

Becker-Carus, Christian

Lernen

Becker-Carus, Christian: Allgemeine Psychologie. Eine Einführung. München ; Heidelberg : Elsevier, Spektrum Akademischer Verlag 2004, S. 313-367



Empfohlene Zitierung/ Suggested Citation:

Becker-Carus, Christian: Lernen - In: Becker-Carus, Christian: Allgemeine Psychologie. Eine Einführung. München ; Heidelberg : Elsevier, Spektrum Akademischer Verlag 2004, S. 313-367 - URN: urn:nbn:de:0111-opus-7513

in Kooperation mit / in cooperation with:

Spektrum
AKADEMISCHER VERLAG

<http://www.spektrum-verlag.de>

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS
Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung (DIPF)
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Christian Becker-Carus

Allgemeine Psychologie

Eine Einführung

Zuschriften und Kritik an:

Elsevier GmbH, Spektrum Akademischer Verlag, Lektorat Psychologie, Katharina Neuser-von Oettingen,
Slevogtstr. 3–5, 69126 Heidelberg

Prof. Dr. Christian Becker-Carus
Psychologisches Institut II
Universität Münster
Fliednerstr. 21
48149 Münster
E-Mail: becabuch@psy.uni-muenster.de

Wichtiger Hinweis für den Benutzer

Der Verlag und der Autor haben alle Sorgfalt walten lassen, um vollständige und akkurate Informationen in diesem Buch zu publizieren. Der Verlag übernimmt weder Garantie noch die juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für die Nutzung dieser Informationen, für deren Wirtschaftlichkeit oder fehlerfreie Funktion für einen bestimmten Zweck. Der Verlag übernimmt keine Gewähr dafür, dass die beschriebenen Verfahren, Programme usw. frei von Schutzrechten Dritter sind. Der Verlag hat sich bemüht, sämtliche Rechteinhaber von Abbildungen zu ermitteln. Sollte dem Verlag gegenüber dennoch der Nachweis der Rechtsinhaberschaft geführt werden, wird das branchenübliche Honorar gezahlt.

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Alle Rechte vorbehalten

1. Auflage 2004

© Elsevier GmbH, München

Spektrum Akademischer Verlag ist ein Imprint der Elsevier GmbH.

Für Copyright in Bezug auf das verwendete Bildmaterial siehe Abbildungsnachweis.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Planung und Lektorat: Katharina Neuser-von Oettingen/Anja Groth

Redaktion: Heike Pressler

Herstellung: Katrin Frohberg

Grafiken: Dr. Martin Lay (sofern nicht im Abbildungsnachweis vermerkt)

Gesamtherstellung: Konrad Triltsch, Print und digitale Medien GmbH, Ochsenfurt-Hohestadt

Umschlaggestaltung: SpieszDesign, Neu-Ulm

Gedruckt auf 90g/qm Offset, chlorfrei gebleicht

Printed in Germany

ISBN 3-8274-0570-X

Aktuelle Informationen finden Sie im Internet unter www.elsevier.com und www.spektrum-verlag.de

Inhaltsübersicht

Vorwort XV

1 Psychologie als Wissenschaft 1

2 Biologisch-physiologische
Grundlagen des Verhaltens 37

3 Grundfragen der Wahrnehmung
87

4 Das visuelle Wahrnehmungssystem
101

5 Neuronale Codierung und
Mustererkennung 157

6 Das auditorische System und
weitere Wahrnehmungssysteme
193

7 Bewusstsein und Aufmerksamkeit
229

8 Denken und Sprache 281

9 Lernen 313

10 Gedächtnis und Vergessen 369

11 Gedächtnissysteme und ihre
biologischen Grundlagen 403

12 Motivation 437

13 Emotion 487

Literaturverzeichnis 515

Namensregister 539

Sachregister 547

Abbildungsnachweis 568

9 Lernen

9.1 Aspekte des Lernens

Eines der zentralen Phänomene menschlichen und tierischen Verhaltens ist die Fähigkeit, aus früheren Erfahrungen zu lernen, um den Anforderungen einer sich ständig verändernden Umwelt zu entsprechen. Tatsächlich bedeutet für die meisten Organismen die Fähigkeit zu lernen und zu erinnern die Fähigkeit zum Überleben. Bereits einfache einzellige Organismen, wie das Pantoffeltierchen, können von einmal gemachten Erfahrungen profitieren, zum Beispiel beim Aufspüren von Nahrungsquellen. Diese Fähigkeit, Verhalten durch Erfahrung zu verändern, nimmt in der Rangfolge der phylogenetischen Stammesentwicklung bis hin zum Menschen rapide zu. Bei Fischen und Vögeln, aber auch bei höheren Säugetieren, ist ein Gutteil des Verhaltens von Geburt an mit dem Erbgut mitgegeben. Ihr Verhalten ist noch in großen Teilen „vorprogrammiert“.

Wenn ein Frosch als Kaulquappe aus dem Ei schlüpft, weiß diese „instinktmäßig“, wie sie sich bewegen muss und wohin sie schwimmen muss, um Nahrung zu finden oder um sich vor Feinden im tieferen Wasser zu schützen. Ebenso der ausgebildete Frosch. Frisch geschlüpfte Vogelküküken „erkennen“ den Anflug der futterbringenden Elterntiere und sperren nur bei diesen den Rachen auf, um gefüttert zu werden. Später erkennen sie die Alttiere an ganz bestimmten, einfachen Merkmalen, die sie nie zu lernen brauchten. Zugvögel „wissen“, zu welcher Jahreszeit sie aufbrechen und welche Route sie fliegen müssen, um von oder zu ihren angestammten Brutgebieten zu gelangen. Aber auch sie sind bis zu einem gewissen genetisch festgelegten Grad dazu in der Lage, in diese weitgehend vorprogrammierten Verhaltensverläufe hineinzulernen.

So setzt die ortsgebundene Brutpflege der Vögel **Lernpositionen** voraus, die der Orientierung dienen. Sie müssen sich Landmarken oder Himmelsorientierungen merken können, um ihr Nest wiederzufinden. Koloniebrütende Vögel müssen ihre eigenen Jungen an bestimmten Merkmalen von anderen unterscheiden lernen. Doch erst bei den höheren Tieren in der Phylogenie wird das für niedere Formen typische stereotype Verhalten wandelbarer und durch Erfahrung flexibler.

Die wohl höchste **Flexibilität** erreicht das Lernen beim Menschen, der von Natur aus nur mit geringsten vorprogrammierten Verhaltensmustern ausgestattet ist und insofern unverzichtbar auf Lernen angewiesen ist. Wir lernen, was wir zu fürchten oder was wir zu meiden haben. Wir lernen sprechen, singen, tanzen, rechnen; wir lernen mit unseren Gefühlen umzugehen oder komplexe Aufgaben zu lösen. Lernen und frühe Erfahrungen verändern unser Fühlen, Denken und Handeln, aber auch unsere Motivationen und Emotionen. Wir sind so in der Lage, die Verhaltensmuster und Reaktionen unseres Nervensystems durch Lernerfahrungen zu modifizieren, denn Erbanlagen realisieren sich weitgehend erst im engen Zusammenhang mit den wirkenden Umwelt- und Lebensbedingungen. Darüber hinaus sind wir durch Lernprozesse in der Lage, existierende Umweltbedingungen zu verändern oder zu kontrollieren, anstatt dieser Kontrolle unterworfen zu bleiben.

Zwar stößt praktiziertes Lernen in konkreten Situationen immer wieder auf Hindernisse, doch kann man grundsätzlich davon ausgehen, dass das, was lernbar ist, auch gelehrt beziehungsweise unterrichtet werden kann. Darauf bauen viele unserer Institutionen und Praktiken auf, wie Schulen, Kindererziehung, Trainingskurse und so weiter. Andererseits ist auch das, was einmal gelernt wurde, in gewissen Grenzen durch Lernen wieder veränderbar, worauf Verhaltensmodifikationsprogramme und Psychotherapie oder Umschulungslehrgänge aufbauen.

Die **potenzielle Änderungsfähigkeit** menschlichen Verhaltens scheint fast grenzenlos. Lernen können wir im Prinzip

1. aus den Wirkungen eigenen Verhaltens (Konditionierung); wir lernen auch
2. aus der Beobachtung des Verhaltens anderer (Modelllernen);
3. durch Manipulieren von Symbolen (Sprache) und Objekten (Handfertigkeiten). Bei solchen Manipulationen lernen wir abstrakte Beziehungen, geistige Zusammenhänge sowie Welt- und Funktionsgesetzmäßigkeiten, so dass wir heute in der Lage sind, Funktionen menschlicher Intelligenz in Computerprogrammen zu simulieren sowie quasi-intelligente Maschinen zu entwickeln.

Die psychologische Untersuchung des Lernens umfasst folgerichtig nicht nur unser akademisches und schulisches Lernen, sondern befasst sich auch mit den fundamentalen Problemen emotionalen und motivationalen Lernens sowie des motorischen und handlungsorientierten Lernens. In Computersimulationen lassen sich Funktionen menschlicher Intelligenz bis hin zu motorischen Fertigkeiten modellieren und teilweise durch „intelligente Maschinen“ ausführen.

9.1.1 Zur Definition des Begriffs „Lernen“

Die Bedeutung des Begriffes „Lernen“ in der wissenschaftlichen Psychologie unterscheidet sich in gewissem Maße von der in der Alltagssprache, in der Lernen zumeist den Erwerb von Wissen sowie motorischen und sprachlichen Fertigkeiten bezeichnet. In der Psychologie versteht man unter **Lernen** die durch Erfahrung entstandenen, relativ überdauernden Verhaltensänderungen.

Lernen kann somit als ein Prozess verstanden werden, der lebende Organismen, jedoch auch technische Anlagen (zum Beispiel Automaten), befähigt, auf Grund früherer Erfahrungen und durch organische Eingliederung weiterer Erfahrungen situationsangemessen zu reagieren. In einfacher Weise wird Lernen daher zumeist wie folgt definiert:

! **Lernen** bezeichnet eine relativ permanente Veränderung des Verhaltens als Folge von vorausgehender Erfahrung (Atkinson et al., 2000; Myers, 1998).

Ausgeschlossen werden dabei Verhaltensänderungen, die auf andere Ursachen, wie Reifungsprozesse oder temporäre Bedingungen des Organismus (Drogen, Ermüdung, Krankheit), zurückzuführen sind. Praktisch ist die Abgrenzung zu *Entwicklungs-* und *Reifungsprozessen* (also genetischen Ursachen) oft recht schwer zu treffen, zumal in vielen Fällen Erb- und Umwelteinflüsse zusammenwirken. Unter Berücksichtigung dieser Aspekte und unter dem Ausschluss von Reifung, Entwicklung und Ermüdung wurde folgende allgemeine Begriffsdefinition vorgeschlagen:

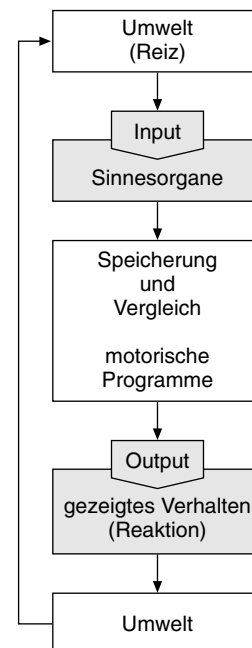
! **Lernen** bezeichnet eine Änderung der Wahrscheinlichkeit des Auftretens bestimmter Verhaltensweisen in bestimmten Reizsituationen (oder des Verhaltenspotenzials), wobei es sich um eine direkte Folge früherer Begegnungen mit dieser oder einer ähnlichen Reizsituation handelt (vergleiche Angermeier, 1972).

Die durch Lernen bewirkte Verhaltensänderung wird heute meistens nicht mehr deterministisch, sondern (wie hier) als Änderung der Wahrscheinlichkeit des Verhaltens definiert. Darüber hinaus ist vielen Autoren auch die Ei-

genschaft der Reversibilität ein wichtiges Merkmal gelernten Verhaltens: Durch einen anderen Lernprozess (Gegenkonditionierung) muss das gelernte Verhalten auch wieder rückgängig gemacht werden können. Damit wird das „Lernen“ von dem Vorgang der „Prägung“ abgegrenzt, die per definitionem nicht reversibel ist. – Schließlich sollte zum besseren Verständnis nicht unerwähnt bleiben, dass „Lernen“ ähnlich wie andere Begriffe in der Psychologie (vergleiche Motivation) nicht direkt beobachtbar ist, sondern aus beobachtbaren Veränderungen des Verhaltens erschlossen werden muss, wobei diese Verhaltensänderungen unter Umständen auch erst sehr viel später in Erscheinung treten können (siehe latentes Lernen sowie implizites Lernen). Dem wird durch die Aufnahme des Begriffes des „Verhaltenspotenzials“ in der Definition Rechnung getragen.

Lernen geschieht also in ständiger Wechselwirkung mit der Umwelt, das heißt zwischen handelndem Subjekt und den verschiedenartigen Umweltbedingungen. Dabei umfasst der Prozess des Lernens global folgenden Verlauf:

Der Organismus nimmt einerseits Informationen aus der Umwelt auf (*Input*), die er mit bereits gespeicherten Informationen vergleicht, verknüpft und im Gedächtnis abspeichert. Die gespeicherten Informationen können dann in einer anderen, zumeist ähnlichen Situation abgerufen werden (*Output*) und unser Verhalten (Reaktion) bestimmen, dessen Folgen wiederum Einfluss auf den Lernprozess nehmen können (Abbildung 9.1).



9.1 Vereinfachtes Flussdiagramm zum Verlauf des Lernprozesses.

Der zunächst in dieser Weise global umrissene Lernprozess beinhaltet jedoch verschiedene, voneinander zu unterscheidende Lernarten, wie sich im Laufe der fortschreitenden Gedächtnisforschung herausstellte. Je nach den als Lernparadigmen gewählten Forschungsansätzen wurden so bestimmte Gesetzmäßigkeiten des Lernens gefunden. Sie lassen sich in sechs Kategorien gruppieren, die wir nachfolgend im Einzelnen besprechen werden:

1. **Habituation** Wohl die einfachste Form des Lernens. Sie bezeichnet die Gewöhnung an einen Reiz, der bei seinem ersten Auftreten eine Verhaltensreaktion auslöst, bei wiederholter Darbietung aber nicht mehr.
2. **Klassische Konditionierung** (Lernen von Signalen) Die assoziative Verknüpfung einer Reaktionsweise mit einem zuvor neutralen, nun aber das Verhalten auslösenden Reiz.
3. **Operante Konditionierung** (instrumentelle Konditionierung) Ein Lernprozess, bei dem das aktiv gezeigte Verhalten durch die Art der nachfolgenden Bekräftigung gefestigt oder gemindert wird. Klassische und operante Konditionierung werden auch zusammenfassend als **Assoziationslernen** bezeichnet.
4. **Verbales Lernen** Einprägen von Symbolzuordnungen, wie Wörter, Zeichen, Silben, in Sequenzen oder paarweise durch Assoziationsbildung. Der Bereich des assoziativen Lernens wird üblicherweise (so auch hier) unter dem Aspekt der Gedächtnisforschung (siehe Kapitel 10) abgehandelt. Dieser wissenschaftsgeschichtlich früheste Bereich der Lernforschung wurde ursprünglich als „Gedächtnispsychologie“ bezeichnet, neben welche erst später die vom Behaviorismus begründete, die Verhaltenskonditionierung untersuchende „Lernpsychologie“ trat. Daher wird das Einprägen und Reproduzieren verbaler Inhalte, wie es von Ebbinghaus untersucht wurde, auch heute zumeist unter dem Kapitel (Wissens-) Gedächtnis abgehandelt, wo auch wir uns diesem Thema zuwenden.
5. **Kognitives Lernen** Es bezieht sich auf das Lernen von Begriffen und Konzepten sowie die Bildung von mentalen kognitiven Strukturen der Wirklichkeitsrepräsentation (Regellernen). Auch dieser Aspekt wird im Kapitel 10 (Gedächtnis und Vergessen) weiter vertieft.
6. **Modelllernen** (Imitations-, Beobachtungs-, Nachahmungslernen) Es bezieht sich auf die Aneignung und Übernahme neuer Verhaltensweisen auf Grund der Beobachtung erfolgreichen fremden Verhaltens.

9.2 Habituation

Die wohl einfachste Art von Lernen ist die so genannte Gewöhnung oder **Habituation**, durch die wir automatisch lernen, einen zunächst erregenden Reiz zu ignorie-

ren, der uns durch häufige Wiederholung vertraut geworden ist und der keine für uns ernstlichen Konsequenzen hat. Andererseits gibt es auch den umgekehrten Fall, dass durch häufige Wiederholung einer Reizung, insbesondere wenn auf sie ein erschreckender oder schmerzvoller Reiz erfolgt, eine erhöhte Empfindlichkeit und Reaktionsbereitschaft hervorgerufen wird. Dies bezeichnet man als **Sensitivierung**, deren neuronale Basis wir in Kapitel 9.3.9 besprechen werden.

