



Kapitel 1

Einleitung



Einleitung

Sinnesphysiologie, Wahrnehmung und Informationsverarbeitung

Um der Frage nachzugehen, welche Lernfähigkeiten Pferde besitzen und wo ihre kognitiven Grenzen liegen, muss die Voraussetzung gegeben sein, dass die präsentierten Reize für das Tier wahrnehmbar sind.

Pferde nehmen mit Hilfe der Sinnesmodalitäten Sehen, Hören, Fühlen, Riechen und Schmecken bio-physikalische Reize der Umwelt wahr. Es findet eine Reizfilterung statt, indem spezielle Rezeptoren in den Sinnesorganen nur die für sie adäquate Reize wahrnehmen. Dabei besteht ein Reiz bzw. ein sensorischer Input aus einem physikalischen oder chemischen Energiemuster, welches auf einen Primärrezeptor trifft (Dudel et al., 2001). Wird die spezifische Reizschwelle eines Rezeptors überschritten, wandelt sich die Information durch ein Rezeptorpotential in ein neurales Signal um, das durch Afferenzen zum ZNS weitergeleitet wird und so eine Sinneswahrnehmung hervorruft. Nach dem Weber-Fechner-Gesetz nimmt ein Sinnesorgan erst ab einer bestimmten Intensitätsänderung des Reizes eine Veränderung wahr (Hecht, 1924). Was ein Organismus wahrnehmen kann, ist an seine Lebensweise und die ökologische Nische, in der er lebt, angepasst.

Im Bereich der Histologie und Neurophysiologie der Wahrnehmung gibt es beim Pferd nur begrenzte wissenschaftliche Erkenntnisse, da das Pferd als großes, teures und im Vergleich zu anderen Tieren ein eher schwer zu handhabendes Labortier darstellt (Saslow, 2002).

Visuelle Wahrnehmung

Die visuelle Wahrnehmung des Pferdes ist besonders angepasst an das Dämmerungssehen und das Bewegungssehen (Saslow, 2002). Für ein Beutetier ist das Erkennen von sich geringfügig bewegenden Objekten, die auf einen Raubfeind hin deuten könnten, überlebenswichtig. Die seitlich am Kopf stehenden Augen beschränken das binokulare Sehen auf einen kleinen Bereich direkt vor dem Pferd von ca. 60°, während das gesamte Sehfeld 300° umfasst (Engelhardt und Breves, 2005).

Pferde kommunizieren hauptsächlich über die visuelle Wahrnehmung (Goodwin, 2002). Die Körperhaltung spielt bei der Koordination der Herdenaktivitäten eine



wichtige Rolle und selbst feine mimische Signale werden von Artgenossen wahrgenommen (Goodwin, 1999). Das visuelle Vermögen ist dem eines Fluchttieres angepasst und eher dafür entwickelt, Fressfeinde aus verschiedenen Annäherungswinkeln zu erkennen als stationäre Objekte (Saslow, 2002). Bisherige Studien zeigten, dass Pferde eine Tiefenwahrnehmung besitzen (Timney und Keil 1999; Timney und Macuda, 2001) und sich die Sehschärfe auf ein horizontales Band beschränkt (Saslow, 2002). Timney und Keil (1992) konnten außerdem zeigen, dass das räumliche Auflösungsvermögen von Pferden im Bereich von 20/30 auf der Snellen Skala liegt. Das Vermögen liegt dabei etwas unterhalb des menschlichen Auflösungsvermögens (20/20), jedoch aber über dem von Hunden (20/50) und Katzen (20/75) (Hanggi, 2005).

Zum Farbsehen bei Pferden gibt es in der Literatur unterschiedliche Aussagen. Während in manchen Studien die Pferde nur Rot und Blau von Grau unterscheiden konnten (Pick et al., 1994), zeigten sie in anderen Studien zusätzlich die Fähigkeit Gelb und Grün von Grau zu unterscheiden (Smith und Goldman, 1999). Hanggi und Ingersoll (2007) führten mit Pferden einen Sehtest durch, der bislang bei Menschen angewandt wurde, und konnten zeigen, dass Pferde Dichromaten sind, also zwei Zapfentypen besitzen. Die Autoren vergleichen diese Farbwahrnehmung mit der eines Menschen mit Rot-Grün Sehschwäche. Auch Geisbauer et al. (2004) schlossen aus einem Diskriminationstest, dass Pferde dichromatisch sehen und beobachteten eine relativ schlechte Unterscheidungsfähigkeit von Grauabstufungen (mit einem Weber Quotienten von 0.42 und 0.45).

Lange wurde vermutet, Pferde könnten Objekte, die sie zuvor nur mit einem Auge wahrgenommen haben, mit dem anderen Auge nicht wieder erkennen. Hanggi (1999b) konnte mit Hilfe eines Diskriminationstests zeigen, dass bei Pferden zwischen den Gehirnhälften ein intraokularer Transfer stattfindet. Tiere, die zuvor gelernt hatten mit einem verdeckten Auge richtig auf einen positiven Stimulus zu reagieren, übertrugen das Gelernte, als das zuvor sehende Auge zugedeckt wurde. Anatomische Untersuchungen ergaben, dass eine funktionale Verbindung zur Informationsübertragung zwischen den Hemisphären eines Pferdes besteht, über das *Corpus callosum* (Gehirnbalken) (Hanggi, 2005; Krüger et al., 2011).

