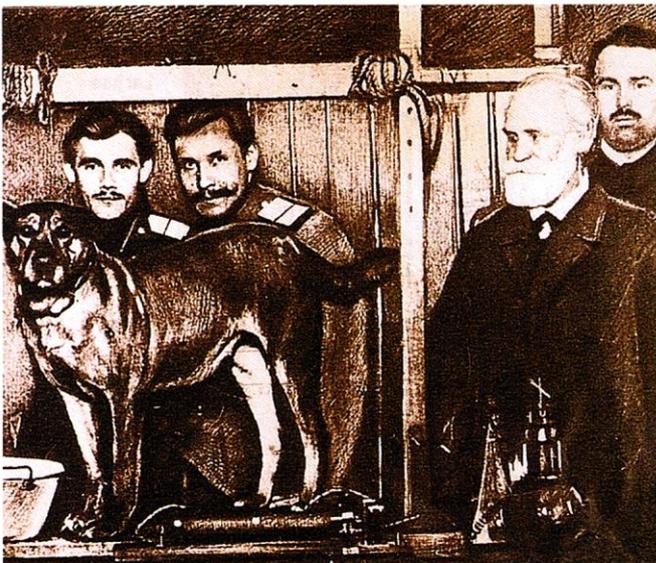


Assoziatives Lernen

Der nur einen Millimeter lange Fadenwurm *Caenorhabditis elegans* ernährt sich von Bakterien. In einem einfachen Wahlversuch lernte der Wurm trotz seines nur 300 Neuronen umfassenden Nervensystems sehr schnell, wo er Futter bekommt. Den Würmern wurden Bakteriensuspensionen angeboten, die mit Ionen versetzt waren. Bereits nach dem ersten Fressen lockten mit Ionen angereicherte Lösungen die Würmer an, selbst wenn diese keine Bakterien enthielten. Wenn Tiere Verknüpfungen zwischen bestimmten Umweltreizen und eigenen Reaktionen ausbilden, nennt man dies **assoziatives Lernen**.

Assoziatives Lernen wurde 1905 erstmals von dem russischen Physiologen Iwan PAWLOW und seinen Mitarbeitern an Hunden wissenschaftlich untersucht. Die Hunde wurden mit einem Geschirr an einem Gestell fixiert. Über einen Schlauch konnte ihnen zu jeder Zeit Speichel abgenommen werden. Wurde ihnen ein gefüllter Futternapf dargeboten, antworteten sie mit einer reflektorischen Speichelbildung. Konfrontierte man die Hunde dagegen mit einem akustischen Signal, wie etwa dem Läuten einer Glocke, so wurde kein Speichelfluss registriert. Bot man den Hunden in kurzer Folge erst den Glockenton und dann das Futter dar, so reichte nach einigen Versuchen schon der Ton, um den Speichelfluss auszulösen. Die Hunde assoziierten den als *neutralen Reiz* wirkenden Glockenton mit den *spezifi-*

140.1 PAWLOW
in seinem Labor
(2. von rechts)



schen Reizen des Futters und reagierten entsprechend. Entscheidend für den Erfolg dieses Lernvorganges waren die richtige Reihenfolge der präsentierten Reize sowie ihre enge zeitliche Kopplung. Aus dem **unbedingten Reflex** der Speichelabsonderung wurde durch den Glockenton ein **bedingter Reflex**. Diesen speziellen Fall des assoziativen Lernens bezeichnete PAWLOW als Konditionierung. Da es aber noch andere Formen der Konditionierung gibt, wird die von PAWLOW erforschte auch **klassische Konditionierung** genannt.

Nicht alle Reflexe können auf die geschilderte Art und Weise konditioniert werden. Den monosynaptischen Kniesehenreflex oder den Pupillenreflex kann man durch Lernen nicht beeinflussen.

Ob nun als Reflex oder als komplexe Reaktion, *reizbedingte Konditionierungen* basieren auf dem Erleben angenehmer oder unangenehmer Erfahrungen, die Tiere oder Menschen im Zusammenhang mit einer bestimmten Reizsituation erfahren.

Fadenwürmer, Hunde und auch Menschen können auf bestimmte Reize konditioniert werden, wenn sie nach erfolgter Reaktion auf einen Reiz belohnt werden. Das Resultat eines solchen Lernvorganges ist die **bedingte Appetenz**. Sie entsteht, wenn eine Reizsituation aktiv aufgesucht wird, weil das Tier nach der Wahrnehmung dieses Reizes gute Erfahrungen gemacht hat. Auf diese Weise kann man Aquarienfische in einer Futter-Belohnungs-Dressur dazu bringen, bei Hunger eine in das Wasser getauchte Pinzette anzuschwimmen. Reize können aber auch mit unangenehmen Erfahrungen verknüpft werden. Ein Kind, welches von einer Wespe gestochen wurde, wird in Zukunft den Kontakt mit diesen Tieren vermeiden. Einen solchen Konditionierungsprozess bezeichnet man als **bedingte Aversion**.

Etwa zu der Zeit, als PAWLOW seine Konditionierungsversuche machte, konstruierte Edward Lee THORNDIKE einen „Problemkasten“, um mehr über Lernprozesse bei Tieren zu erfahren. Er sperrte Katzen in enge Gitterkäfige, deren Türen sich nur öffnen ließen, wenn die Katze einen Hebel betätigte. Vor dem Käfig befand sich ein Napf mit Futter. Immer wenn THORNDIKE ein Tier in den Käfig setzte, versuchte es vergeblich durch Beißen und Kratzen zu entkommen. Bei diesen Aktionen betätigten die Katzen früher oder später auch

zufällig den Hebel, der die Tür öffnete. Nach jedem neuen Versuchsdurchlauf gelang es den Katzen fortan immer schneller, den richtigen Hebel durch eine spezielle Bewegungsabfolge zu betätigen, um in die Freiheit und an das Futter zu gelangen. Schließlich betätigte das Versuchstier den Hebel sofort, nachdem es eingesperrt wurde.