Wie bereits für Aufmerksamkeitsprozesse dargestellt, reagiert unser Organismus auf neue, ungewohnte oder unerwartete Reize spontan mit einer deutlichen Orientierungsreaktion. Tritt dieser Reiz oder ein sehr ähnlicher in der Folge mehrfach auf, so kommt es je nach Reizbedingungen mehr oder weniger schnell zu einem Abfall der Reaktionsstärke, bis diese schließlich völlig ausbleibt, es sei denn, wir messen dem Reiz irgendeine besondere Bedeutung zu. So lernen wir zum Beispiel sehr schnell, das Ticken einer neuen Uhr oder das Schlagen der Turmuhr an einem neuen Wohnsitz zu ignorieren, wenn es für uns keine Bedeutung hat. **Habituationlernen** ist von der nachfolgend zu besprechenden **Konditionierung** insbesondere dadurch unterschieden, dass hier keine Assoziationen geknüpft werden und auch keine Bekräftigung oder Belohnung erfolgt. Ein verhaltensbiologisches Untersuchungsbeispiel zu beiden Aspekten des Habituationlernens gibt Exkurs 9.1. Es zeigt zugleich, dass eine Bekräftigung des gelernten Verhaltens nicht erforderlich ist.

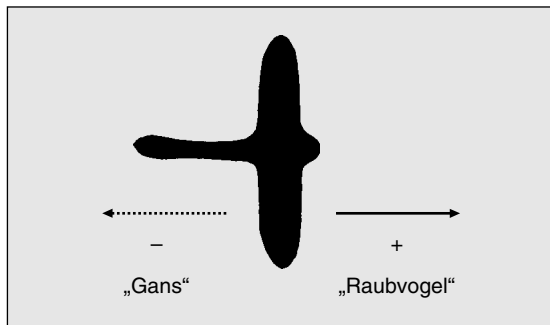
Beim Habituationlernen gibt es, ähnlich wie wir es bei anderen Lernarten noch genauer besprechen werden, offenbar genetisch bedingte, artspezifische **biologische Einschränkungen** oder **Constraints** der Lernbereitschaft beziehungsweise der Lernfähigkeit. Bekannt ist das Beispiel der Habituation an rasche Geräusche. Während Hunde, die zunächst auch eine Orientierungsreaktion auf raschelndes Laub zeigen, sehr bald habituierten und das Rascheln ignorieren, gelingt das Habituierten an ein solches Rascheln bei Hasen so gut wie überhaupt nicht. Selbst bei bis zu 240 Wiederholungen des gleichen Geräusches zeigten die untersuchten Hasen hier keinerlei Habituation. Dieser artspezifische Unterschied erklärt sich biologisch aus dem normalen Verhaltensrepertoire des auf Gefahrenreize hin nicht angreifenden, sondern stets flüchtenden Hasen.

Eine weitere interessante Besonderheit des Habituationlernens ist die Beobachtung, dass Habituationprozesse offenbar schon früh in der Entwicklung des Organismus einsetzen können, und zwar auch dann schon, wenn der Organismus infolge seines Entwicklungszustandes zunächst noch gar nicht auf einen später „normalerweise“ auslösenden Reiz reagiert. Ab einem bestimmten Alter

Exkurs 9.1: Feinderkennung durch Gewöhnung?

Zur Bedeutung des **Habituationlernens** gibt es eine bemerkenswerte Untersuchung über das auf den ersten Blick verblüffend kenntnisreiche Fluchtverhalten von Hühnervögeln. Truthühner, aber auch Gänse, reagieren im Freien normalerweise mit deutlichen Fluchtreaktionen und Ausstoßen von Warnlauten, wenn sich Raubvögel am Himmel zeigen.

Sie zeigen dieses Verhalten jedoch nicht, wenn es sich um andere, auch große Vögel, wie ziehende Gänse und Ähnliches, handelt. Um zu überprüfen, ob es sich hierbei um ein gelerntes oder aber angeborenes Verhalten handelt, haben Ethologen Beobachtungsuntersuchungen mit so genannten Luftfeind-Attrappen durchgeführt. Hierbei werden zweidimensionale Pappattrappen, die der Silhouette eines fliegenden Vogels entsprechen, über das Gehege der zu untersuchenden Tiere „wie im Fluge gezogen“ und dabei das Verhalten der Tiere beobachtet.



Für die Untersuchung wurde unter anderem die in der Abbildung dargestellte Attrappe verwendet, die, je nachdem, in welcher Bewegungsrichtung sie über das Gehege gezogen wird, entweder die Silhouette eines Raubvogels (kleiner Kopf, langer Schwanz) oder eines Gänsevogels (langer Hals, kurzer Schwanz) simuliert. Bei den im Freiland aufgewachsenen Hühnervögeln lösen sie je nach Bewegungsrichtung entweder (wie ein Raubvogel) Fluchtverhalten aus, oder, in entgegenge-

setzter Richtung bewegt („gänseartig“), keine solchen Reaktionen. Bei den Untersuchungen zeigt sich zunächst ein grundlegender Unterschied in der Reaktion, je nachdem, ob die Tiere im Freiland aufgezogen waren oder ob sie während der Aufzucht nie fliegende Objekte gesehen hatten.

1. Bei Aufzucht im Freien erfolgt die Fluchtreaktion recht spezifisch nur auf Flugattrappen von verschiedenen Raubvögeln (Luftfeind-Attrappen).
2. Bei Aufzucht unter abgedecktem Himmel (selektiver Erfahrungsentzug), also ohne dass die Hühnervögel je fliegende Objekte gesehen haben, erfolgt die Fluchtreaktion auf jede der vorgegebenen Attrappenformen.

Um zu überprüfen, ob dieser signifikante Verhaltensunterschied auf einen Habituationseffekt zurückzuführen ist, unternahm Schleidt (1961) einen einfachen Versuch. Er zeigte seinen unter selektivem Erfahrungsentzug (abgedeckter Himmel) aufgezogenen Versuchstieren verschiedene ausgewählte Attrappen mit unterschiedlicher Häufigkeit, indem er zum Beispiel eine der Attrappenformen täglich mehrmals über das Gehege hinwegbewegte, andere dagegen seltener und manche gar nicht. Zunächst wurde jede der Attrappen von den unerfahrenen Truthühnerküken gleich stark mit Flucht beantwortet. Dann zeigte sich, dass die häufig gebotenen Attrappen sehr bald an Wirksamkeit verloren und schließlich kaum noch Fluchtverhalten oder Warnlaute auslösten, während die selten vorüberbewegten Attrappen, ähnlich wie zuvor nicht gezeigte, unverändert das Ausstoßen von Warnlauten sowie Fluchtverhalten auslösten.

Dieses Ergebnis passt zu den natürlichen Lebensbedingungen, denn üblicherweise sind ziehende Raubvögel nur selten am Himmel zu sehen, im Gegensatz zur Vielzahl der anderen Vögel. – Eine Bekräftigung des gelerntens Verhaltens ist nicht auszumachen gewesen.

zeigen bekanntlich Katzen üblicherweise ein mehr oder weniger stark ausgeprägtes Beutefangverhalten gegenüber Mäusen oder Ratten, das ihnen wie ein **angeborener Auslösemechanismus** ererbtermaßen und ohne Lernerfahrung zur Verfügung steht. Werden nun aber im Experiment Katzen von früh auf zusammen mit Mäusen oder Ratten aufgezogen (also ehe das Beutefangverhalten ausgebildet ist), kommt es offenbar zu einer Habituation dieser sonst das Fangverhalten auslösenden Reize. Die er-

wachsenen Katzen greifen die natürlichen Beutetiere nicht mehr an und zeigen ihnen gegenüber kein Beutefangverhalten.

Es spricht vieles dafür, obgleich es noch keine gesicherten Belege gibt, dass auch beim Menschen durch derartige Habitationsprozesse selektive Vorlieben oder Aggressionshemmungen aufgebaut und durch später möglich werdende, zusätzliche positive Konditionierungen

bekräftigt oder überformt werden. Sicher spielen Habituationsprozesse zum Beispiel auch bei sozialen Interaktionsentwicklungen, wie Freund-Feind-Denken zwischen sozialen oder ethnischen Gruppen, also Rassismus und Fremdenfeindlichkeit beziehungsweise Integration und Völkerverständigung, sowie bei der Beziehung der Geschlechter zueinander (Koedukation) eine zentrale Rolle.

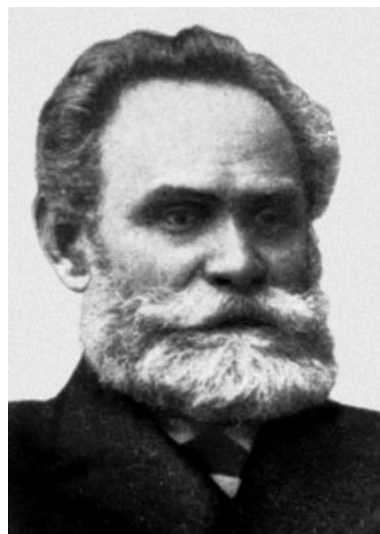
■ **Habituation** (Gewöhnung) ist die allmähliche Abschwächung einer Verhaltensreaktion auf einen Reiz, die auftritt, wenn der Reiz mehrfach nacheinander wiederholt wird. Nach wiederholten Habitationsdurchgängen kann die erzielte Habituation wochenlang andauern (Carew et al., 1972).

Wenngleich der entgegengesetzte Prozess der Sensitivierung nicht eigentlich zum Bereich des Lernens zählt, wird auch hier etwas gelernt.

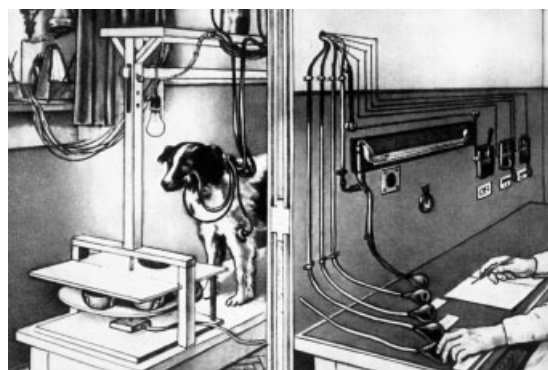
■ **Sensitivierung** (Sensitization) bezeichnet einen Prozess, bei dem der Organismus lernt, eine Reaktion auf einen Reiz zu intensivieren, wenn diesem ein bedrohlicher oder schmerzhafter Reiz folgt.

9.3 Klassische Konditionierung

Pawlows Entdeckung Die Entdeckung dieses grundlegenden Prinzips des Lernens geht wie viele große Entdeckungen auf eine Zufallsbeobachtung zurück. Als der russische Physiologe Ivan Pawlow sich 1904 auf seine Reise nach Stockholm vorbereitete, um dort den Nobelpreis entgegenzunehmen, war er mehr besorgt als glücklich. Er hatte eine Methode entwickelt, mit der man die Funktion der an der Verdauung beteiligten Drüsen bei Tieren untersuchen konnte. Er hatte seinen Versuchstieren (Hunden) so genannte Fisteln (Schläuche) direkt in die Speicheldrüsen oder in die Magengegend implantiert und konnte so die Sekretion während des Verdauungsprozesses beobachten. Bei seinen Experimenten bekamen die Hunde Fleischpulver ins Maul, woraufhin sie Speichel absonderten. Doch schon sehr bald zeigten sich überraschende Probleme: Nachdem diese Prozedur mehrfach wiederholt worden war, erfolgte die Speichelabsonderung schon bevor das Fleischpulver ins Maul gelangte. Zunächst trat der Speichelfluss bereits auf, wenn die Tiere das Futterpulver sahen, dann bereits, wenn die Tiere den Versuchsleiter, der das Futter brachte, sahen, und schließlich sogar schon, wenn sie die Schritte des Versuchsleiters auf dem Gang zum Versuchsraum hörten. Pawlows Assistenten waren bemüht, diesen Effekt zu unterbinden, da er eine Fehlerquelle für die physiologischen Experimente bedeutete. Aber jeder Reiz, der regelmäßig der Fleischpulververarbeitung voranging, löste dieselbe Reaktion aus wie das Fleischpulver selbst. Pawlow war von diesem



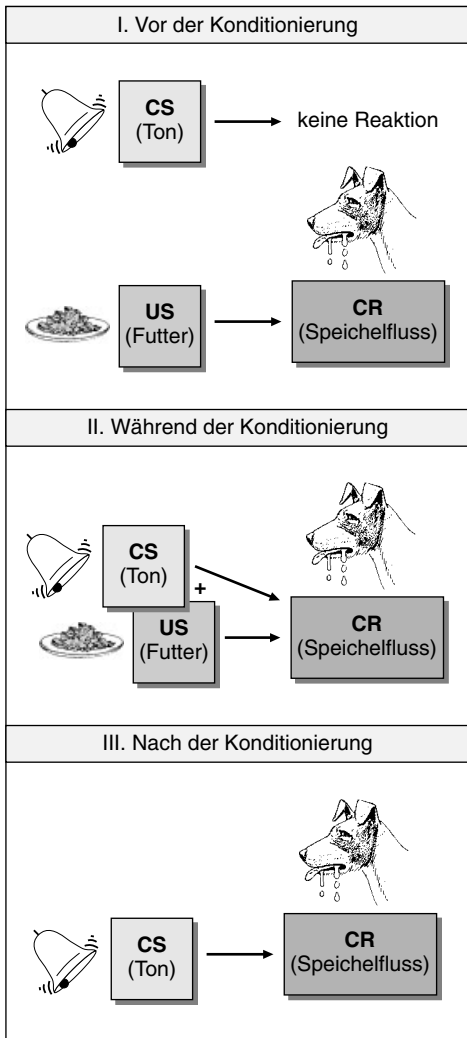
9.2 Ivan R. Pawlow (1848–1936), russischer Physiologe und Nobelpreisträger, beschrieb als einer der Ersten das Phänomen des klassischen Konditionierens.



9.3 Pawlows Experimentiereinrichtung Rechts Experimentatorseite des Doppelzimmers und links Versuchstierseite.

„psychischen Prozess“ sehr beeindruckt, stellte sein Forschungsvorhaben um und widmete sich der Untersuchung dieser grundlegenden Form des Lernens.

Pawlow nannte die erste ungelernte Reaktion, die Auslösung des Speichelflusses durch das ins Maul verbrachte Fleischpulver, eine **unkonditionierte Reaktion** (*Unconditioned Response*), abgekürzt UCR oder UR, da für diese reflexartig ausgelöste (unbedingte) Verhaltensweise kein Lernen notwendig ist. Entsprechend bezeichnete er den originär auslösenden Stimulus, das Fleischpulver, als **unkonditionierten Reiz** (*Unconditioned Stimulus*, UCS oder US). Wie bereits Pawlow in vielen Experimenten nachweisen konnte, kann der Speichelfluss ebenso auch durch verschiedene andere Reize, wie zum Beispiel Licht oder



Der konditionierte (bedingende) Stimulus löst keine oder eine irrelevante Reaktion aus.

Der unbedingte Stimulus löst eine unconditionierte (unbedingte) Reaktion aus.

Der konditionierte Stimulus wird mit der unconditionierten Reaktion assoziiert.

Der konditionierte Stimulus löst allein die nun konditionierte Reaktion aus.

9.4 Pawlows klassisches Experiment, bei dem der Speichelfluss gemessen wurde Pawlow präsentierte zunächst einen neutralen Reiz (einen Ton) kurz vor einem unconditionierten Reiz (Futter ins Maul). Der neutrale Reiz wurde nach mehrmaliger Wiederholung zum konditionierten Reiz, der die konditionierte Reaktion (Speichelfluss) auslöste.

Ton, ausgelöst werden, wenn diese nur mehrmals in regelmäßigem zeitlichen Abstand der Futtergabe vorausgehen. Pawlow bezeichnete einen solchen zunächst neutralen Reiz, wenn er nach mehrfacher Paarung schließlich allein den Speichelfluss auslösen kann, als **konditionierten Reiz** (*Conditioned Stimulus, CS*), und die dadurch ausgelöste Reaktion (Speichelfluss) als **konditionierte Reaktion** (*Conditioned Response, CR*). Die klassische Konditionierung besteht somit in einer Stimulus-Response- (S-R-) Assoziation und führt dazu, dass der unconditionierte Stimulus durch einen fast beliebigen neutralen Reiz ersetzt werden kann, der damit zum konditionierten Stimulus wird. Die mehrfache zeitliche Koppelung von CS und nachfolgendem UCS wird auch als **Verstärkung** oder **Reinforcement** bezeichnet (vergleiche Abbildung 9.4); vor der Konditionierung kann ein neutraler Reiz, wie zum Beispiel ein Glockenton, durchaus eine allgemeine Aufmerksamkeitsreaktion auslösen (Orientierungsreaktion), aber nicht die unconditionierte Reaktion.