Dennoch macht sich das Pferd wahrscheinlich primär andere Sinne als den optischen Sinn zu Nutze, um Umweltreize zu verarbeiten (Saslow, 2002).



Auditorische Wahrnehmung

Ein Teil der sozialen Kommunikation bei Pferden beruht auf Lautäußerungen, die sowohl zur Kommunikation über größere Distanzen dienen, als auch Nervosität aufzeigen oder die Annäherung von Stute und Fohlen initiieren (Goodwin, 2002).

Pferde hören in hohen Frequenzbereichen zwischen 55Hz und 33,5 kHz, besonders sensibel zwischen 1 und 16 kHz (Heffner und Heffner, 1983). Aus diesem Grund erregen Geräusche mit einem Anteil hoher Frequenzen eher die Aufmerksamkeit und können zu unerwünschtem Verhalten führen (Saslow, 2002). Wenn die Aufmerksamkeit auf etwas fokussiert ist, werden die Ohrmuscheln in Richtung der Geräuschquelle gerichtet (Goodwin, 2002). Pferde haben aber Schwierigkeiten, kurze Geräusche genau zu lokalisieren, was oft den Fluchtinstinkt auslöst. Verbale Reize geringer Intensität können hingegen gut wahrgenommen werden und Pferde sind in der Lage, Geräusche mit bestimmten Ereignissen zu verbinden (Saslow, 2002), was man sich beim Trainieren der Tiere zu Nutze machen kann.

Olfaktorische Wahrnehmung

Ein Tier, das natürlicherweise in einer Umwelt mit einer ausgeprägten Sozialstruktur lebt, benötigt sensorische Mechanismen, mit denen Sozialpartner und Konkurrenten identifiziert werden können. Der Geruchssinn ist einer der Sinne, der dazu beiträgt (Krüger und Flauger, 2011). Über Gerüche werden Gruppenmitglieder erkannt und diese über einen Nase-zu-Nase Kontakt begrüßt (McGreevy, 2004).

Gerüche werden zur Kommunikation über einen längeren Zeitraum genutzt, z.B. markieren Hengste beim Werben um die Stute mit dem Absetzen von Kot und die Bindung zwischen Stute und Fohlen wird über Gerüche stabilisiert (Goodwin, 2002). So beruht auch das „Imprinttraining“, welches der Mensch sich beim neu geborenen Fohlen zu Nutze machen kann, auf Geruchsprägung (Saslow, 2002). *Der Bulbus olfactorius* ist beim Pferd, im Vergleich zum Primaten, sehr stark ausgeprägt und besitzt eine hohe Oberflächenvergrößerung (Saslow, 2002) (Abb.1). Die Größe des Riechepithels gibt einen Hinweis darauf, dass das Pferd einen großen Teil seiner Umwelt über den Geruch wahrnimmt.

Durch die Aufnahme von viel Luftvolumen mit einem Atemzug kann das Pferd eine große Anzahl von Molekülen einfangen. Ein weiterer anatomischer Vorteil für die olfaktorische Wahrnehmung stellt die Nüsternstellung dar. Die entgegengesetzt gerichteten Nüstern erlauben dem Pferd eine räumliche Wahrnehmung des Geruchs



und somit ein gutes Lokalisieren von Geruchsquellen (Stoddart, 1980). Durch das Jakobsonsche Organ ist es dem Pferd möglich auch Pheromone wahrzunehmen, die für die intraspezifische Kommunikation entscheidend sind.

Hothersall et al. (2010) untersuchten die Diskriminationsfähigkeit von Pferden für Gerüche von Artgenossen und fanden heraus, dass Pferde ihre Artgenossen anhand von Urinproben unterscheiden konnten. Krüger und Flauger (2011) zeigten, dass Pferde Artgenossen am Kotgeruch unterscheiden können. Geruchs- und Geschmackssinn zusammen erlauben es dem Pferd, Futtersorten zu unterscheiden, und sie besitzen die Fähigkeit, eine Futteraversion auf krankmachendes Futter zu erlernen (Haupt et al., 1990)

