dr. Dr. Michael Erhard für die Überlassung meines Themas, die schnelle Korrektur und die motivierenden Worte bedanken.

Besonders herzlich bedanke ich mich bei meiner Betreuerin Frau Dr. Anna-Caroline Wöhr sowohl für die fachliche als auch für die menschliche Hilfe. Durch die Änderung meiner Lebensumstände während meiner Arbeit war ich bestimmt nicht immer leicht zu betreuen. Umso wichtiger war die stetige Unterstützung für mich. Vielen Dank für die wertvollen Anregungen und die raschen Korrekturen.

Vielen Dank an Herrn Dr. Sven Reese für die Hilfe bei der statistischen Auswertung meiner Daten und die interessanten Gespräche nebenher.

Mein liebevoller Dank geht an Tigi fürs Gassi gehen und Spaghetti kochen, an Schwesti für Prioritätengespräche bei Süßspeisen, an AAA für die Anteilnahme v. A. an meinen grafischen Darstellungen und die besten Belohnungs - Burger, an Head of Hintsberg für Mittwochs – Kaffee in meiner Lieblingstasse und Formatierungssitzungen und an Anne & Björn für wissenschaftlichen Fundamentalbeistand zu jeder Tages – und Nachtzeit.

Schließlich danke ich meiner Mum. Du gabst mir so viel Werkzeug für das Leben an die Hand wie ich es bis jetzt noch nicht vollständig fassen kann. In schwierigen Zeiten hieltst du liebevoll meine Hand und schenktest mir das Selbstbewusstsein, sie durchzustehen. Du sorgtest für so viele glückliche Zeiten, dass ich das Leben feiern und mich entwickeln konnte, wie ich heute bin. Dein Vertrauen gab mir den Mut, mir hohe Ziele zu stecken und deine vorgelebte Disziplin das nötige Durchhaltevermögen, sie zu erreichen. Obwohl mir deine physische Anwesenheit fehlt, spüre ich Dank der unendlichen Kraft deiner Lehren deine ständige Präsenz in meinem Leben.

Wo immer du bist Mum, was ich von dir gelernt habe, habe ich hierfür angewendet – diese Arbeit ist in unendlicher Liebe und voller Dankbarkeit für Dich entstanden.