! **Klassische Konditionierung** bezeichnet die Bildung einer Assoziation (Verknüpfung) zwischen einem CS und einer unconditionierten Reaktion UR durch wiederholte, zeitlich kontingente Darbietung von CS und US (unconditioniertem Stimulus), der ursprünglich diese Reaktion auslöste.

Dieser grundlegende Vorgang eines mehr oder weniger passiven Lernens spielt auch in unserem Leben eine große Rolle, wofür der beigefügte Exkurs 9.2 einige Beispiele gibt.

9.3.1 Gesetzmäßigkeiten der klassischen Konditionierung

Pawlows Experimente sind in der Folgezeit von Psychologen in vielfältiger Weise variiert und wiederholt worden, wobei eine ganze Reihe weiterer Gesetzmäßigkeiten

Exkurs 9.2: Konditionierungsbeispiele

Ein bekanntes Beispiel für die Wirksamkeit klassischer Konditionierung dürfte die verbreitete Angst vor dem *Zahnarztbesuch* sein. Das Bohren des Zahnarztes führt häufig zu Schmerzen und Ängsten, dass es weiter wehtun könnte. In zeitlicher Nähe sehen wir kurz vorher den Bohrer und hören die Bohrergeräusche (CS), mit denen sich das nachfolgende Schmerzempfinden (UR) koppelt, so dass schon sehr bald der Schmerz erlebt wird, ehe der Bohrer angesetzt wurde. Oder die Angst wird weiter vorangehenden Reizen (weißer Kittel des Arztes, Wartezimmer) assoziiert, die dann selbst angstauslösend wirken. In manchen Fällen kann auch das Wort „Zahnarzt“ und die damit verbundene Vorstellung ein Schaudern über den Rücken auslösen.

Ein anderes Beispiel ist die Auslösung von *Asthmaanfällen* durch „eigentlich“ nicht allergisch wirkende Gegenstände. Häufig beginnt Asthma als relativ einfache allergische Reaktion (UR) auf spezifische, allergen wirkende Substanzen wie Staub, Katzenhaare oder Pollen. Wenn diese Allergene wiederholt von einem nicht allergenen Reiz begleitet werden, kann die allergische Reaktion auf diesen konditioniert werden, so dass dieser gleichermaßen allergisch wirkt (CS). Allein der Anblick einer Katze im Nachbarraum oder sogar

nur des Bildes von einer Katze kann bei einem Allergiker Atemprobleme auslösen, ebenso ein sommerlicher Himmel mit lauen Lüften, wenn er denn mit dem Pollenflug eines Kornfeldes assoziiert wurde. – Manchmal sind asthmatische Reaktionen auch so heftig, dass der Patient in Angst oder Panik gerät, die in extremen Fällen dann auch schon durch das verbale Erwähnen von Katzen oder Pollenflug ausgelöst werden können.

In der *Fernsehwerbung* sieht man häufig eloquente, sympathische Männer oder attraktive, ansprechende Frauen oder auch eine idyllische Szene, die eine unwillkürliche Zuwendereaktion und bestimmte Gefühlserlebnisse (UR) auslösen. Durch wiederholte Darbietung dieser mit bisher neutralen Reizen, wie Produkten oder Markennamen (CS), gelingt es, diese bei einer großen Population mit ganz spezifischen emotionalen Erlebnissen zu verbinden, so dass später allein die Begriffe beziehungsweise Produktnamen das Wohlempfinden auslösen. Eine optimale Bindung wird weiter dadurch erreicht, dass möglichst viele in gleiche Richtung weisende Reize (optisch, akustisch, taktil) einbezogen werden. So erhält jedes „Markenprodukt“ ein eigenes, möglichst besonderes Erlebnisflair.

und Erkenntnisse zu diesem grundlegenden Lernparadigma gewonnen wurde. Die wichtigsten fundamentalen Prinzipien, die aus der jahrelangen Forschung an vielen unterschiedlichen Tierarten, wie auch am Menschen, mit unterschiedlichen Reizmerkmalen und Reaktionsweisen gewonnen wurden, sollen hier kurz dargestellt werden.

Im Wesentlichen lassen sich in zeitlicher Folge drei **Phasen der klassischen Konditionierung** unterscheiden, die wir anschließend ausführlicher besprechen werden.

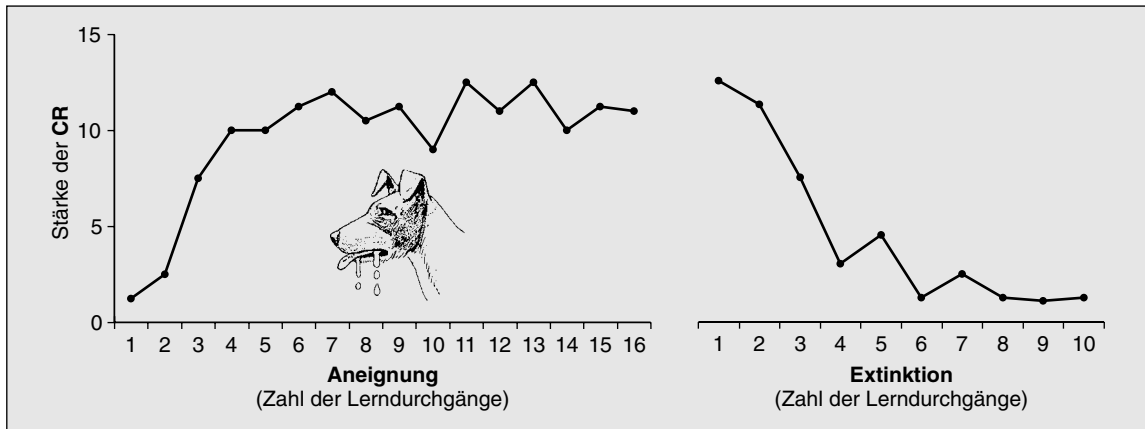
Aneignung (Akquisition) Während dieser Phase wird durch wiederholte Paarung von CS (Licht) und UCS (Fleischpulver) eine Assoziation zwischen den beiden Stimuli gebildet, und jede weitere Wiederholung führt zu einer Verstärkung (Reinforcement) der Verbindung.

Löschung (Extinktion) oder Abschwächung Wird der CS wiederholt allein dargeboten, ohne ein Reinforcement durch den UCS, so erlischt die gelernte Reaktion auf den CS allmählich (siehe Abbildungen 9.4 unten und 9.5).

Spontanerholung Die bis zum Verschwinden gelöschte Reaktion kann nach einer Ruhephase durch einen erneut verabfolgten CS spontan wieder ausgelöst werden.

9.3.2 Akquisition oder Aneignung

Zeitlicher Zusammenhang In der Regel findet diese klassische Konditionierung nur dann statt, wenn CS und US in relativ engem zeitlichen Zusammenhang zueinander stehen. Diese zeitliche **Kontiguität** betrachtete Pawlow als den kritischen Faktor für den Aufbau der assoziativen Verbindung. Belegt wurde dies durch Experimente, in denen das Zeitintervall zwischen der Präsentation des CS und des UCS variiert wurde. Typischerweise war die Konditionierung am effektivsten, wenn der Beginn des CS dem Beginn des UCS um etwa eine halbe Sekunde voranging. Mit zunehmendem Zeitintervall nimmt die Effektivität zusehends ab. Wie weitere Untersuchungen zeigten, ist offenbar die Nervenleitgeschwindigkeit mitverantwortlich für die jeweils optimale Zeitdauer. So zeigte sich, dass im Gegensatz zu den am meisten untersuchten skelettalen Reaktionen (willentliche motorische Bewegungen) bei der Konditionierung viszeraler Reaktionen (nach Lateinisch: *viscera* für Eingeweide) ein Zeitintervall von 2 bis 5 Sekunden optimal ist, was der entsprechend langsameren vegetativen Nervenleitgeschwindigkeit entspricht. Noch längere optimale Zeitintervalle wurden für die Konditionierung der Speichelsekretion



9.5 Lernkurven der klassischen Konditionierung Links: Aneignung (Akquisition) einer konditionierten Reaktion (CR). Aufgetragen ist die Anzahl der gemessenen Speicheltropfen, die als Reaktion auf den CS hin ausgeschieden werden, ehe der US einsetzt. Nach 16 solcher Akquisitionsdurchgänge wird nur noch der CS allein dargeboten (Extinktionsdurchgänge, rechte Kurve). Die Speichelsekretion nimmt wieder ab (nach Pawlow, 1927).

(bis 10 Sekunden) oder der Furchtreaktion (zum Teil über 60 Sekunden) gefunden.

Unabhängig von möglichen physiologischen Erklärungen werden in der Literatur vier beziehungsweise fünf zeitliche Konditionierungsmuster unterschieden:

1. Die **Simultankonditionierung**, bei der CS und US annähernd gleichzeitig auftreten (siehe Abbildung 9.6).
2. Die **verzögerte Konditionierung** (*delayed conditioning*), bei der der CS zeitlich früher beginnt als der US.
3. Die **Spurenkonditionierung** (*trace conditioning*), bei der der CS ebenfalls zeitlich früher beginnt, aber bereits vor dem US aufhört, so dass zwischen beiden ein zeitliches Intervall existiert.
4. Die **Rückwärtskonditionierung** oder auch rückwirkende Konditionierung (*backward conditioning*), bei der der CS erst zeitlich nach dem US erfolgt. Diese Art der Konditionierung ist nur in seltenen Fällen möglich.
5. Die **temporal bedingte Reaktion** Hierunter versteht man, dass selbst das Zeitintervall zwischen wiederholten CS-CS lernbar ist. Wird eine Konditionierung mit in zeitlich gleichen Abständen wiederholtem CS durchgeführt, lernt der Organismus bereits vor Einsetzen des CS die dann konditionierte Reaktion CR auszuführen. Beispiele aus unserem täglichen Leben sind die automatische Schwimmbaddusche oder Wasserhähne, bei denen der durch Knopfdruck angeschaltete Wasserstrom nach kurzer Zeit automatisch ausgeschaltet wird und durch einen weiteren Knopfdruck erneut wieder aktiviert wird. Hier lernen wir sehr bald bei wiederholter Betätigung, jeweils automatisch rechtzeitig den Knopf zu drücken, ehe das Ventil von sich aus

zeitliche Konditionierungsmuster	Zeitachse → t
1. simultan	<div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 20px; margin: 0 auto; display: inline-block;">CS</div> <div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 20px; margin: 0 auto; display: inline-block;">US</div> CR ↑ </div>
2. verzögert	<div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 20px; margin: 0 auto; display: inline-block;">CS</div> <div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 20px; margin: 0 auto; display: inline-block; margin-left: 40px;">US</div> CR ↑ </div>
3. vorwärts/Spuren	<div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 20px; margin: 0 auto; display: inline-block;">CS</div> <div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 20px; margin: 0 auto; display: inline-block; margin-left: 80px;">US</div> CR ↑ </div>
4. rückwärts	<div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 20px; margin: 0 auto; display: inline-block; margin-left: 80px;">CS</div> <div style="border: 1px solid black; width: 60px; height: 20px; margin: 0 auto; display: inline-block;">US</div> CR ↑ </div>

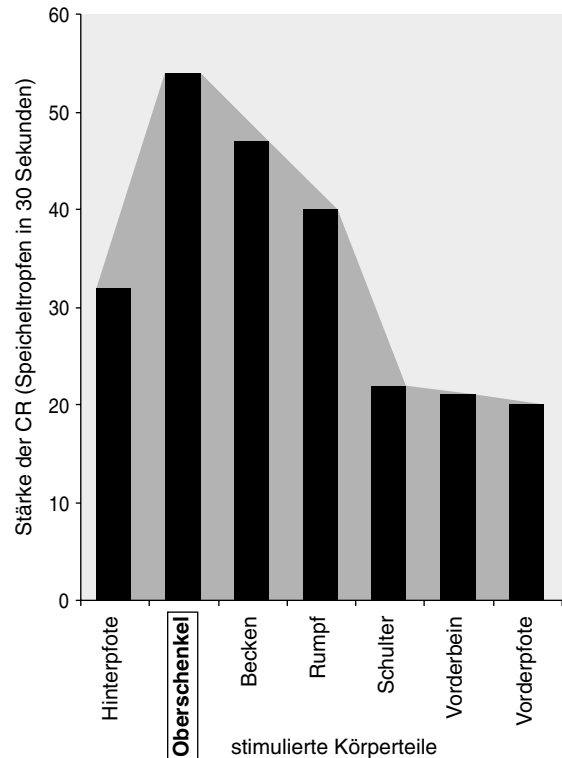
9.6 Bezeichnung der vier zeitlichen Konditionierungsmuster und Konditionierungsreize sowie Einsetzen der gelernten Reaktion (CR).

abschalten würde, und erhalten als Reinforcement einen gleichmäßigen, ununterbrochen fließenden Wasserstrom.

Am besten und effektivsten gelingt in der Regel die verzögerte oder Spurenkonditionierung, während die Simultankonditionierung generell zu geringeren Lernergebnissen führt. Dies macht auch von einer mehr kognitiven Interpretation aus Sinn, wenn wir klassische Konditionierung als Vorhersagelernen interpretieren, das heißt, der CS wird als Prädiktor für den Erhalt des US (Nahrung) verstanden, der auch hier als Verstärker (Reinforcer) angesehen wird. Am schlechtesten sind die Lernergebnisse bei der **Rückwärtskonditionierung**, die sich bisweilen nach einigen ersten paarweisen Darbietungen von US und CS zeigt. Die Lernprobleme verschwinden jedoch sehr bald bei der Fortdauer des Trainings. Hier, wie bei der Simultankonditionierung, bei der die Konditionierungserfolge ebenfalls schwach ausfallen, wird als Begründung angegeben, dass der konditionierte Reiz keinen konkreten Signalwert für das Einsetzen des US hat.

Generalisation Wenn durch Konditionierung eine feste Assoziation zwischen CS und CR aufgebaut ist, das heißt die konditionierte Reaktion zuverlässig durch einen konditionierten Stimulus ausgelöst wird, können auch andere Stimuli, die dem Original-CS ähnlich sind, die gleiche konditionierte Reaktion auslösen. Angenommen, eine Person ist darauf konditioniert worden, auf einen bestimmten Glockenturm (zum Beispiel Pausenglocke in der Schule) mit einer vielleicht angenehmen „emotionalen Reaktion“ zu reagieren, die durch die elektrodermale Reaktion (Veränderung der elektrischen Leitfähigkeit der Haut) gemessen werden kann. Diese Person wird dann auch auf einen etwas höheren oder niedrigeren Glockenton mit der gleichen emotionalen Reaktion beziehungsweise dem gleichen elektrodermalen Aktivitätsauschlag reagieren, ohne darauf gesondert konditioniert worden zu sein. Oder allgemeiner ausgedrückt: Ähnliche Reize gleicher Modalität, wie verschiedene Tonhöhe, unterschiedliche Lautstärke, unterschiedliche Lichtintensität, Farbqualität oder aber auch die Reizung verschiedener Körperstellen (Abbildung 9.7), können die gleiche CR auslösen. Dabei ist ihre Effektivität umso höher, je ähnlicher sie dem originalen CS sind. Dieses Prinzip wird als Reizgeneralisation bezeichnet. Es hat, wie sich leicht erkennen lässt, einen hohen Evolutions- beziehungsweise Anpassungswert für das jeweilige Individuum, um auch in neuen, ähnlichen Situationen gleich erfolgreich zu reagieren.

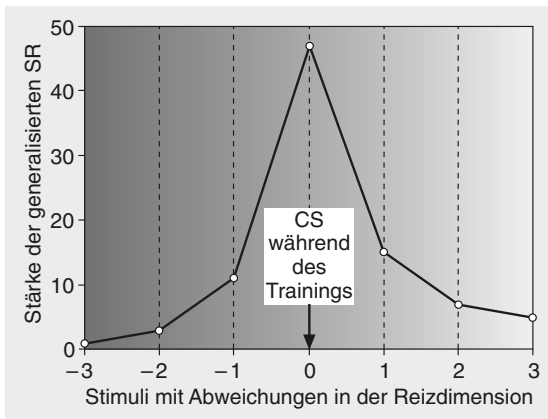
Trägt man die Reaktionsstärke für jeden einzelnen Stimulus einer Reihe zunehmend unterschiedlicher Reize entlang der gegebenen Dimension einer Grafik auf (vergleiche Abbildung 9.8), so erhält man den so genannten



9.7 Reizgeneralisation Pawlow demonstrierte die Reizgeneralisation, indem er einem Hund an verschiedenen Körperstellen Vibratoren auf die Haut setzte. Nachdem er die Speichelsekretion auf die Reizung des Oberschenkels konditioniert hatte, konnte er die so konditionierte Reaktion auch durch die Stimulation an anderen Körperabschnitten auslösen. Je näher diese zum Oberschenkel waren, desto stärker war die ausgelöste CR.