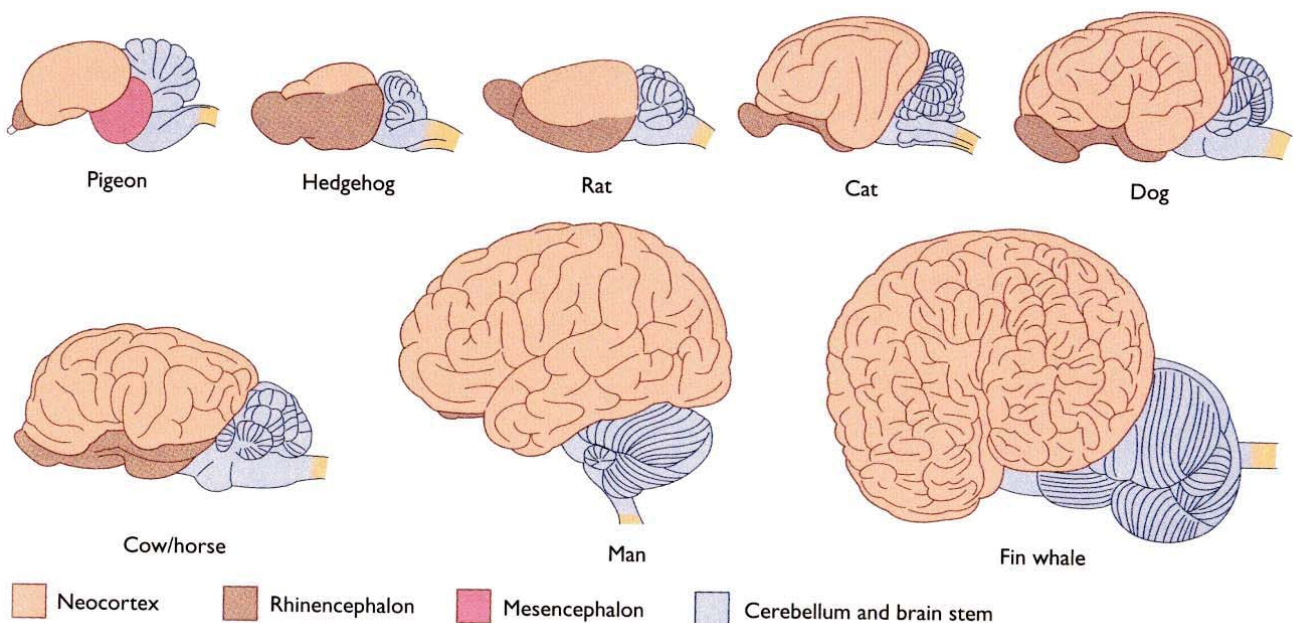


Abb. 1: Beim Gehirn des Pferdes sind das Riechhirn sowie das Kleinhirn, das für motorische Abläufe zuständig ist, besonders ausgeprägt (Sjaastad et al., 2003: Physiology of domestic Animals. Scandinavian Veterinary Press, Oslo).



Lernen beim Pferd

Im Folgenden soll auf die verschiedenen Lernformen eingegangen werden, zu denen bislang wissenschaftliche Erkenntnisse beim Pferd vorliegen (zur Übersicht siehe Tabelle 1). Zunächst werden die neuronalen Grundlagen des Lernens erläutert. Anschließend wird der Bereich des nicht-assoziativen Lernens mit der Habituation und Sensitivierung näher betrachtet. Schließlich wird auf den bisherigen Forschungsstand bezüglich der Lernformen des assoziativen Lernens eingegangen, welche höher geordnete Kognition einschließen.

Neuronale Grundlagen

Unter kognitiven Leistungen versteht man multisensorische und auf Erfahrung beruhende Wahrnehmungsprozesse, das Erkennen und Kategorisieren von Objekten und Ereignissen, die Vorstellung, die auf Grundlagen interner Repräsentationen beruht, sowie die Aneignung von Wissen und die Fähigkeit zur Handlungsplanung (Roth und Menzel, 1996). Voraussetzungen für die Entwicklung kognitiver Leistungen ist dabei die adaptive Aktivität von Neuronen und Neuronensembles. Die Organisation von Neuronennetzwerken beruht auf einem artspezifischen Bauplan von Gehirnkernen und Kortex und deren Verschaltung untereinander (Heldmaier und Neuweiler, 2003). Eine synaptische und strukturelle Plastizität des Gehirns erlaubt es dem Organismus, aus Erfahrung zu lernen und sich an eine veränderte Umwelt anzupassen. Das Neuron als dynamisches Element verändert sich im Laufe einer Lebensgeschichte durch den wechselnden Zustrom äußerer Einflüsse und dem Wechsel innerer Zustände des Organismus (Heldmaier und Neuweiler, 2003). Daraus resultieren Veränderungen in Synapsenmembranen, Ionenkanälen und Rezeptoren. Grundlage für diesen Prozess ist ein assoziativer Vorgang auf zellulärer Ebene. Die Hebb-Regel beschreibt, dass die wiederholte gleichzeitige Aktivierung von prä- und postsynaptischen Elementen zu einer erhöhten Effizienz in der Reizweiterleitung führt (Birbaumer und Schmidt, 2006). Es kann dabei nicht nur die Stärke von Verbindungen erhöht werden, sondern auch gleichzeitig die Aktivität inaktiver benachbarter Verbindungen geschwächt werden. Stimulation und Deprivation in kritischen Wachstumsperioden eines Organismus spielen dabei eine besonders wichtige Rolle. In einzelnen Hirnregionen, vor allem im Hippocampus und im Kortex, die eine entscheidende Rolle beim Lernen und der Gedächtnisbildung



spielen, können sich auch im adulten Organismus Nervenzellen verändern und durch Neurogenese vermehren. Bei Tieren, die in einer stimulierenden Umgebung aufwachsen, lassen sich eine erhöhte Anzahl an dendritischen Fortsätzen, erhöhte Transmittersyntheseraten, v.a. des Azetylcholins, Verdickungen der postsynaptischen Membranen, sowie Vergrößerungen der Zellkörper und Zellmembranen nachweisen (Birbaumer und Schmidt, 2006). Weitere Untersuchungen zeigen zudem, dass Umweltbedingungen und die damit verbundene Reizumgebung einen Einfluss auf die kognitiven Fähigkeiten haben (Winterfeld et al., 1997; Lapiz et al., 2003; Jones et al., 1991).