THORNDIKE hatte mit seinem Versuch eine weitere Lernform, die **operante Konditionierung** (lat. *operare*, handeln) experimentell nachgewiesen. Er erkannte „dass unter verschiedenen Reaktionen, die auf dieselbe Situation hin ausgeführt werden, ... diejenigen stärker mit der Situation verknüpft werden, die von einem für das Tier befriedigenden Zustand begleitet ... werden.“ Diese Lernform ist *handlungsbedingt*, weil die Tiere lernen, dass nach einer bestimmten Handlung etwas geschieht, das von einer angenehmen Empfindung begleitet ist: Es bildet sich eine **bedingte Aktion** heraus. Weil hier eine Handlung zum Instrument wird, um eine bestimmte Konsequenz, wie die Erlangung der Freiheit oder den Zugang zum Futter hervorzurufen, wird diese Lernform auch als *instrumentelle Konditionierung* bezeichnet.

Auf der *positiven Verstärkung* eines Verhaltens durch Belohnungen basieren die meisten *Dressuren*. Erspart sich das Tier durch die Ausführung eines bestimmten Verhaltens ein negatives Erlebnis, so wird dieses Verhalten *negativ verstärkt*. Folgt unmittelbar auf ein Verhalten eine *Bestrafung*, wird die Häufigkeit dieses Verhaltens herabgesetzt.

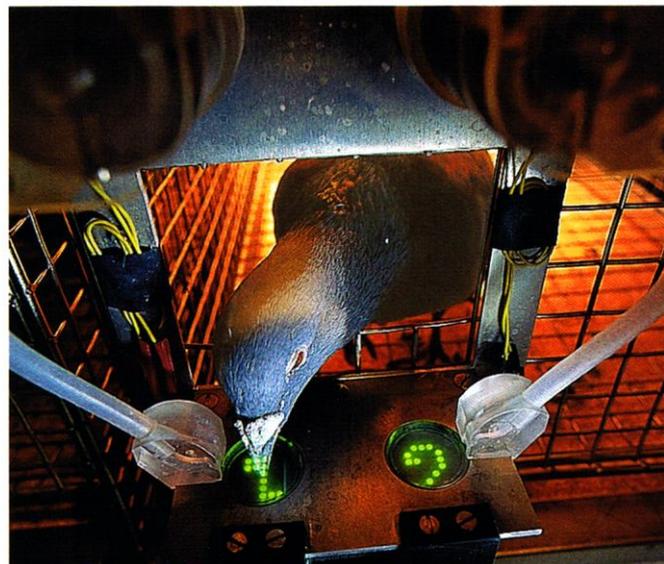
Burrhus Frederic SKINNER teilte die Ansichten THORNDIKES, dass jede Verhaltensweise durch bisher erlebte Umweltsituationen beeinflusst werde. Während sich THORNDIKE auf das Versuch-Irrtum-Verhalten konzentrierte, suchte SKINNER einfache Antworten auf die Frage, wie sich Tiere durch die Verstärkung spontanen Verhaltens mittels Belohnung und Bestrafung beeinflussen lassen und welche Mechanismen diesen Vorgängen zu Grunde liegen. Die nach ihm benannte SKINNER-Box, mit der er das Lernverhalten von Ratten und Tauben erforschte, funktioniert ganz ähnlich wie der Problemkasten von THORNDIKE.

Konditionierungen lassen sich „löschen“, wenn sie längere Zeit nicht mehr trainiert werden. Das Verlernen ist, ebenso wie der Lernvorgang selbst, eine erfahrungsbedingte Änderung eines Verhaltens.

Die einfache Lernform der *Gewöhnung* oder **Habituation** verhindert, dass Tiere Energie für die Reaktionen auf Reize verschwenden, die keinen Neuigkeitswert haben und damit eigentlich bedeutungslos sind. Wenn ein Süßwasserpolyp mit einer Pinzette vorsichtig berührt wird, zieht er sich zu einer kleinen Kugel zusammen. Diese angeborene Schutzreaktion vollführt der Polyp nicht mehr, wenn man ihn einige Male auf die gleiche Art und Weise gereizt hat.

Als Behavioristen glaubten THORNDIKE und SKINNER, dass Verhaltensweisen von Lebewesen, so auch die des Menschen, ganz wesentlich auf solchen Lernformen beruhten. Heute gilt als erwiesen, dass Konditionierungen einen festen Bestandteil des Lernverhaltens von Tieren und Menschen darstellen. Dennoch wird die Ausschließlichkeit, mit der der Behaviorismus die Ergebnisse einzelner experimenteller Studien zu einer allgemein gültigen Verhaltenstheorie erhoben hatte, abgelehnt. Die Behauptung, fast jedes Tier könne man beliebig konditionieren, wenn es nur zur Ausführung einer Handlung befähigt wäre, hat sich letztendlich als falsch erwiesen.

- 1 Die Versuche von PAWLOW wurden an fixierten Hunden durchgeführt. Heute sieht man die Abgabe von Speichel nicht mehr nur als bedingten Reflex an, sondern als Teil eines bedingten Appetenzverhaltens. Begründen Sie diesen Standpunkt.



141.1 Taube in einer SKINNER-Box