Generalisationsgradienten, der die Stärke der Generalisation grafisch darstellt. Generalisationsgradienten können sehr unterschiedlich steil sein für einzelne Modalitäten, aber auch bei verschiedenen Individuen hinsichtlich derselben Modalität. So wird man bei Pedanterie eine geringe Generalisationsbereitschaft (steiler Generalisationsgradient) finden, während Neurotiker auf alle möglichen, kaum noch ähnlichen Reize (flacher Generalisationsgradient) unverhältnismäßig stark reagieren.

In der Straßenverkehrsordnungstechnik wird dieses Prinzip der Generalisation in den letzten Jahren zunehmend berücksichtigt, zum Beispiel wird das „Orange“ bei der Gelbphase von Verkehrsampeln zunehmend als „Rot-orange“ ausgebildet, so dass fast automatisch die generalisierende, auf Rot konditionierte Bremsverhaltensweise mit aktiviert wird. Einen ähnlichen, die Aufmerksamkeit auf sich lenkenden Effekt durch Generalisation dürften die punktförmig, bläulich-weiß glänzenden Scheinwerfer



9.8 Der Generalisationsgradient Der Stimulus bei 0 bezeichnet den Ton, auf den beispielsweise die EDA (elektrodermale Hautreaktion) anspricht. Die Stimuli 1 bis 3 repräsentieren Test-Töne, deren Tonhöhe stetig zunimmt (hellerer Bereich). Die Stimuli -3 bis -1 repräsentieren Töne niedrigerer Tonlage (dunklerer Bereich). Beachte, dass die Stärke der Generalisation abnimmt, je größer der Unterschied zwischen konditioniertem Ton (bei 0) und Test-Ton ist.

schneller Autos haben, die sich in dem Generalisationsbereich unserer Vorsichtsreaktion auf polizeiliches „Blau-licht“ ansiedeln.

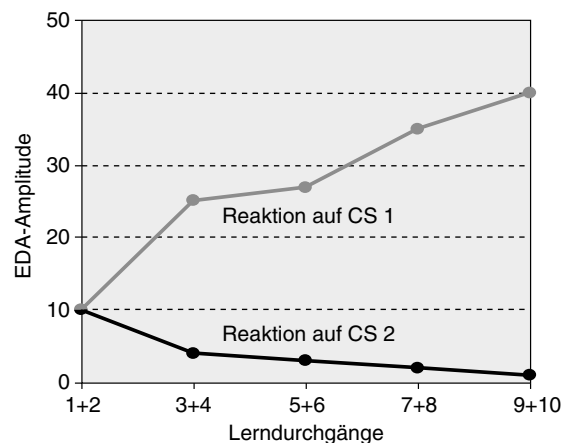
■ **Reizgeneralisation** Nach erfolgter Konditionierung zeigen Reize, die dem CS ähnlich sind, entsprechend ihrem Ähnlichkeitsgrad die Tendenz, die Reaktion ebenfalls auszulösen: Die Wirksamkeit des CS generalisiert auf ähnliche Reize.

Reaktionsgeneralisation Insbesondere bei aversiver Konditionierung, wie sie noch vielfach in der Erziehung praktiziert wird, bei der die Konditionierung mit negativen Stimuli (Schmerzreizen) durchgeführt wird, kann es zu einer generalisierenden Reaktion des Organismus kommen. Ein schmerzvoller konditionierter Stimulus (US) auf die Pfote eines Hundes oder die Hand eines Menschen bewirkt das Zurückziehen der Extremität. Wird vor jeder Schmerzstimulation ein Tonsignal (CS) gegeben, so wird das Zurückziehen des Beines schon bald allein auf den Glockenton hin erfolgen. Diese Reaktion wird aber zugleich von Reaktionen des autonomen Nervensystems begleitet, wie Veränderungen der Herzfrequenz, der Atmung und des elektrischen Hautwiderstands. Auch der ganze Körper kann auf den CS hin mit einer allgemeinen Abwehrreaktion reagieren (Culler et al., 1935). Insofern kann die konditionierte Reaktion (CR) durchaus anders aussehen als die ursprüngliche unkonditionierte Reaktion (UR). Es wird also in diesen Fällen nicht nur eine spezifische Muskelreaktion konditioniert, sondern es entsteht

eine generalisierte konditionierte Furchtreaktion. Bei einer solchen **Reaktionsgeneralisation** werden auch emotionale Komponenten mit konditioniert, wobei die Konditionierung bereits auf Grund einer einzigen Kopplung des neutralen mit dem furchterregenden Reiz stattfinden kann, wenn es sich um stark traumatische Ereignisse handelt.

Von der Reaktionsgeneralisation ist die **generalisierte Erregbarkeit** zu unterscheiden, die in der Regel bei Konditionierungen mit aversiven Reizen (zum Beispiel elektrischem Stromstoß) auftritt und die die eigentlich konditionierten Reaktionen überlagern kann.

Reizdiskrimination Beim Prozess der Reizdiskrimination lernt der Organismus zwischen verschiedenen Reizen zu unterscheiden, oder genauer: Er lernt auf Reize, die sich vom ursprünglichen CS in irgendeiner Dimension (zum Beispiel Tonhöhe oder Farbton) unterscheiden, nicht oder anders zu reagieren. Diese konditionierte Diskrimination wird durch selektive **Verstärkung** und **Extinktion** erreicht. Werden zwei CS (zum Beispiel ein hoher Ton CS 1 und ein tiefer Ton CS 2) abwechselnd und hintereinander dargeboten und wird nur der CS 1 von einem UCS (zum Beispiel von Lärm oder einem elektrischen Schock) gefolgt, so reagiert der Organismus nach mehreren solchen Durchgängen nur noch auf den CS 1. Die Abbildung 9.9 zeigt ein solches Beispiel für die Hautwiderstandsänderung (EDA) bei der Diskrimination zweier Töne. Zu Beginn des Diskriminationstrainings erfolgt die EDA-Reaktion auf beide Töne. Während der Diskriminationskonditionierung steigt dann die EDA-Amplitude auf den CS 1 kontinuierlich an, während die EDA-Amplitude der Antwort auf den CS 2 schließlich völlig er-



9.9 Reizdiskrimination Werden zwei CS, zum Beispiel ein hoher Ton CS 1 und ein tiefer Ton CS 2, abwechselnd und hintereinander dargeboten und nur der CS 1 mit einem US (beispielsweise Lärm) gepaart, so reagiert der Organismus nach mehreren solcher Durchgänge nur noch auf den CS 1.

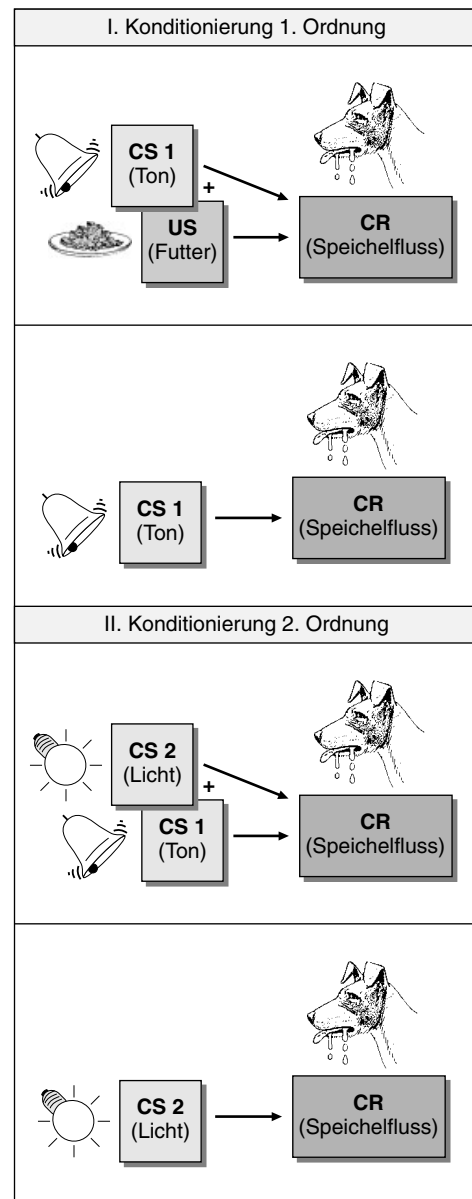
licht. So lernt der Organismus durch den Prozess des **differenziellen Reinforcements** zwischen CS 1 und CS 2 zu unterscheiden.

Generalisation und Diskrimination sind gegenläufige Prozesse, die sich gegenseitig ergänzen und die in unserem Alltagsleben eine nicht zu unterschätzende Rolle spielen. Wird ein Kind zum Beispiel von einem Hund erschreckt und gebissen, so führt das in der Regel dazu, dass das Kind zunächst vor allen Hunden Angst erlebt (Generalisation). Durch weitere Begegnungen mit anderen, nicht beißenden Hunden und differenzieller Verstärkung dieser Begegnungen lernt das Kind schließlich, nur noch vor angreifenden Hunden Angst zu empfinden (Diskrimination).

Reizdiskrimination kann auch überlebenswichtig werden. So müssen wir beim Autofahren oder generell im Straßenverkehr lernen, bei einer roten Verkehrsampel zu bremsen oder anzuhalten, nicht dagegen bei einer grünen.

In vielen Fällen kann auch an die Stelle eines distinkten Reizes eine ganze Reizsituation treten. So lernen wir, dass bestimmte Verhaltensweisen und Verhaltensreaktionen nur in einer bestimmten, jedoch nicht in anderen Situationen akzeptabel sind. Hierbei können bestimmte Reizsituationen (zum Beispiel „nicht in der Versuchsbox“, „nicht in der Schule“) auch einen bestimmten „**Sicherheitswert**“ erlangen und zu Signalen für die Abwesenheit eines aversiven US werden. Damit wird zum Beispiel eine temporäre Angst-Entlastung bewirkt (nur in der Schule ist die Missbilligung oder Bestrafung durch den Lehrer zu erwarten). Der Einfluss der Situation oder der Umgebung auf Lernen und Gedächtnis wird als „zustandsabhängiges Lernen“ in Kapitel 10.5.2 genauer besprochen.

Konditionierung höherer Ordnung oder *second order conditioning* Von großer Bedeutung ist die Tatsache, dass ein einmal gefestigter, installierter CS für eine weitere Konditionierung die Rolle des ursprünglichen US übernehmen kann. Ist im klassischen Pawlow'schen Beispiel die Speichelabsonderung (CR) auf einen Tonreiz hin (CS 1) bereits fest gelernt, dann kann das Tier nun in einem zweiten Schritt weiterkonditioniert werden, auf einen zweiten, ebenfalls zunächst neutralen Stimulus (CS 2), zum Beispiel Licht, mit der Speichelabsonderung zu reagieren, ohne dass der ursprüngliche US (Futter) anwesend sein muss. Dem Tier wird jetzt vor dem Erscheinen des CS 1 (Ton) immer kontingent ein Lichtreiz (CS 2) geboten. Nach einigen Durchgängen wird schließlich das Licht allein die unkonditionierte Reaktion (Speichelfluss) auslösen, ohne dass das Licht je direkt mit dem Futter gepaart wurde. Es ist also möglich, mit einem bereits etablierten konditionierten Stimulus einen weiteren neutralen Reiz zu konditionieren. Dies wird als Konditionierung



9.10 Schematische Darstellung der Verknüpfungen beim Paradigma der Konditionierung höherer Ordnung.

zweiter Ordnung, bei weiteren Reizen allgemein als Konditionierung höherer Ordnung bezeichnet. Allerdings ist es nötig, zwischenzeitlich in weiteren Durchgängen den ursprünglichen ersten Konditionierungsschritt vor der Löschung (siehe Kapitel 9.33) zu bewahren, indem hier der Ton zwischenzeitlich erneut wieder mit dem Futter gepaart werden muss (vergleiche Abbildung 9.10).

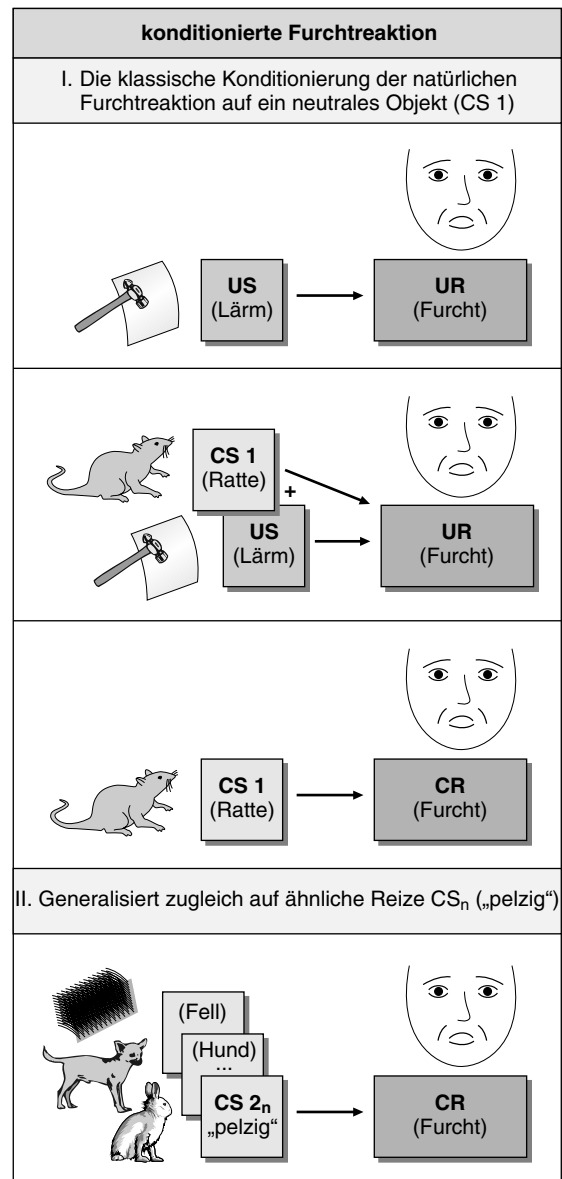
Durch die Aufdeckung dieser Konditionierung zweiter Ordnung hat sich der Erklärungswert der klassischen Konditionierung wesentlich erweitert. Wirksame assozia-

tive Verknüpfungen entstehen also nicht nur bei der Kopplung mit biologisch wirksamen oder signifikanten Ereignissen, sondern auch bei der zeitlich kontingenten Verknüpfung zwischen beliebigen, ursprünglich neutralen Stimuli. Bereits Krylow (ein Kollege Pawlows) beschrieb solche zunächst unverständlich erscheinenden, zwanghaft wirkenden Verhaltensweisen: Morphiuminjektionen erzeugen in vielen Fällen bei Tieren, aber auch bei Menschen, das Auftreten von Übelkeit und Erbrechen. Bei seinen Untersuchungen beobachtete Krylow, dass bereits und allein durch den Anblick der Injektionsnadel Übelkeit oder Erbrechen ausgelöst wurde, und weiter, dass auch viele andere kontingent vorangehende Reize das gleiche Verhalten auslösen konnten, wie zum Beispiel das Aufbringen des Alkohols auf die Haut zur Reinigung vor der Injektion. Schließlich löste bereits das Betreten des Laborzimmers Übelkeit aus.

Auch bei der heute häufig bei Krebspatienten angewendeten Chemotherapie kommt es leicht zu derartigen ungewollten Konditionierungen. Die bei der Chemotherapie injizierten toxischen Substanzen erzeugen per se vielfach starke Übelkeit und Magenbeschwerden. Nach einer Reihe von Behandlungssitzungen tritt die Übelkeit bereits beim Betreten des Behandlungsraumes auf oder verbindet sich assoziativ mit gleichzeitig ablaufenden Geräuschen oder kognitiven Assoziationen, die dann auch in anderer Umgebung ebenfalls Übelkeitsanfälle auslösen können.

Konditionierte Furchtreaktion Eine besondere Bedeutung kommt der klassischen Konditionierung bei der Entwicklung von emotionalen Reaktionen zu, insbesondere der Entwicklung unbegründeter irrationaler Furchtreaktionen, wie sie bei Menschen schon oft in der frühen Kindheit beobachtet werden. Wie die Entwicklung einer solchen unbegründeten Furcht oder auch phobischen Reaktion vor bestimmten Gegenständen oder Situationen auf der Basis der klassischen Konditionierung verstanden werden kann, zeigt eine bekannte und bereits 1920 durchgeführte Untersuchung von Watson und Rayner. In der Untersuchung wurden einem Kind, dem *kleinen Albert*, zunächst einige Objekte zum Spielen vorgelegt: eine weiße Ratte, ein Hase, ein Pelzmantel, ein Ball aus weichem Stoff. Diese Objekte, mit denen er auch gerne spielte, waren im Sinne der klassischen Konditionierung zunächst neutrale Reize, die keine aversive Verhaltensreaktion auslösten (siehe Abbildung 9.11).