Nicht assoziatives Lernen

Habituation

Eine wiederholte Darbietung desselben Reizes kann ein Nachlassen der Reaktion zur Folge haben (McFarland, 1999). In der Trainingspraxis spielt diese Gewöhnung oder Habituation eine wichtige Rolle und verschiedene Studien aus den letzten Jahren konnten dies auch unter Versuchsbedingungen nachweisen. Christensen et al. (2008) zeigten beispielsweise, dass sich die Fluchtreaktion von Pferden reduziert, wenn ihnen Objekte mit unterschiedlicher Form aber identischer Farbe präsentiert werden, wohingegen die gleichen Objekte unterschiedlicher Farbe weiterhin eine Fluchtreaktion auslösten. Bei der gleichzeitigen Präsentation von verschiedenen Objekten konnten Christensen et al. (2010) später zeigen, dass sich die Furchtreaktion auf diese und auf gleichzeitig präsentierte neue Objekte verringerte. Leiner und Fendt (2011) berichten, dass die Habituation nach einem bestimmten Training sehr spezifisch auf die trainierten Objekte (z.B. Regenschirme und Planen) gerichtet ist und nicht auf neue Objekte übertragen wird.

Weiterhin ist es bei der Habituation essentiell, den Reiz solange wiederholt zu präsentieren, bis eine Gewöhnung stattgefunden hat, denn wenn der Reiz vor der Gewöhnung aussetzt, kann genau der gegenteilige Lerneffekt eintreten (McGreevy, 2004).

Sensitivierung

Bei der Sensitivierung befindet sich der Organismus in einem Zustand erhöhter Reaktionsbereitschaft beispielsweise durch einen besonders intensiven Reiz. Aufgrund des erhöhten Erregungszustandes reagiert das Tier auch auf geringe



Reizstärken (Gattermann, 2006). Eine Sensitivierung kann ebenfalls eintreten auf einen wiederholten, meist aversiven Reiz, vor dem das Tier flüchten kann (McGreevy, 2004). Hierbei erhöht sich die Reaktionsstärke auf den wiederkehrenden Reiz. Die neuronale Grundlage hierfür ist eine synaptische Fazilitation oder Bahnung, die die Reizübertragung zwischen den Nervenzellen verbessert (Reichert, 1990). Auch wenn unter praktischen Bedingungen die Sensitivierung eine große Rolle spielt, gibt es bislang keine vertieften wissenschaftlichen Untersuchungen an Pferden (Nicol, 2002).

Assoziatives Lernen

Das assoziative Lernen verknüpft im Gegensatz zum nicht-assoziativen Lernen mehrere Reize beziehungsweise Reize und Reaktionen miteinander. Aufgrund von Kontiguität und Kontingenz wird eine kausale Beziehung zwischen einem Reiz und einem Verhalten gebildet. Außer der Habituation und Sensibilisierung basieren alle anderen Lernformen auf dem assoziativen Lernen (Gatterman, 2006)

Klassische und operante Konditionierung

Die klassische Konditionierung beinhaltet eine Assoziation zwischen einem konditionierten, zuvor neutralen und einem unkonditionierten Stimulus, der eine bestimmte Reizantwort hervorruft und stellt sich als Folge einer zeitlichen Paarung dieser beiden Stimuli ein (Dudel et al., 2001). Hat eine klassische Konditionierung stattgefunden reicht der konditionierte Reiz aus, um das Verhalten auszulösen.

Nur wenige wissenschaftliche Untersuchungen wurden in diesem Bereich zum Pferd durchgeführt (Nicol, 2002), obwohl diese Konditionierungsart eine Grundlage im Training und beim Umgang mit dem Pferd darstellt. Die operante Konditionierung setzt im Gegensatz zur klassischen Konditionierung eine aktive Beteiligung des Tieres voraus. Durch die Verknüpfung eines Verhaltenselements mit einer Verstärkung wird das Verhalten zum Instrument des Erfolgs (Gattermann, 2006). Im Folgenden soll näher auf Lernformen eingegangen werden, die sich im Rahmen einer operanten Konditionierung entwickeln können und höhere kognitive Leistungen mit einschließen.



Diskriminationslernen

Als Diskriminationslernen wird ein erfahrungsbedingtes Unterscheiden von verschiedenen Reizen im Verlauf einer Reiz-Reaktions-Assoziation bezeichnet (Gattermann, 2006). Bei einer visuellen Diskrimination dienen optische Zeichen oder Muster als Reize. Je nach Versuchsanstellung kann aber auch die Unterscheidung von akustischen, chemischen, mechanischen oder räumlichen Stimuli untersucht werden (Tabelle 1). Reizunterscheidungstests dienen zum einen dazu, das Lernverhalten von Tieren zu untersuchen und zum anderen, Grenzen individueller Unterscheidungsfähigkeit und Sinnesleistungen zu bestimmen. Dem Versuchstier können die Reize entweder gleichzeitig (Simultanwahl) oder nacheinander (Sukzessivwahl) dargeboten werden.

Zum Unterscheidungslernen von Pferden liegen erste Untersuchungen aus den dreißiger Jahren vor (Gardner, 1937). Dabei wurde gezeigt, dass Pferde zwischen schwarz abgedeckten Futterkisten und nicht abgedeckten Futterkisten unterscheiden können. In neuerer Zeit konnten einige Studien nachweisen, dass Pferde eine Reihe von Stimuluspaaren unterscheiden können und dabei lernen zu lernen, also von Aufgabe zu Aufgabe schneller das Lernkriterium erreichen (Fiske und Potter, 1979; McCall et al., 1981; Baer et al., 1983 Hanggi, 1999 a, b).

Räumliche Reize können dabei besser unterschieden werden, da das räumliche Lernen für Pferde leichter zu sein scheint als das Unterscheiden anderer Stimulusqualitäten (Nicol, 2002). Pferde bemerken räumliche Veränderungen gut, beispielsweise Objekte in ihrem bekannten Umfeld, die ihre Position verändert haben (Hanggi, 2005).

Viele Untersuchungen zeigten auch das gute visuelle Diskriminationsvermögen von Pferden, wie die Unterscheidung von verschiedenen Eimern (Sappington et al., 1997), Türen (Mader und Price, 1980), Spielzeug und deren Fotografien (Hanggi, 2001), anderen Alltagsgegenständen (Hanggi, 2003), sowie Farben (Timney und Macuda, 2001; Hanggi, 2007), zweidimensionalen abstrakten Stimuli (Sappington und Goldman, 1994; Hanggi 1999 a, b) und sogar drei-dimensionalen Objekten in verschiedenen Rotationen (Hanggi, 2010) (zur Übersicht siehe Tabelle 1).

Generalisieren

Unter Generalisierung wird die Fähigkeit eines Tieres verstanden, eine ursprünglich an einen bestimmten Reiz gebundene Reaktion auch auf Reize mit ähnlichen



Merkmale zu zeigen (Gattermann, 2006). Pferde sind zur Reizgeneralisierung fähig (Dougherty und Lewis, 1991; Sappington und Goldman, 1994; Hanggi, 1999b) und sind in der Lage 3-dimensionale Objekte, die im Original und als Fotografie präsentiert werden, als dieselben zu erkennen (Hanggi, 2001).

In der Studie von Christensen et al. (2011) generalisierten die Testpferde Objekte mit derselben Farbe, indem sie auf diese mit verringerter Furcht reagierten. Objekte mit der gleichen Form aber anderer Farbe, konnten von den Tieren jedoch nicht generalisiert werden.

Hausberger et al. (2004) fanden heraus, dass auf sehr hohem Niveau gerittene Dressurpferde in einfachen Lerntest schlechter abschneiden als Pferde aus anderen Reitdisziplinen. Sie führten dies darauf zurück, dass in dem täglichen Training kein eigenständiges Verhalten geduldet wird und somit ein Lernen zu lernen und das Generalisieren bei den Pferden verhindert wird.

Beobachtungslernen

Das Beobachtungslernen bzw. die Nachahmung ist eine Form des sozialen Lernens. Lernen durch Beobachtung bedeutet, das Verhalten eines Artgenossen nachzuvollziehen und in das eigene Repertoire zu übernehmen (Immelman et al., 1996). Es wird zwar vermutet, dass Fohlen das Futterwahlverhalten und auch ein Teil des Sozialverhaltens von der Mutterstute erlernen, wissenschaftliche Untersuchungen zu dieser Form des Lernens bei Pferden sind jedoch bisher nicht veröffentlicht. Viele Pferdebesitzer sind der Meinung, dass abnormale oder stereotype Verhaltensweisen durch Nachahmung gelernt werden können (McGreevy et al., 1995). Verschiedene Studien zeigten aber, dass Pferde weder in einer einfachen operanten Konditionierung (Lindberg et al., 1999) noch in einer Diskriminationsaufgabe (Bear et al., 1983; Baker et al., 1986; Clarke et al., 1996) besser abschnitten, wenn sie zuvor ein Demonstrator-Pferd beobachten konnten. Krüger und Heinze (2008) konnten feststellen, dass ein Nachfolgeverhalten gegenüber einem Experimentator nur nach der Beobachtung eines dominanten Artgenossen gezeigt wurde. Das Nachahmen von komplexeren Verhaltensweisen bei Pferden kann jedoch bislang nicht von wissenschaftlichen Ergebnissen nachgewiesen werden. Hanggi (2005) gibt an, dass es bisher an einem angemessenen Versuchsaufbau fehlt, ein Nachahmungslernen bei Pferden nachzuweisen.



Höhere kognitive Leistungen

Zu den höheren kognitiven Leistungen können Fähigkeiten, wie das Problemlöseverhalten, die Abstraktion, die Planhandlung und Strategiebildung gezählt werden (Tenorth und Tippelt, 2007; Gattermann, 2006). Demzufolge werden die folgenden Lernformen hier unter dem Begriff „höhere kognitive Leistungen“ zusammengefasst.