In einer zweiten Phase wurde dann, wenn der kleine Albert seine Hand nach der Ratte ausstreckte, ein lauter aversiver, metallener Gongschlag erzeugt, der den kleinen Albert erschreckt zurückzucken ließ. Auf dieses Erlebnis hin wurde das Erscheinen der Ratte noch siebenmal von dem aversiven Geräusch (US) gefolgt, welches Weinen



9.11 Klein Alberts Konditionierung Die Assoziation (zeitliche Paarung) eines erschreckenden, lauten Geräusches mit der Anwesenheit einer Laborratte riefen bei dem kleinen Albert (elf Monate alt) eine konditionierte Furcht (CR) hervor, nicht nur beim Sehen einer Ratte (CS), sondern auch bei ähnlich pelzigen Dingen (Generalisation).

und heftige Abwendung (UR) auslöste. Das hatte, wie zu erwarten, die Folge, dass der kleine Albert bei jedem weiteren Erscheinen der weißen Ratte (CS) Angst- und Furchtreaktionen zeigte, auch wenn keine Geräusche mehr vorhanden waren. Nach einer Woche stellte sich heraus, dass die konditionierte Furchtreaktion sich auch auf den Hasen übertragen hatte und dann auch auf den

Exkurs 9.3: Konditionierte Alarm-Reaktion

Ein eindrückliches Beispiel für den hohen Extinktionswiderstand einer mitkonditionierten **emotionalen Reaktion** auf einen längst bedeutungslos gewordenen Signalreiz beschreibt eine Studie von Edwards und Acker (1962). Sie untersuchten die emotionalen Reaktionen von in einem Krankenhaus befindlichen Army- und Navy-Veteranen, die aktiv am Zweiten Weltkrieg teilgenommen hatten. Ihnen wurde eine Serie von 20 unterschiedlichen akustischen Reizen dargeboten, bei gleichzeitiger Messung ihrer elektrodermalen Hautreaktion (EDA). Obgleich keiner der Reize einer gegenwärtigen Gefahrensituation entsprach,

löste die wiederholte Darbietung von circa 100 Gongschlägen pro Minute bei den Navy-Veteranen in der EDA sichtbare starke emotionale Reaktionen aus. Dieses Signal war während des Zweiten Weltkrieges bei der amerikanischen Kriegsmarine das Signal für: „Alle Mann auf Gefechtsstation“ und hatte seither keine Bedeutung mehr. In dieser 15 Jahre nach Kriegsende durchgeführten Studie war die mitkonditionierte emotionale Reaktion immer noch deutlich vorhanden, und der Unterschied zur Army-Kontrollgruppe war statistisch hoch signifikant.

Pelzmantel, dessen Anblick nun ebenfalls Furchtreaktionen und eine Abwendung auslöste. Durch diese Abwendung und das Fliehen vor dem **aversiven Stimulus** kommt zu der *emotionalen Konditionierung* eine weitere Komponente, nämlich eine *Verhaltenskonditionierung*. Klein Albert lernt nämlich auch, dem gefürchteten Reiz zu entfliehen, was durch eine Verringerung seiner Furcht belohnt wird – hierbei kommt das erst später zu besprechende Paradigma der operanten Konditionierung mit ins Spiel. Die weitere Untersuchung erbrachte ferner, dass der kleine Albert keine Angst vor Bauklötzen oder anderen Objekten hatte, die nicht zur Reizdimension „pelzig“ beziehungsweise „pelzähnlich“ gehörten. Das heißt, hier hat eine Reizgeneralisation auf der Dimension „pelzartig“ stattgefunden, denn nur kuschelig weiche Objekte wurden eher aversiv erlebt. Ähnliche Untersuchungen zum Aufbau konditionierter Furchtreaktionen sind auch bei Tieren durchgeführt worden und zeigen, wie viele beliebige, zunächst neutrale Stimuli eine sonst unverständliche Angstbesetzung erlangen können. Konditionierte Furchtreaktionen haben sich als sehr lösungsresistent erwiesen. Selbst wenn die beobachtbaren motorischen Reaktionen vielleicht weitgehend verschwunden sind, bleiben emotionale Reaktionen im autonomen Nervensystem vielfach weiterhin erhalten (siehe Exkurs 9.3: Konditionierte Alarm-Reaktion).

Abgebaut werden können solche klassisch konditionierten emotionalen Reaktionen nach dem Prinzip der Löschung oder Extinktion, das wir im nächsten Abschnitt behandeln wollen.

9.3.3 Extinktion, Löschung und Spontanerholung

Eine konditionierte Reaktion kann dadurch geschwächt und schließlich scheinbar ganz gelöscht werden, dass der

CS wiederholt nacheinander dargeboten wird, ohne dass ihm der unkonditionierte Stimulus US folgt. Wenn die gebildete Assoziation nicht mehr verstärkt (*reinforced*) wird, das heißt, dass der US wiederholt nicht erfolgt, wird die konditionierte Reaktion mit der Zeit immer schwächer, bis sie schließlich ganz ausbleibt (vergleiche Abbildung 9.12). Dieser Prozess wird als **Extinktion** oder als Löschung bezeichnet oder auch nur (und vielleicht richtiger) als Abschwächung, denn es bleibt zunächst die Frage, ob die dargestellte Beobachtung, dass die einmal gelernte Assoziation nicht mehr gezeigt wird, tatsächlich auf ein Verlernen oder Löschen zurückzuführen ist, oder vielmehr darauf, dass der Organismus lernt, sie zu hemmen, wenn der CS geboten wird. Bereits Pawlow ging davon aus, dass es sich eher um eine Hemmung handelt. Auch neuere Untersuchungen sprechen sehr dafür, dass der CS eine hemmende Funktion bekommt, die ebenfalls über die Zeit abklingt, wenn sie nicht erneuert wird. Wenn eine Person wiederholt erlebt, dass ein konditionierter angstausslösender Stimulus keine aversiven emotionsauslösenden Folgen mehr hat, geht die konditionierte Furchtreaktion zurück, bis sie schließlich erlischt. Eine eigentlich gewünschte Extinktion erlernter Furchtreaktionen wird aber häufig dadurch umgangen, dass die ängstliche Person vor dem auslösendem CS flieht und damit (1) die Bedingungen der Löschung nicht erfährt und (2) durch die mit der Flucht verbundene Furchtreduktion erneut eine Bekräftigung erhält. Das führt aber in den Bereich der operanten Konditionierung, die in Kapitel 9.4 besprochen wird.

■ **Extinktion** bezeichnet bei der klassischen Konditionierung das Verschwinden einer konditionierten Reaktion, wenn dem CS kein US mehr folgt (bei der operanten Konditionierung, wenn die gelernte Reaktion nicht mehr bekräftigt wird).

Spontanerholung Für die Interpretation, dass der Extinktion ein Hemmungsprozess zu Grunde liegt, spricht die Beobachtung der so genannten **Spontanerholung** (*spontaneous recovery*). Wird nämlich nach einer Reihe von Extinktionsdurchgängen eine Pause eingelegt, in der keinerlei Übung erfolgt, so tritt danach bei der ersten Darbietung des CS die konditionierte Reaktion mit einem Teil ihrer ursprünglichen Intensität erneut wieder auf, oder: Bei erneuten gemeinsamen Darbietungen von CS und US gewinnt die konditionierte Reaktion schneller an Stärke als vor der Pause. Dieses schnellere Wiedererlernen (Phänomen der Ersparnis) spricht ebenfalls eher gegen eine echte Löschung. Erst sorgfältiges und oft wiederholtes Extinktionstraining kann die konditionierte Reaktion am Auftreten hindern. Spontane Erholung bezeichnet also das Wiederauftreten einer scheinbar gelöschten konditionierten Reaktion nach einer auf die Löschung folgenden Ruhephase.

! **Spontanerholung** bezeichnet das Wiederauftreten der zuvor extinguierten CR nach einer Ruhephase.

Aus kognitionspsychologischer Sicht lassen sich Aneignung, Löschung und spontane Erholung der klassischen Konditionierung auch einfach so interpretieren, dass der Organismus lernt, vorherzusagen, was als Nächstes passieren wird: Wenn die **Vorhersage** erfolgreich ist und wiederholt bestätigt und somit bekräftigt wird (*reinforcement*), lernt der Organismus, diese Vorhersage beizubehalten (Aneignung der Assoziation). Wenn sich die Umweltverhältnisse ändern und der CS keinen Vorhersagewert mehr hat (kein *reinforcement*), lernt der Organismus, die Vorhersage zu unterdrücken (Extinktion). Ist einige Zeit verflissen, lohnt es sich vielleicht, die Vorhersage erneut zu prüfen (Spontanerholung).

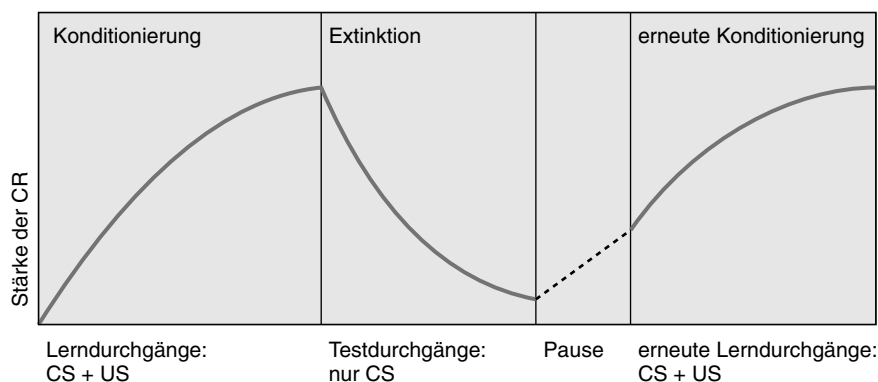
Generalisationsdekrement (Schizokinese) Ähnlich wie bei dem Aufbau einer konditionierten Reaktion gibt es auch bei der Löschung derselben ein Phänomen, das dem der Reizgeneralisation während des Erlernens einer konditionierten Reaktion entspricht. Beim Extinktionstraining werden auch Reaktionen auf Reize, die nicht direkt dem Extinktionstraining unterliegen, mit abgeschwächt, und zwar proportional ihrer Ähnlichkeit mit dem CS. Dieser Prozess wird als **Generalisationsdekrement** bezeichnet.

Extinktionswiderstand Eine weitere Komplikation bei der Extinktion konditionierter Verhaltensweisen ist die so genannte **Schizokinese** (Gantt, 1966). Bei der Extinktion einer beobachtbaren CR kann es passieren, dass andere, begleitende Reaktionen, insbesondere psychovegetative, nicht gelöscht werden, sondern unabhängig weiterbestehen. So beobachtete Liddell (1934) bei einer aversiven

Konditionierung des Beinzurückziehens auf einen elektrischen Schock hin beim Schaf, dass diese Konditionierung auch von Veränderungen der Atmung, der Herzfrequenz und der allgemeinen Aktivität begleitet wurde, die auch dann später stets zusammen mit der eigentlichen CR auftraten. Diese zusätzlich mitkonditionierten Veränderungen, insbesondere auch aus dem kardio-vaskulären Bereich, haben einen hohen Extinktionswiderstand, das heißt, sie bleiben bei der Extinktion der eigentlich konditionierten Reaktion weitgehend erhalten. „Eine Person kann auf eine alte Niederlage oder eine längst nicht mehr existierende Situation reagieren, und sie ist sich gewöhnlich nicht bewusst, wie die Erhöhung ihrer Herzfrequenz oder ihres Blutdruckes zustande kommt“ (Gantt, 1966). Gantt fährt fort: „Die Tatsache, dass es so schwierig ist, konditionierte Reaktionen zu löschen, macht das Individuum, wenn es älter wird, zu einem regelrechten Antiquariat...“, und es bleiben längst wertlos gewordene, oft emotionale Reaktionen über längere Zeit erhalten. Diese Aufspaltung der Komponenten einer komplexen CR und ihre Verselbständigung im Laufe der Zeit wurde als Schizokinese bezeichnet.

Ein markantes Beispiel für die **Extinktionsresistenz** insbesondere gelernter emotionaler Reaktionen ist eine Untersuchung von Edwards (1962) an Kriegsveteranen des Zweiten Weltkriegs. In dieser Studie über die Auswirkung von Gefechtsalarm löste ein Alarmsignal nach über 15 Jahren selbst im Labor noch heftige Reaktionen aus (siehe Exkurs 9.3)

Gegenkonditionierung Praktisch ist es – wie wir sehen – oft schwer, eine einmal gelernte Reaktion wirklich zu löschen und nicht nur durch die so genannte Extinktion abzuschwächen. In der **Verhaltenstherapie**, die auf den Prinzipien der klassischen und operanten Lerntheorie aufbaut, gelingt dies durch die so genannte **Gegenkonditionierung**. Um eine erlernte ungewünschte oder unangemessene Reaktion R 1 (Angst) auf einen bestimmten Stimulus S (ein Objekt oder eine Situation) zu löschen, wird in Gegenwart dieses Stimulus ein anderes, möglichst mit der gezeigten (Angst-) Reaktion unvereinbares, positives Verhalten (R 2) ausgelöst, so dass die gleiche Reizsituation nun zunehmend zum Auslöser der erwünschten Verhaltensweise wird, welche die frühere Reaktion gewissermaßen „verdrängt“ (Davison & Neale, 1979). Dieses Prinzip der Gegenkonditionierung liegt den verhaltenstherapeutischen Verfahren der systematischen Desensibilisierung, der Implosionstechnik (auch *flooding*) sowie dem aversiven Lernen zu Grunde. Bei letzterem wird versucht, die stark verlockenden belohnenden Reize (zum Beispiel beim Drogenmissbrauch) nur gleichzeitig mit unangenehmen Reizen (Erbrechen, Übelkeitsauslösung) zu verabreichen.



9.12 Überblick über den Zusammenhang der einzelnen Schritte der klassischen Konditionierung.

Damit haben wir die wichtigsten Funktionsprinzipien der klassischen Konditionierung dargestellt. Abbildung 9.12 gibt einen zusammenfassenden Überblick über den Zusammenhang der einzelnen Schritte. Nach diesen Paradigmen ist eine Vielzahl von Reaktionen bei Tieren und Menschen konditionierbar. Die vielfältigen im Laufe der Jahre durchgeführten experimentellen Untersuchungen zeigten überdies, dass dies auch für viele Reaktionen oder Verhaltenseigentümlichkeiten zutrifft, die weitgehend als nicht erlernbar angesehen wurden. Nach der Darstellung einiger interessanter Beispiele hierzu werden wir uns noch mit einer differenzierteren Interpretation sowie gewissen Einschränkungen und Abgrenzungen der klassischen Konditionierung befassen.

9.3.4 Anwendungsbeispiele

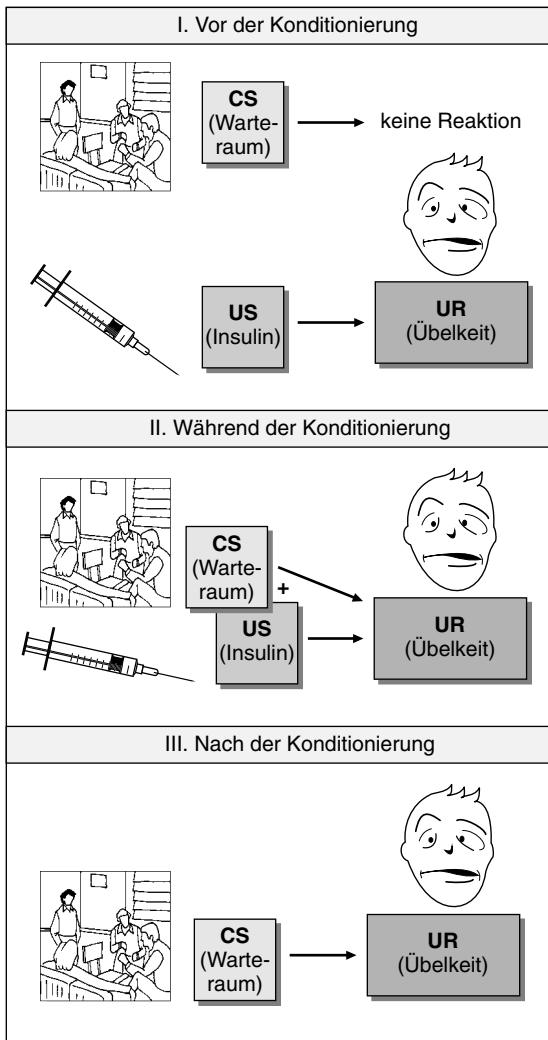
Insulin-Reaktionen Bei der Behandlung der Zuckerkrankheit (Diabetes mellitus) mit dem Hormon Insulin, das hier zur Senkung des Blutzuckerspiegels unter die Haut eingespritzt wird, führt die Verabreichung einer Überdosis zur einer allgemeinen Schockwirkung (Insulin-Schock), die oft bis zur Bewusstlosigkeit geht. Bei Untersuchungen mit Ratten, denen eine Überdosis Insulin (US) mit einer Injektionsnadel (CS) injiziert wurde, kam es bei mehrfacher Wiederholung zu einer klassischen Konditionierung des Insulin-Schocks. Das heißt, dass die Ratten bereits bei der Ansicht der Injektionsnadel in die schockartige Bewusstlosigkeit (UR) verfielen. Unter diesen Bedingungen genügt es dann auch, den so konditionierten Tieren eine Scheininjektion mit Kochsalzlösung zu verabreichen, um eine völlig gleiche Schockreaktion hervorzurufen. Konditionierungen dieser Art sind erstaunlich stabil und weisen zugleich auf die oft erstaunlichen **Placebo-Effekte** bei Behandlungen verschiedenster Art hin. So lässt sich bei der Behandlung mit Schmerzmitteln die wirksame Substanz in den Tabletten für gewisse Zeiten durchaus aussetzen, indem gleichartig aussehende und gleichartig schmeckende Tabletten verabreicht werden, ohne dass die schmerzlindernde Wirkung sich wesentlich

reduziert. Aber auch andere, gleichzeitig anwesende Gegenstände, Personen oder die Zeremonie der Behandlung können die Rolle des CS übernehmen (vergleiche Abbildung 9.13).