Kategorisierendes Lernen

Kategorisieren bedeutet, dass ein Tier physikalische Gemeinsamkeiten zwischen Objekten erkennt (Hanggi, 2005). Die Fähigkeit kategorisierend zu lernen stellt nach Nicol (1996) die Basis für höher geordnete kognitive Leistungen dar. Für ein Tier ist es von Vorteil Kategorien bilden zu können, und Objekte bestimmten Klassen zuzuordnen wie beispielsweise Futter, Feinde oder Sozialpartner, um angemessen auf neue, unvorhergesehene Situationen zu reagieren (Nicol, 1996). Bislang wurden nur wenige Studien zur Kategorisierung beim Pferd durchgeführt: Sappington und Goldman (1994) zeigten, dass Pferde Dreiecke in verschiedenen zwei-dimensionalen Darstellungen von anderen Formen unterscheiden konnten. In der Untersuchung von Hanggi (1999a) lernten die Pferde kategorisierend, indem sie zunächst lernten, offene Figuren von geschlossenen zu unterscheiden und anschließend bei der Einführung neuer Stimuli das Gelernte übertrugen. Hanggi schließt daraus, dass die Pferde mit Hilfe einer aufgestellten Regel („wähle das offene Muster“) die Diskriminationsaufgabe lösten.

Begriffliches Lernen

Begriffsbildung bedeutet die erlernte Klassifizierung von Merkmalen und Zusammenhängen durch Abstraktion von der Realität (Gattermann, 2006). Im Gegensatz zur Kategorisierung, bei der sich Objekte physikalisch ähnlich sind, werden bei dem begrifflichen Lernen beziehungsweise der Konzeptualisierung Objekte einander zugeordnet, weil sie unter denselben Oberbegriff oder unter das gleiche Konzept fallen, egal ob sie physikalisch ähnlich sind oder nicht (Hanggi 2005).

Abstrakte Konzepte zu erlernen bedeutet, dass Stimuli miteinander verglichen werden müssen und ihre Beziehung untereinander beurteilt wird (z.B.: „gleich wie“, „unterschiedlich von“) (Truppa et al., 2010).



Die einzig bislang veröffentlichte Studie, in der eine Bildung von relativen Konzepten bei Pferden nachgewiesen werden konnten, wurde von Hanggi (2003) durchgeführt. Sie zeigte, dass Pferde Konzepte aufgrund von relativer Größe („größer als“, „kleiner als“) aufstellen konnten und diese Fähigkeit auf neue Stimuli sowie vom Zwei- ins Dreidimensionale übertrugen. Dafür wurde den Pferden simultan zweidimensionale Abbildungen und dreidimensionale Objekte präsentiert (Bälle, Blumentöpfe, PVC Rohre in unterschiedlicher Größe, Material und Farbe). Weitere Konzepte die gebildet werden können und bei anderen Spezies nachgewiesen werden konnten sind beispielsweise „heller“ und „dunkler“ sowie „gleich“ und „ungleich“ (Kastak und Schusterman, 1994; Nielsen et al., 2009)

Matching to sample (MTS)

Beim „matching to sample“ handelt es sich um ein komplexes Versuchsdesign, das auf Diskriminationslernen basiert. Der positive Reiz (S+) wird durch ein nicht belohntes, physikalisch identisches, visuelles Muster präsentiert und ist von einem Distraktorreiz (S-) zu unterscheiden. Da in den Testdurchgängen der S+ variiert, wird keine absolute Unterscheidung von dem Versuchstier verlangt, sondern es muss Gemeinsamkeiten zwischen verschiedenen Reizen erkennen. Durch diese relative Unterscheidung, die im MTS gefordert wird, stellt das MTS in der Lernforschung einen verbreiteten Versuchsaufbau dar, um die Begriffsbildung von Tieren zu untersuchen (Sidman und Ailby, 1982). Bei unterschiedlichen Tierarten konnte bislang ein „matching concept“, ein so genanntes „Prinzip der Gleichheit“ nachgewiesen werden (Kamil und Sacks, 1972 (Tauben); Iversen, 1997 (Ratten); Giurfa et al., 2001 (Bienen); Nielsen et al., 2009 (Minipigs); D`amato et al., 1985 (Affen)). Flannery (1997) berichtete als erste von einem MTS-Versuch bei Pferden. Die Versuchspferde mussten identische Stimuluskarten mit der Nase berühren, um eine Belohnung zu erhalten. Die Autorin folgerte aus ihren Experimenten, dass die Tiere eine Beziehung zwischen den präsentierten Reizen erlernen konnten und dies auf verschiedene Versuchsbedingungen übertrugen. Allerdings stellte es sich als schwierig heraus, die Berührung der Karten durch die Pferdenase genau zu erkennen.

Eine weitere Methode zur Untersuchung, ob Tiere zu eine Konzept für Gleichheit fähig sind, stellt die same/different Methode dar (Wright und Katz, 2007; Truppa et al., 2010). Der S+ und der Distraktorreiz werden hierbei nicht zugleich präsentiert wie



beim MTS- Versuchsdesign, sondern die Versuchstiere müssen, wenn zwei gleiche Objekte abgebildet sind, eine andere Antwort zeigen, als wenn zwei unterschiedliche Objekte präsentiert werden. Es gibt also ein Antwortverhalten auf „gleich“ und ein anderes Antwortverhalten auf „verschieden“.

Anzahlerkennung

Eine Reihe von Untersuchungen widmete sich dem Erkennen von Anzahlen bei Tieren. Bei verschiedenen Säugetieren und Vögeln konnte die Fähigkeit nachgewiesen werden, Objekte aufgrund ihrer Anzahl zu unterscheiden (Gallistel, 1993). Die Anzahlerkennung kann hierbei auf verschiedenen Modalitäten beruhen, wie einer visuellen Diskrimination von Symbolen (Ansari, 2008, Nieder und Dehaene, 2009), Gegenständen (Matsuzawa, 1985; Pepperberg, 1987), Lichtreizen (Fernandes und Church, 1982) oder auditorischen Stimuli, wie die Anzahl an Lauten (Davis, 1984).

Davis und Perusse (1988) unterscheiden zwei Arten von Untersuchungsverfahren, zum einen die simultane und zum anderen die sukzessive Anzahlerkennung, die auch Koehler (1941) in seinen Arbeiten erwähnt. Koehler (1941) war einer der ersten, der das „matching concept“ für einen Test auf Anzahlerkennung bei Vögeln nutzte, und präsentierte gleichzeitig verschiedene Anordnungen von Punkten (Abb.2).

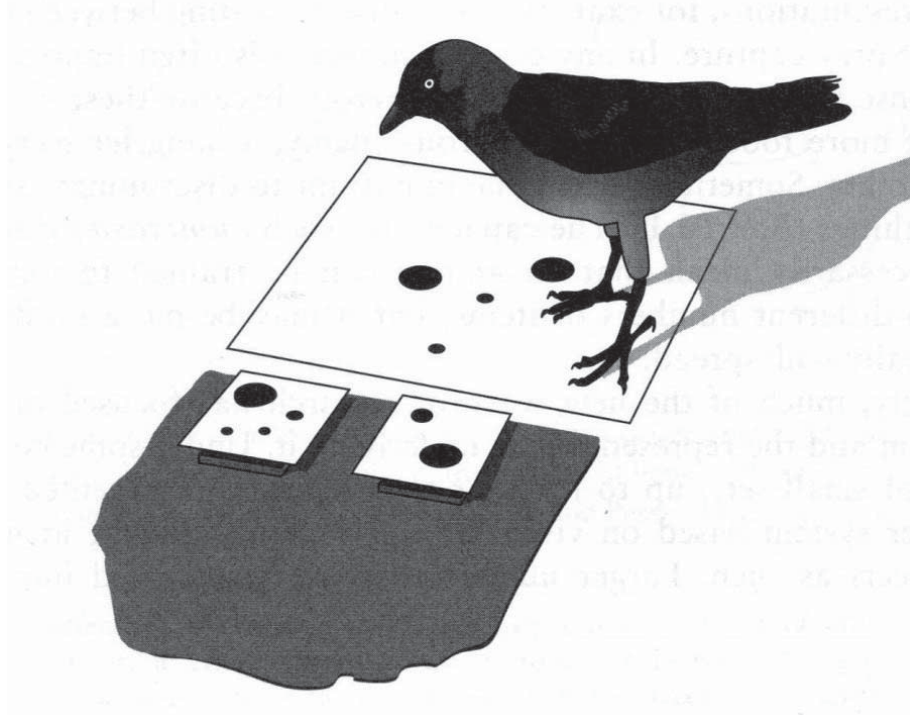


Abb.2: Die Dohlen in den Versuchen von Otto Köhler (1941) erkannten verschiedene Anzahlen von Punkten (Shettleworth, 2010).



Zusätzlich ließ er Vögel sukzessiv eine bestimmte Anzahl an Körnern aufnehmen. Er schloss aus seinen Experimenten, dass das Erkennen von unbenannten Anzahlen bei Vögeln eine Art Konzeptlernen sei, ähnlich des Konzeptes von „größer“ oder „kleiner“. Beim Pferd ist bislang eine Studie durchgeführt worden, die zeigt, dass Pferde eine Spontanpräferenz für die größere Anzahl von Plastikäpfeln unabhängig vom Gesamtvolumen besitzen (Uller und Lewis, 2009). Die Pferde wählten bis zu einer Anzahl von drei Äpfeln spontan die höhere, scheiterten allerdings in der Unterscheidung von 4 vs. 6 Äpfeln.

Gedächtnisbildung

Wie das Lernen ist das Speichern und Abrufen von Informationen eine Leistung des zentralen Nervensystems, das sich nicht nur an einem Ort des Gehirns lokalisieren lässt. Die Ausbildung eines Gedächtnisses stellt die Basis aller höheren Lernformen dar (McGreevy, 2004). Wie Erinnerungen aus Erfahrungen aufgebaut, festgehalten und wieder abgerufen werden können, ist eine der zentralen Fragen der Neurobiologie.