Bemerkenswert ist ferner bei der Insulinreaktion, dass es sich hier nicht um eine einfache Reaktion, sondern um ein komplexes Muster physiologischer und muskulärer Reaktionen handelt, die zusammengenommen die konditionierte Reaktion ausmachen.

Drogentoleranz Es wurde schon darauf hingewiesen, dass die gelernte CR nicht unbedingt immer der unconditionierten Reaktion UR entspricht. Es gibt aber auch Fälle, in denen die konditionierte Reaktion eher dem Gegenteil der ursprünglichen unconditionierten Reaktion entspricht. Dieses Phänomen ist bei wiederholter Injektion von Morphin zu beobachten. Auch hier wird die Injektion zum CS, während das Morphin den unconditionierten Stimulus darstellt. Obgleich jedoch die unconditionierte Reaktion auf die Morphineinnahme (US) eine drastische Reduzierung der Schmerzsensitivität ist (UR), zeigt sich hier, dass die Personen beim Anblick der Injektion (CS) mit einer Erhöhung der Schmerzempfindlichkeit reagieren. Hier kommt es offenbar zu einer Assoziation des Injektionsvorganges mit dem zeitlich näher liegenden Schmerzerleben, das verstärkt wird.

Das gleiche Funktionsprinzip lässt sich nun auch bei der altbekannten Entwicklung von Drogentoleranz beobachten. Länger dauernde, wiederholte Einnahme von Morphinum oder auch anderen Drogen führt dazu, dass die Substanz zunehmend ineffektiver wird und die Dosis gesteigert werden muss, um den gleichen Effekt wie anfangs zu erzielen. Die Entwicklung einer solchen Drogentoleranz ist einerseits, wie bekannt, aber nur zum Teil die Folge einer physiologischen Reaktion, andererseits aber auch die Folge einer einsetzenden klassischen Konditionierung, die, wie dargestellt, zu einer erhöhten Schmerzempfindlichkeit führt. Das heißt, die Erhöhung der Morphinumdosis wird auch deshalb erforderlich, weil sich die erlebte Schmerzempfindlichkeit zunehmend erhöht.

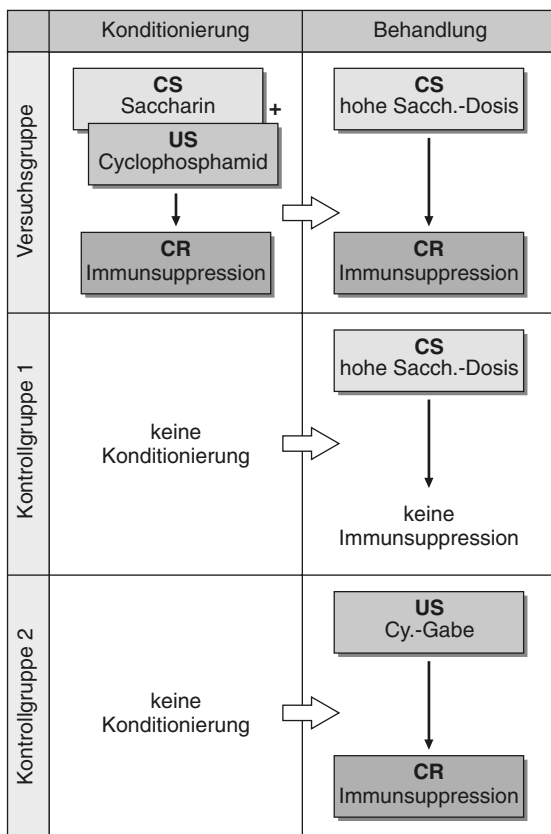
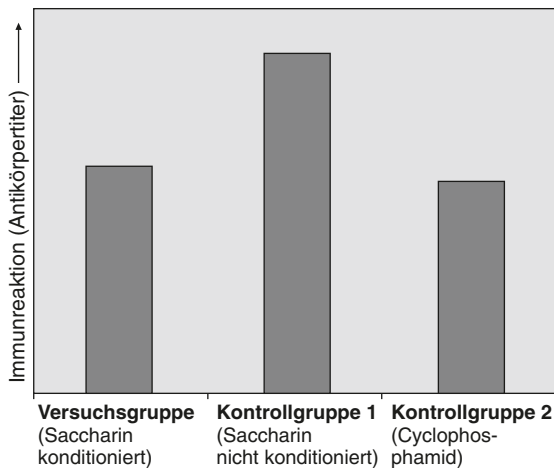


9.13 Erklärungsschema zur konditionierten Übelkeit bei einer Überdosis von Insulin (Insulin-Reaktion) In einem zunächst neutralen Wartezimmer (CS) wird (vielleicht unbeabsichtigt) eine Überdosis von Insulin verabreicht (US), die zu starker Übelkeit führt (UR). Bei einem späteren Besuch in dem gleichen Wartezimmer kommt es (auch ohne erneute Insulingabe) zu starker Übelkeit.

Derselbe Prozess dürfte auch bei der Entwicklung von Drogenabhängigkeit und Drogensucht von Bedeutung sein. Nach wiederholter Injektion, zum Beispiel von Heroin, baut sich ein dem erwünschten Zustand gegenteiliger Effekt auf mit der Konsequenz, dass die Dosis gesteigert werden muss, um die gleiche subjektive Erlebniswirkung zu erlangen (Siegel, 1983).

Konditionierung des Immunsystems Auch hier geht die bahnbrechende Erkenntnis, nämlich dass auch das Immunsystem klassisch konditionierbar ist, auf eine Zu-

fallsbeobachtung zurück, die dann aber auch systematisch weiterverfolgt wurde. Ratten wie auch andere Tiere lernen sehr schnell über den Geschmack, giftige von ungiftigen Substanzen zu unterscheiden, auch wenn diese angenehm schmecken. Bei einer solchen Untersuchung zur **konditionierten Geschmacksaversion** (*conditioned taste aversion*, CTA) erhielten Ratten zunächst eine angenehm süß schmeckende Saccharinlösung (CS) und kurz darauf das Medikament Cyclophosphamid (US), das bei den Tieren Übelkeit und Erbrechen (UR), also Aversion, hervorruft. So lernen die Tiere sehr schnell, den Konsum der süßen Lösung einzuschränken oder zu meiden. Oft reicht für diese Konditionierung auch eine einmalige schwache Dosis des Medikaments. Wurden nun bei den nachfolgenden Löschungsdurchgängen jeweils größere Mengen des CS (Saccharinlösung) bei den einzelnen Durchgängen gegeben, starben einige Tiere während dieser Löschungsdurchgänge, während derer sie jedoch kein Cyclophosphamid erhielten. Diese Beobachtung führte zur Suche nach möglichen Nebenwirkungen der verwendeten Substanzen. Hier zeigte sich, dass der Wirkstoff Cyclophosphamid, der zum Erbrechen führt, außerdem auch auf das Immunsystem wirkt in der Weise, dass die Antikörperbildung gegen Krankheitserreger unterdrückt wird und Todesfälle auftreten können. So war auch verständlich, dass auch bei längerer Gabe und höherer Konzentration von Cyclophosphamid die Versuchstiere häufiger erkrankten und starben, nicht aber, wieso dies in verstärktem Maße während der Löschungsdurchgänge ohne das schädliche Medikament erfolgte. Ader und Cohen (1975) folgerten hieraus, dass diese Saccharinlösung (CS) gleichzeitig auch zum konditionierten Signal für die Unterdrückung des Immunsystems, eine **Immunsuppression** (UR), geworden ist und somit nun die gleiche konditionierte Reaktion auslöst wie das Cyclophosphamid, was sie in einer weiteren Untersuchung tatsächlich bestätigen konnten. Zunächst wurden die Versuchstiere mit einem artfremden Eiweißstoff (Schafserythrozyten) als Antigen infiziert, wogegen das Immunsystem der Tiere innerhalb von sechs Tagen zur körpereigenen Immunabwehr Antikörper bildet. Die Tiere der Versuchsgruppe wurden, wie oben dargestellt, nun mit Cyclophosphamid als US und Saccharinlösung als CS konditioniert, die Kontrollgruppen dagegen nicht. Nach der Infektion erhielten dann beide Gruppen in gleicher Weise wiederholte Gaben der Saccharinlösung – mit dem Ergebnis, dass nur die Kontrolltiere, für die die Saccharinlösung ein konditionierter Reiz (auf Immunsuppression) war, signifikant weniger Antikörper (auf Schafserythrozyten) als die Kontrolltiere bildeten, aber nahezu ähnlich viele, wie eine weitere Kontrollgruppe, die direkt mit der immunsuppressiven Substanz behandelt worden war (siehe Abbildung 9.14).



9.14 Konditionierung des Immunsystems Die immunsuppressive Wirkung (reduzierter Antikörpertiter) des Cyclophosphamids (= US) wird nach der Konditionierung auch durch das sonst neutrale Saccharin (CS) ausgelöst.

Diese Ergebnisse konnten auch in weiteren Untersuchungen bestätigt werden, was dafür spricht, dass auch ein vorerst völlig neutraler Reiz (süßes Saccharin) durch konditionierte Assoziation in die Lage versetzt wird, die Antikörperbildung des Immunsystems zu unterdrücken

und damit die Anfälligkeit des Organismus gegenüber Krankheiten zu erhöhen.

Obwohl heute noch viele Unklarheiten über den Vorgang der Immunkonditionierung bestehen, steht fest, dass sich unterschiedliche sowohl humorale als auch zelluläre Immunreaktionen konditionieren lassen (Schedlowski et al., 1996). Dabei können sowohl Schwächungen als auch Stärkungen des Immunsystems konditioniert werden, was weit reichende Implikationen für die Erweiterung unseres Wissens mit sich bringt.

9.3.5 Kognitive Faktoren und neuere Entwicklungen

Vorhersagbarkeit Bis hierher haben wir konform mit der lange Jahre vorherrschenden behavioristischen Sichtweise als kritischen und notwendigen Faktor der klassischen Konditionierung die zeitliche Kontiguität von CS und US angenommen und vorausgesetzt. Aber bereits Tolman (1932) argumentierte, dass als kritischer Faktor der klassischen Konditionierung zu berücksichtigen sei, was das Tier über mögliche Zusammenhänge weiß. Das heißt, nach dieser kognitiven Sicht erlangt der Organismus ein Wissen über die Beziehung der Stimuli: Er erwartet den UCS, wenn er den CS wahrnimmt, der für ihn durch die Konditionierung eine Vorhersagbarkeit (*predictability*) erhält. Nach dieser alternativen Sicht ist nicht die zeitliche Kontiguität der kritische Faktor bei der klassischen Konditionierung, das heißt die notwendige Voraussetzung, dass der CS eine **verlässliche Vorhersage** (*reliable predictor*) des folgenden US ist. Oder aus kognitiver Sicht weiter spezifiziert: Mit dem Auftreten des CS muss eine bemerkenswert höhere Wahrscheinlichkeit dafür verbunden sein, dass nun der US auftritt, als wenn kein CS geboten wird.

Diesen wichtigen Unterschied konnte Rescorla (1967) erstmals in einem bedeutsamen Experiment belegen. Kernpunkt dieser an Hunden durchgeführten Untersuchung waren zwei Versuchsgruppen mit einer entsprechend unterschiedlichen CS-US-Verknüpfung. Das Prinzip ist schematisch in Abbildung 9.15 dargestellt. In beiden Versuchsgruppen wurden die Hunde einer gleichen Folge von Tonsignalen (CS) ausgesetzt. Als US diente ein leichter elektrischer Schock. Die Anzahl der zeitlich *kontingenten Paarungen* von Ton und Schock war für beide Gruppen identisch. Der entscheidende Unterschied (unabhängige Variable) bestand darin, dass in Gruppe A jedem Schock ein Tonsignal vorausgeht, während in Gruppe B dem Schock mit gleicher Wahrscheinlichkeit entweder ein Ton oder kein Ton vorausgeht, so dass hier auch gleich viele Schocks ohne Vorwarnung erfolgen. In dieser Weise erreichte Rescorla, dass in Gruppe A das Ton-

	Versuchs- durchgänge	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Gruppe A	Ton (CS)																	CS + US = 4 CS allein = 4 US allein = 0 kein Stimulus = 8
	Schock (US)																	
Gruppe B	Ton (CS)																	CS + US = 4 CS allein = 4 US allein = 4 kein Stimulus = 4
	Schock (US)																	
Gruppe C	Ton (CS)																	CS + US = 8 CS allein = 0 US allein = 0 kein Stimulus = 8
	Schock (US)																	

9.15 Schematisch dargestellt ist der Versuchsverlauf der drei wichtigsten Untersuchungsgruppen über je 16 Trials Nur in Versuchsgruppe C wird jeder CS von einem US gefolgt (CS + US = 100% Übereinstimmung). In den anderen Gruppen erfolgt in einigen Trials nur ein CS oder ein US allein. Ferner gibt es in jeder Gruppe Trials, in denen weder ein CS noch ein US erfolgt. Ganz rechts sind diese Angaben in Zahlen zusammengefasst. Die Zahl der Trials mit CS und US zusammen sowie nur mit CS allein ist in den ersten beiden Gruppen identisch, aber sie unterscheiden sich hinsichtlich der Trials, in denen der US allein erfolgt. Nur in Gruppe B erfolgt der US auch allein ohne Vorankündigung (Prädiktor). Während also in Gruppe A der CS einen nützlichen (wenn nicht perfekten) Prädiktor für den sofort folgenden US darstellt (ebenso wie in Gruppe C), ist der CS in Gruppe B praktisch ohne Vorhersagewert. Nur in Gruppe B, wo es nicht vorhergesagte Schocks gibt, erfolgt keine Konditionierung.

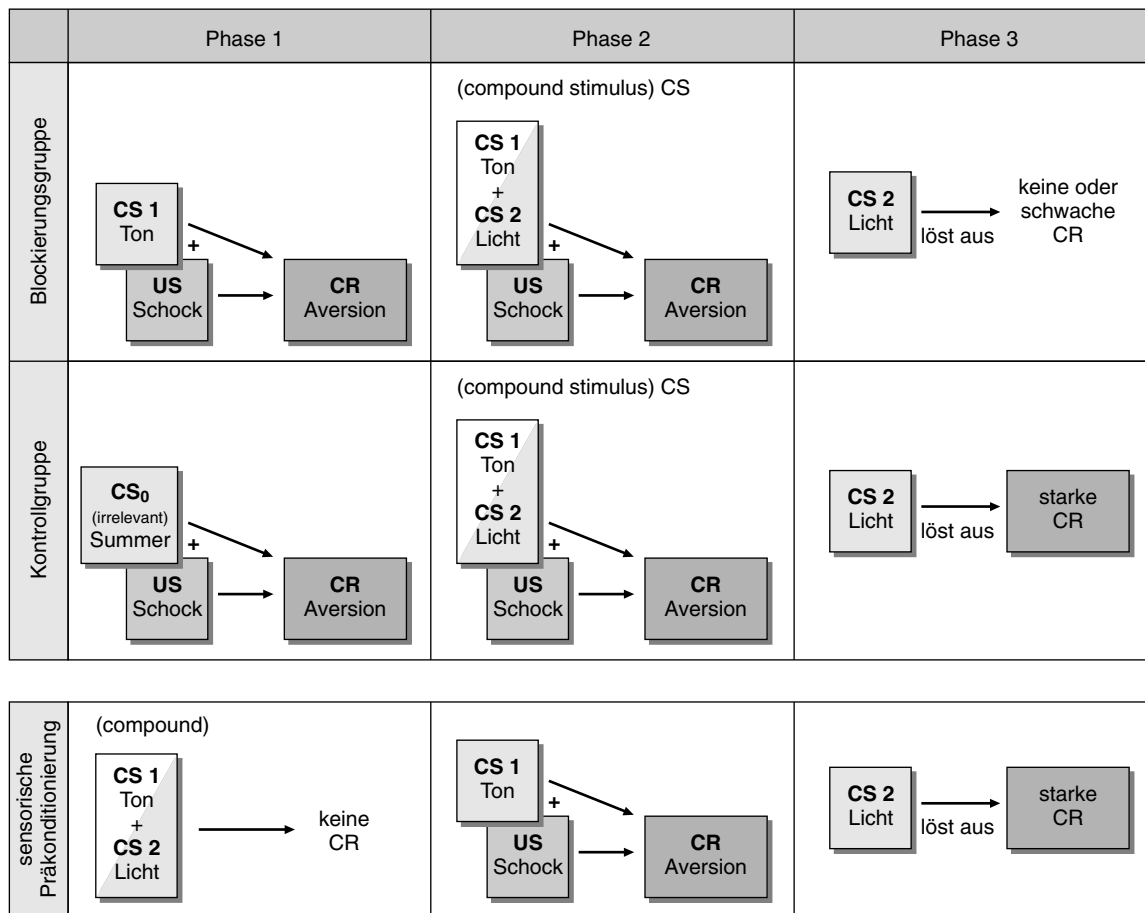
signal (CS) ein nützlicher (wenn auch nicht perfekter) **Prädiktor** für den kurz darauf folgenden Schockreiz war, während in Gruppe B das Tonsignal für die Vorhersage des nachfolgenden Schockreizes wertlos war. Unter diesen Bedingungen (Gruppe A) entwickelten die Tiere tatsächlich eine konditionierte Reaktion auf den CS, nicht jedoch in Gruppe B.

In diesen Untersuchungen handelte es sich um eine Konditionierung mit aversivem US (Schock). Die Tiere lernten, auf den CS hin den Schock durch eine motorische Reaktion (UR) zu vermeiden, zeigten also eine **aversive Vermeidungsreaktion**. Weiter konnte in diesen Experimenten gezeigt werden, dass die Stärke der Konditionierung recht genau dem prädiktiven Wert des CS in der jeweiligen Untersuchungsgruppe entsprach, wobei falsche Alarme (wie in Gruppe A) den Lernerfolg offenbar wenig behindern, während der Konditionierungserfolg durch unangekündigte Schocks (Gruppe B), wo kein Vorhersagewert besteht, gänzlich verhindert wird. Die effektivste Konditionierung erfolgt natürlich in einem Design mit hundertprozentiger Übereinstimmung (Gruppe C), wie es in der Regel auch von Pawlow verwendet wurde. In späteren Untersuchungen konnte Rescorla ferner zeigen, dass für den Konditionierungserfolg eine verlässlich prädiktive Beziehung zwischen CS und US wichtiger ist als die temporale Kontiguität allein oder die Häufigkeit der vorgegebenen CS-US-Paarungen (Rescorla, 1972).

Diese Ergebnisse sprechen dafür, dass der Organismus bewusst oder unbewusst nach einem Optimierungsprinzip handelt, indem er sich nicht nur auf gleichzeitig auftretende Reize (absolute Kontiguität) konzentriert, sondern vielmehr auf Ereignisse (Reize), die dazu neigen, unbedingt kurz vor dem aversiven Stimulus (Schock) aufzutreten (und nicht zu anderen Zeiten) und damit eine möglichst sichere Vorhersage des auftretenden Schocks ermöglichen. Damit ist zugleich eine weitere Erklärung für die bereits erwähnte Beobachtung gegeben, dass die Konditionierung typischerweise am effektivsten ist, wenn der CS dem US kurz vorausgeht.

Blockierung und Verdeckung Im Rahmen der klassischen Konditionierung bezeichnet **Blockierung** das Phänomen, dass ein möglicher CS, wenn er redundant ist – das heißt, wenn er keine zusätzliche Information für den Organismus enthält als die, die ihm bereits ohnehin bekannt ist –, nicht konditioniert wird. Die Entdeckung dieses Phänomens geht auf Kamin (1969) zurück.

Das Paradigma seines Experimentes ist in Abbildung 9.16 veranschaulicht. In einer ersten Phase lernen die Individuen der Experimentalgruppe eine Konditionierung zwischen dem Lichtreiz (CS 1) und einem Schockreiz (US), während die Kontrollgruppe in dieser Phase kein Training oder ein für das Phänomen irrelevantes Training erhält. In der zweiten Phase erhalten beide, Experimentalgruppe



9.16 Das Paradigma der Blockierung In Phase 1 lernen die Versuchspersonen beider Gruppen eine konditionierte Reaktion – in der „Blockierungsgruppe“ auf einen Ton und in der Kontrollgruppe auf einen Summer. In der Phase 2 wird beiden Gruppen ein Ton und ein Lichtreiz zusammen dargeboten, wiederum gefolgt von einem Schock. Der Lichtreiz liefert der Gruppe mit der Blockierungsbedingung keine neue Information und wird folglich ignoriert (Phase 3). Die Versuchspersonen der Kontrollgruppe jedoch lernen eine neue konditionierte Reaktion auf Ton plus Lichtreiz. In Phase 3, in der nur der Lichtreiz dargeboten wird, reagieren die Versuchspersonen aus der Blockierungsgruppe nur schwach. Das zeigt, dass in Phase 2 keine Assoziation zwischen Licht und Schock gebildet wurde. Die Kontrollgruppe jedoch zeigt starke Reaktionen, was auf die Existenz einer konditionierten Assoziation hinweist.

und Kontrollgruppe, in gleicher Weise wiederholt gleichzeitig ein Licht und ein Tonsignal, das heißt einen zusammengesetzten (**Compound-**) **Stimulus** oder **Verbundreiz**, dem jeweils wieder ein Schock als US folgt. Obwohl diese Situation für beide Gruppen gleich scheint, ist das Tonsignal nur für die Experimentalgruppe redundant und bringt hier keine neue Information, so dass sie ohne Schaden ignoriert werden kann. Nicht so in der Kontrollgruppe, für die der zusammengesetzte CS (Licht- und Tonreiz) informativ ist und den US voraussagt. In der dritten Phase (Testphase), in der nur der Ton alleine dargeboten wird, zeigt sich, dass die Individuen der Kontrollgruppe, wie zu erwarten war, die konditionierte Reaktion ausgebildet haben, während die Individuen der Experi-

mentalgruppe so gut wie keine Reaktion auf den Ton zeigen. Das heißt, sie haben offenbar keine Assoziation zwischen Ton und Schock gebildet. Bei ihnen „blockiert“ offenbar die vorher gelernte Licht-Schock-Assoziation das Lernen der neuen (redundanten) Ton-Schock-Assoziation. Dass auch der neue Reiz den unkonditionierten Reiz signalisiert, wird offenbar nicht gelernt, wenn der neue Reiz zusammen mit einem bekannten Reiz dargeboten wird, der sich bereits als effektives Vorhersagesignal erwiesen hat (Kamin, 1969).

Kamin folgerte aus diesen Beobachtungen, dass Konditionierung nur dann auftritt, wenn der bedeutsame Reiz (US) den Organismus überrascht, was dazu führt, dass er

in seinem Gedächtnis nach einem Reizereignis sucht, das eine Vorhersage ermöglicht.

Das Phänomen der Blockierung lässt sich auch als eine Art **Verdeckung** auffassen, die von der vorhergehenden Erfahrung herrührt. Ähnlich tritt Verdeckung auch dann auf, wenn ein Reiz, der auffälliger oder intensiver ist, zur Wirkung kommt und einen anderen, schwächeren verdeckt, auch wenn dieser ebenfalls ein gleichwertiges prädictives Signal darstellt (Mackintosh, 1975).

Beachte: Das Paradigma der Blockierung sollte nicht, obgleich sehr ähnlich, mit dem Paradigma der *Konditionierung zweiter Ordnung* verwechselt werden. Bei Letzterem ist der CS 2 ein (Vorhersage-) Signal für den CS 1, der zuvor mit dem US gepaart wurde. Bei der Blockierung werden beide Reize, CS 1 und CS 2, gleichzeitig dargeboten. Einer von ihnen, der jeweils neu hinzugekommene, ist überflüssig, da er keine zusätzliche Information über das Auftreten des US liefert. Zusammengefasst folgerten Rudy und Wagner (1995), dass die Möglichkeit eines jeden Reizes, zum Signal zu werden, abhängig ist von der Gegenwart anderer Reize, die ebenfalls zu Signalen werden könnten.

Assoziative Konditionierung Eine weitere interessante, kognitive Überlegungen einbeziehende Beobachtung ist die der **assoziativen Konditionierung** oder *sensorischen Präkonditionierung* (Abbildung 9.16 unten). Hier werden in der ersten Phase der Untersuchung zunächst zwei neutrale Reize (Licht und Ton) gepaart, ohne dass sie eine sichtbare Reaktion auslösen (sie beinhalten ja auch keinerlei Vorhersage). In der zweiten Phase wird dann einer von ihnen, zum Beispiel der Ton (CS 1), mit einem starken US (Schock) gepaart, was zu einer konditionierten Reaktion führt. In der dritten Phase wird nun aber der Lichtreiz (CS 2) allein dargeboten. Er löst ebenfalls die CR aus, obgleich er niemals mit dem Schock gepaart wurde. Der CS 2 ist offenbar ebenfalls zum Prädiktor für den US geworden. Die latente Assoziation in der ersten Phase, die sensorische Präkonditionierung, wird erst später durch die Neubewertung des anderen Reizes (CS 1) sichtbar (latentes Lernen).

! Im Gegensatz zur Blockierung und der Konditionierung höherer Ordnung werden bei der **sensorischen Präkonditionierung** (in der ersten Phase) zwei neutrale Reize ohne US (Schock) gepaart, bevor einer von ihnen mit dem US konditioniert wird. Erst danach wird die zuvor nur latente Konditionierung sichtbar.

9.3.6 Modelle klassischer Konditionierung

Rescorla-Wagner-Modell Auf Grund der unter bestimmten Bedingungen nachgewiesenen Bedeutung der

Vorhersagbarkeit entwickelten Rescorla und Wagner (1972) ein erweitertes Modell der klassischen Konditionierung, das später verschiedene kognitive Abwandlungen erfahren hat. Das **Rescorla-Wagner-Modell** geht davon aus, dass die Stärke des Konditionierungseffektes eines jeden einzelnen Trainingsdurchgangs von dem jeweils noch bestehenden Überraschungswert (Nichtvorhersagbarkeit) des US abhängt. Je weniger das Auftreten eines US (wie am Anfang der Konditionierung) durch den Organismus vorhersagbar ist, desto größer ist der Konditionierungseffekt (Lernfortschritt) des jeweiligen Trainingsdurchgangs. Dies entspricht auch dem Verlauf der Lernkurve. Vor jeder Konditionierung tritt der US zunächst völlig unerwartet auf und wird noch von keinem CS vorhergesagt. Entsprechend sind die ersten Lernschritte der Konditionierung hoch (vergleiche Abbildung 9.5). Im Laufe des Konditionierungstrainings erhält der verwendete CS einen höheren Vorhersagewert, womit der Konditionierungsbeitrag eines jeden weiteren Durchganges entsprechend geringer wird und damit der Bedarf einer besseren Vorhersage gegen Null geht. Daraus resultiert eine weitere erklärende Annahme des Modells. Es geht zweitens davon aus, dass die Vorhersagbarkeit des US bei jedem Versuchsdurchgang durch die Anwesenheit aller (möglichen) CS bestimmt wird. Diese stehen gewissermaßen mit der Güte, den US vorherzusagen, in Konkurrenz. Hat sich während eines Konditionierungstrainings ein CS 1 (zum Beispiel Licht) bereits als zuverlässige Vorhersage des CS (Schock) bewährt, so wird ein dann gleichzeitig gebotener CS 2 (Ton), auch wenn er die gleiche Vorhersage hat, umso weniger konditioniert werden, wie der CS 1 diese Rolle bereits übernommen hat. Mit dieser Annahme lässt sich, wie ersichtlich, auch das dargestellte Phänomen der Blockierung sowie der sensorischen **Präkonditionierung** erklären.

In der Folgezeit hat auch dieses Modell verschiedene Abwandlungen in der Interpretation erfahren. Zieht man bei der Erklärung der klassischen Konditionierung die Bedeutung des **Kurzzeitgedächtnisses** (vergleiche Kapitel 10, Gedächtnis und Vergessen), das bei jedem Lernen eine bedeutsame Rolle spielt, mit in Betracht, so lassen sich die eben dargestellten Schritte der klassischen Konditionierung auch folgendermaßen beschreiben: Solange der US noch unerwartet auftritt, bedarf es einer aktiven Wiederholung – eines **Rehearsals** – im Kurzzeitgedächtnis zur Festigung der CS-US-Verbindung, was, wie vermutet wird, zu der Aneignung der konditionierten Reaktion führt. Entsprechend nimmt bei zunehmender Vorhersagbarkeit das Wiederholen im Kurzzeitgedächtnis ab, und der jeweilige Lernfortschritt wird geringer. Dies würde dann ebenfalls das Phänomen der Blockierung erklären, denn wenn der US genügend vorhersagbar ist, findet kein Rehearsal mehr statt, und es können sich so

keine neuen Assoziationen mehr zu dem US bilden (Wagner, 1981). Ein weiterer potenzieller Vorhersagereiz, S 2, wird nun keine neue Suche im Kurzzeitgedächtnis mehr auslösen.

Modell des Hypothesentestens Das Prinzip der klassischen Konditionierung lässt sich auch als ein **Generieren und Testen von kognitiven Regeln** auffassen. Sobald ein Organismus sich in der klassischen Konditionierungssituation befindet und erfährt, dass ein CS (Licht) von einem vorher unerwarteten CS (Schock) gefolgt wird, generiert nun die (Vorhersage-) Regel: „Wenn Licht – dann Schock“. Jeder Konditionierungsdurchgang, der eine Bestätigung der Vorhersage bringt, wird zu einer Stärkung, jede falsche Vorhersage zu einer Schwächung des Beibehaltens der Regel führen. Auch hieraus lässt sich das Phänomen der Blockierung ableiten, denn sobald und solange eine erlernte Regel den US zuverlässig genug vorhersagt, braucht und generiert der Organismus keine weitere oder neue Regel.

Solche kognitiven Erklärungsansätze postulieren im Gegensatz zu Pawlows Ansatz ein kognitives Einschätzen des jeweiligen Informationswertes der vorangehenden Stimuli, und diese Einschätzungen beeinflussen den Lernverlauf. Wie weit ein solches kognitives Vorgehen Bewusstseinsvorgänge („Kognition“) voraussetzt, wird zu meist nicht diskutiert. Es zeigt aber zumindest deutlich den Übergang zu unseren bewusst vorgenommenen Entscheidungs- und Zuordnungsprozessen wie dem der **Attribuierung**, bei der Objekten oder Ereignissen bestimmte Merkmale zugewiesen werden.

9.3.7 Biologische Einschränkungen

Lerndispositionen Bislang haben wir das Paradigma der klassischen Konditionierung als allgemeines und generell anwendbares Prinzip des Lernens betrachtet, so wie es auch in der wissenschaftlichen Forschung zunächst für lange Zeit der Fall war. Es gibt dabei allerdings biologisch bedingte Einschränkungen (*Constraints*) wie die der **Lerndisposition** oder **Preparedness**.

Es ist das Verdienst der **Ethologie** (Tierverhaltensforschung, Verhaltensbiologie), darauf aufmerksam gemacht zu haben, dass die Lernfähigkeit einer jeden Tierart ein Ergebnis seiner stammesgeschichtlichen Anpassung ist und dass wir demzufolge mit **artspezifischen Lerndispositionen** zu rechnen haben, die jeweils eng mit der natürlichen Umwelt und der besonderen Lebensweise der Art verknüpft sind. Hiernach gibt es für verschiedene Tierarten unterschiedliche Bereiche hoher Lerndisposition, die mehr oder weniger eng in dem genetisch vorgegebenen Rahmen angeborenen Verhaltens eingebettet sind. So lernen zum Beispiel Mäuse und Ratten sehr schnell, sich in

einem künstlichen Gangsystem zurechtzufinden (was ihrem natürlichen Lebensraum entspricht), während vielleicht Katzen dabei erhebliche Schwierigkeiten hätten. Aber auch Psychologen stießen darauf, dass manche Reiz-Reaktions-Verbindungen schon nach wenigen Durchgängen gelernt werden, während andere hingegen schwer oder überhaupt nicht konditionierbar waren. Das führte Seligman (1971) zu der Annahme, dass Organismen für verschiedene Reiz-Reaktions-Verbindungen von Natur aus unterschiedlich gut „vorbereitet“ (*prepared*) sind und dass diese unterschiedliche **Lernbereitschaft (Preparedness)** eine Grundeigenschaft lebender Organismen einschließlich des Menschen ist, die für die unterschiedlichen Lernleistungen in den verschiedenen Funktionskreisen des Verhaltens verantwortlich ist. Ratten und Mäuse, an Dunkelheit angepasst, lernen giftige Substanzen eher auf Grund ihres Geruchs und Geschmacks zu meiden als auf Grund ihres Aussehens. Vögel dagegen lernen Reizassoziationen schneller und besser im visuellen Bereich.