Man unterscheidet zwischen dem deklarativen (expliziten) und dem nicht-deklarativen (impliziten) Gedächtnis. Während das deklarative für die bewusste Wiedergabe von Fakten und Ereignissen verantwortlich ist, schreibt man dem nicht-deklarativen Gedächtnis das nicht-assoziative und assoziative Lernen, sowie das prozedurale Lernen und Gedächtnis und somit die Wiedergabe von Fertigkeiten, Gewohnheiten und Bewegungsfolgen zu (Heldmaier und Neuweiler, 2003). Der Hippokampus spielt besonders bei der expliziten Gedächtnisbildung und der damit verbundenen Langzeit-Konsolidierung eine wichtige Rolle. Dieser erhält Informationen aus allen Assoziationsfeldern des Neokortex und ist mit diesen reziprok verbunden. Das hippokampale System verbindet die kortikalen Repräsentationen einer bestimmten Situation miteinander, so dass diese die Gesamtheit des Gedächtnisses bilden. Mit diesem Mechanismus werden zwischen verschiedenen Reizen assoziative Verbindungen ausgebildet und eine Gesamtsituation kann später durch Teilelemente rekonstruiert und erinnert werden (Birbaumer und Schmidt, 2006). Beim impliziten Lernen sind verschiedenste Gehirnregionen beteiligt. Während für das prozedurale Gedächtnis, welches eher reflexhaft abläuft, subkortikale Regionen eine Rolle spielen, zeigt sich für Konditionierungsprozesse, dass der Lernprozess dort stattfindet, wo sich die beiden



sensorischen Informationen, die verknüpft werden, treffen. Welche Gehirnareale dabei noch involviert sind, entscheidet sich daraus, ob die Assoziation dabei emotional positiv behaftet ist (Belohnung) oder negativ (Furcht). Bei einer klassischen Furchtkonditionierung wäre dies die Amygdala, bei Belohnung das vordere Striatum (Birbaumer und Schmidt, 2006).

Man unterscheidet drei verschiedene Gedächtnisformen: Das sensorische, das Kurzzeit- und das Langzeitgedächtnis. Das sensorische Gedächtnis speichert Lerninhalte im Bereich von Millisekunden bis Sekunden und ist dem bewussten Zugriff nicht zugänglich. Beim Kurzzeitgedächtnis werden Informationen zwischen Sekunden und Minuten behalten, während aus dem Langzeitgedächtnis Informationen von Minuten bis Jahre abgerufen werden können. Beim Kurzzeitgedächtnis treten bereits Veränderungen bei der Membranstruktur und Transmitterausschüttung auf; beim Langzeitgedächtnis kommt es hingegen zu einer veränderten Genexpression der Nervenzelle (Birbaumer und Schmidt, 2006).

Für ein Tier, bei dem das Überleben von einer Fluchtreaktion abhängt, wie es beim Pferd der Fall ist, ist es überlebenswichtig, Erfahrungen als tolerierbar oder als fluchtauslösend einzuordnen. Jede unnötige Flucht wäre eine hohe Energieverschwendung. Nach Miller (1995) setzt dies beim Pferd ein gutes Gedächtnis voraus. Über die Leistung des Kurzzeitgedächtnisses gibt es bei Pferden kontroverse Aussagen. In einer Studie von Hanggi (2010) konnten Pferde Futter nach 30 Sekunden Wartezeit noch lokalisieren und Hanggi schloss daraus ein gutes Kurzzeitgedächtnis. In einer anderen Studie hingegen konnte nach bereits 10 Sekunden Wartezeit das Futter nicht mehr zuverlässig lokalisiert werden, im Vergleich zur zuverlässigen Lokalisation ohne Wartezeit (McLean, 2004); hier schlossen die Autoren aus ihren Ergebnissen auf ein begrenztes Kurzzeitgedächtnis. Bezüglich des Langzeitgedächtnisses gibt es Angaben, die von Monaten bis hin zu Jahren reichen. In der Studie von Marinier und Alexander (1994) konnte gezeigt werden, dass Pferde ein Labyrinthtest nach 2 monatiger Pause noch beherrschten. Bei einem Unterscheidungstest mit 20 Paaren von schwarz/weiß Mustern konnten Pferde nach einer sechsmonatigen Pause noch auf einem Niveau von 85% Richtigantworten diskriminieren (McGreevy, 2004). Die beste dokumentierte Gedächtnisleistung zeigten Pferde in einer Studie von Hanggi und Ingersoll (2009). Die Tiere konnten noch bis zu 10 Jahre die zuvor gelernten Aufgaben zur Kategorisierung und Konzept-Bildung erfolgreich abrufen.



In Tabelle 1 sind 62 bisherige Publikationen über das Lernverhalten des Pferdes zusammengestellt. Die meisten Studien, die bislang durchgeführt wurden, beschäftigen sich mit dem visuellen Diskriminationsvermögen des Pferdes. Im Bereich der höheren kognitiven Leistungen und der Gedächtnisbildung hingegen, wurden bis zum jetzigen Zeitpunkt nur wenige Untersuchungen veröffentlicht. Oft werden keine Angaben zu Rasse und Alter der Tiere gemacht oder Gruppen mit gemischten Rassetypen und Altersklassen verwendet.