Diesen Unterschied konnten Wilcoxon et al. (1971) eindrücklich experimentell demonstrieren. Sie verabreichten in gleicher Weise verschiedenen Tierarten, Ratten und Wachteln, eine blaue und salzige Flüssigkeit (*compound-Reiz*), die bei beiden Arten Übelkeit (US) erzeugte. In der zweiten Phase des Experimentes konnten die Tiere zwischen salzigem und blauem Wasser wählen. Die Ratten mieden das salzige, die Wachteln hingegen das blaue Wasser. Offenbar also lernen die Tiere aus dem vorgegebenen Compound-Reiz CS (CS 1 + CS 2) gemäß ihrer artspezifischen Preparedness nur den Anteil, der ihren möglicherweise genetisch vorgegebenen oder *built-in*-Möglichkeiten entspricht. Oder andersherum: Es gibt biologische Einschränkungen (*constraints*) des Lernens beziehungsweise der Lernkapazität eines jeden Organismus, die auf mangelnde (zum Teil genetisch bedingte) sensorische, motorische oder kognitive Fähigkeiten zurückgehen.

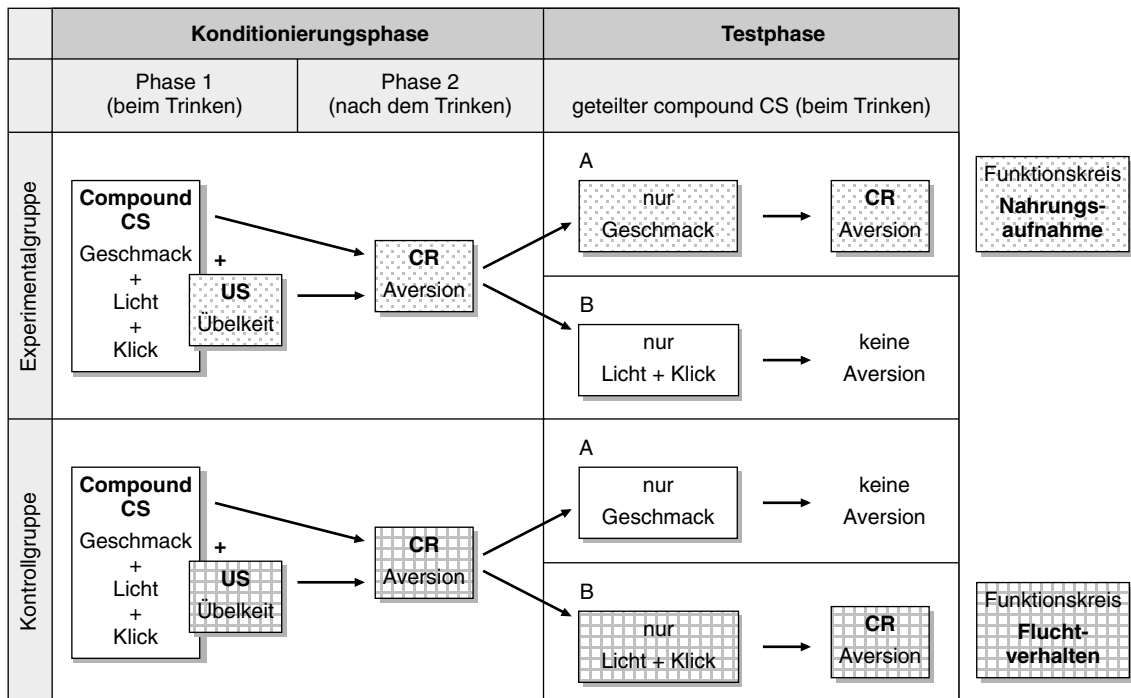
Geschmacksaversionskonditionierung Solche Einschränkungen der klassischen Konditionierbarkeit wurden insbesondere bei der **Geschmacksaversionskonditionierung** deutlich. Nach der klassisch-behavioristischen Auffassung sollte, wie eingangs dargestellt, jeder beliebige, zunächst neutrale Reiz die Rolle eines CS für die Ankündigung eines beliebigen US werden können. Diese Generalisierung stößt jedoch auf Grenzen, wie das folgende Experiment (Exkurs 9.4) verdeutlicht, in welchem sich zeigte, dass Ratten eine Nahrungsaversion nur dann leicht lernen, wenn der CS ein Geschmacksreiz, nicht aber ein Licht- oder Tonsignal ist. Sie lernen umgekehrt eine Schockaversion (Schockvermeidung) nur auf Licht- oder Tonreize als CS, nicht aber auf einen Geschmacksreiz.

Die Konditionierung ist also nicht, wie man lange annahm, allein von der beliebigen Kombination verschied-

Exkurs 9.4: Geschmacksaversionskonditionierung

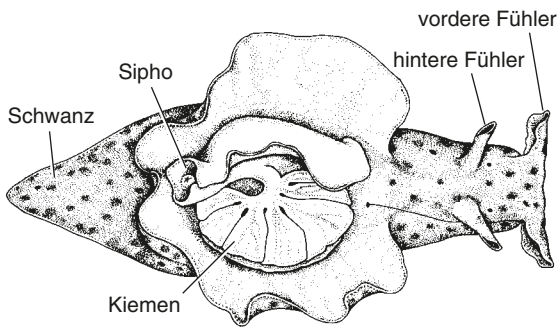
Eine Gruppe von Ratten erhielt aus einem Nippel eine wohl schmeckende Flüssigkeit, wobei gleichzeitig jedes Mal ein Licht und ein Klick dargeboten wurden, so dass die Ratten also gleichzeitig drei Reize als mögliche CS erhielten. Direkt danach, in der zweiten Phase des Experimentes, erhält die Experimentalgruppe eine leichte Vergiftung, die Übelkeit hervorruft. In der dritten Phase des Experimentes konnten die Tiere nochmals an demselben Nippel lecken, aber unter unterschiedlichen Bedingungen: Manchmal hatte die Flüssigkeit in dem Nippel den gleichen Geschmack wie bei der Konditionierung, aber es gab kein Licht- oder Tonsignal. In anderen Durchgängen hatte die Flüssigkeit keinen Geschmack, aber es wurden die konditionierten Stimuli Klick und Licht gegeben. Ergebnis: Nur wenn sie den Geschmack wahrnehmen, vermeiden die Tiere die Flüssigkeit, nicht aber, wenn nur Klick und Lichtreiz gegeben werden. Folglich haben diese Ratten nur den CS „Geschmack“ mit dem Gefühl der Übelkeit

verbunden, also nur mit einem Stimulus, der dem natürlichen Funktionskreis der Nahrungsaufnahme zugehört. Dass aber Licht und Klickgeräusch in diesem Konditionierungszusammenhang keine schwächeren konditionierten Stimuli sind, sondern vielmehr nur einem anderen Funktionskreis des Verhaltens zugehören, zeigt die folgende Kontrolluntersuchung (vergleiche die Abbildung). Die Ratten der Kontrollgruppe erhielten in der ersten Phase die gleichen Bedingungen wie die Experimentalgruppe. In der zweiten Phase jedoch wurde bei ihnen keine Übelkeit ausgelöst, sondern sie erhielten einen milden aversiven Schock. Unter diesen Bedingungen vermieden die Tiere die Flüssigkeit nur dann, wenn als CS gleichzeitig Licht und Klickgeräusche dargeboten wurden, jedoch nicht, wenn der Geschmack alleine als CS vorhanden war (Garcia & Kölling, 1966). In diesem Falle stammen alle Reize aus dem Funktionskreis des Fluchtverhaltens.



dener, zunächst neutraler Reize und konditionierbarer Reaktionen abhängig, sondern weitgehend auch von der (vielfach genetischen) Disposition eines Organismus, bestimmte Reizeigenschaften mit bestimmten Reaktionen zu verbinden (Barker, Best & Domjan, 1978), wobei es sich offenbar um Zusammengehörigkeiten der Reize in bestimmten Funktionskreisen handelt.

Nach den Untersuchungen von Seligman (1971) besteht für jeden Organismus ein Kontinuum der Bereitschaft für verschiedene **Reiz-Reaktions-Verbindungen**, die von Instinkthandlungen über vorbereitete oder auch unvorbereitete Handlungen bis zu Assoziationen reicht, die der angeborenen Verhaltenstendenz des Organismus entgegenstehen (*contrapreparedness*). Auch konnte er darle-



9.17 Die Meeresschnecke *Aplysia*.

gen, dass sich bei gut vorbereiteten Reiz-Reaktions-Verknüpfungen kürzere Lernzeiten (weniger Lerndurchgänge) und höhere Lösungsresistenzen finden. Ähnliche, möglicherweise genetisch oder durch frühe Sozialisation bedingte Unterschiede lassen sich auch bei Menschen hinsichtlich der Lernbereitschaft in verschiedenen Lernfeldern beobachten.

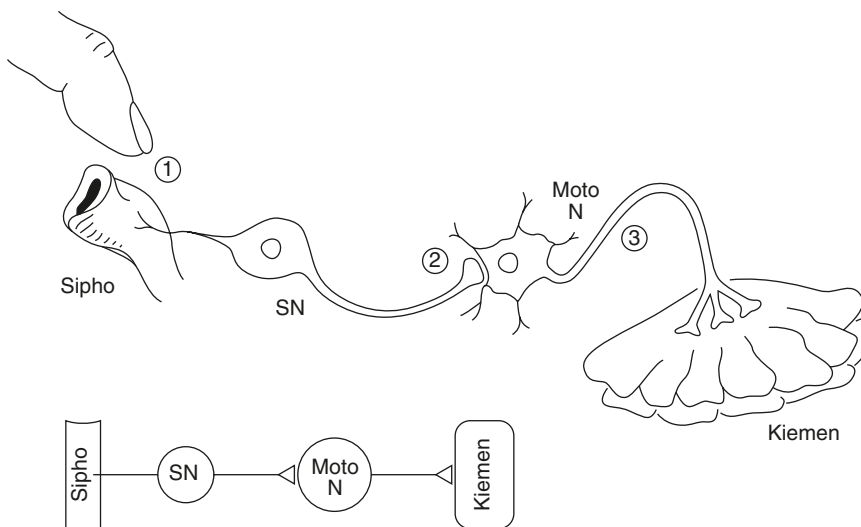
9.3.8 Neuronale Basis elementarer Lernprozesse und *Aplysia*-Modell

Beim Studium verschiedener Arten einfacher Lebewesen stieß man auf erstaunlich gleichartige makro- und mikromolekulare Prozesse, die durch nicht assoziatives wie auch assoziatives Lernen hervorgerufen werden. Das führte zu der in der Biopsychologie vertretenen Annahme, dass die komplexen Vorgänge assoziativen Lernens höherer Organismen als Variationen eines oder weniger fundamentaler neurophysiologischer Vorgänge verstanden werden können

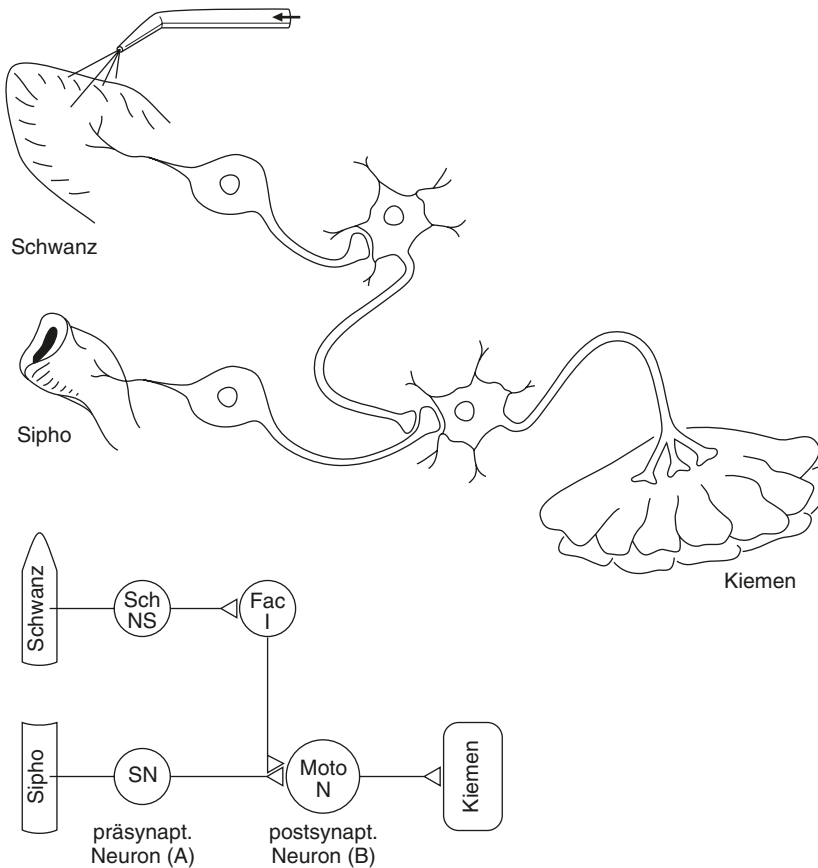
nen und, ähnlich wie in der Genetik – wo unsere auch für den Menschen geltenden Kenntnisse wesentlich aus dem Studium der kleinen Fruchtfliege *Drosophila* resultieren –, greift man auch bei der Untersuchung der neuronalen Basis des Lernens und Gedächtnisses auf die Untersuchung synaptisch extrem einfach aufgebauter Nervensysteme zurück. Beispielhaft gelten heute die an der kalifornischen Meeresschnecke *Aplysia* (mit „nur“ etwa 20 000 Neuronen) untersuchten zellulären Prozesse einfachen Lernens. Hier zeigt sich, dass die bereits beschriebenen einfachen Formen des Lernens, nämlich *Habituation*, *Sensibilisierung* und *klassische Konditionierung*, physiologisch eng miteinander verbunden sind.

Die Abbildung 9.17 veranschaulicht die bei *Aplysia* untersuchten einfachen motorischen Reaktionen. Wird das Mantelgerüst (*Mantelschale*) oder das Saugrohr (*Siphon*) durch Berührung taktil gereizt, so kontrahieren sich jeweils Siphon, Mantelgerüst und Kiemen (*Gill*). Diese einfache, zunächst unkonditionierte Abwehrreaktion zeigt sowohl *Habituation* wie auch *Sensibilisierung*, und sie lässt sich über die taktile Reizung des Siphons oder des Schwanzes (CS) konditionieren. Die diesen Prozessen zu Grunde liegenden neuronalen Schaltkreise veranschaulichen die nachfolgenden Abbildungen. Durch die Stimulation zum Beispiel des Siphons werden 24 sensorische Neurone aktiviert. Jedes von diesen aktiviert wiederum 6 Motoneurone in den Kiemen, die ihrerseits die sich kontrahierenden Muskeln innervieren. Die vereinfachte prinzipielle Struktur dieses Systems ist in der Abbildung 9.18 bis 9.20 (mit je nur einem Neuron) dargestellt.

Neuronale Habituation Wird im Experiment der Siphon mehrfach hintereinander etwa alle 30 Sekunden durch leichte Berührung gereizt, erfolgt zunächst eine heftige



9.18 Mechanismus der *Habituation* (1) Jede Berührung des Siphons aktiviert die sensorischen Neurone (SN) vollständig. Es werden gleich bleibend viele Aktionspotenziale (AP) weitergeleitet. (2) Aber pro AP gelangen immer weniger Ca^{++} in den synaptischen Endknopf, und entsprechend weniger Neurotransmitter werden in den Spalt ausgeschüttet. (3) Es werden weniger AP im Motoneuron (Moto N) ausgelöst, der Kiemenmuskel kontrahiert immer weniger stark. Der Kiemenrückziehreflex habituiert.



9.19 Mechanismus der Sensitivierung (und Konditionierung)

Starke Reizung der Schwanzregion aktiviert hier sensorische Neurone (Sch-NS), die ihrerseits bahnde Interneurone (Fac. Int.) aktivieren, die eine präsynaptische Erregung der sensorischen Neurone des Siphos (SN) bewirken. Das Dauerfeuer der Interneurone bewirkt Veränderungen in den Endknöpfen der sensorischen Siphoneurone, wodurch wieder immer mehr Ca^{++} einströmen und mehr Transmitter in den Spalt ausgeschüttet werden. Das führt zur Erhöhung der Anzahl der AP im Motoneuron. Der Kiemenmuskel kontrahiert bei jeder Berührung des Siphos wieder stärker. Der Kiemenrückziehreflex ist sensitiviert.

Rückziehreflexion von Kiemen und Siphos, die schrittweise schwächer wird und etwa nach 10 bis 15 Versuchsdurchgängen nicht mehr auftritt (habituiert). Neurophysiologisch erfolgt die Reizübertragung von den sensorischen Neuronen (SN in Abbildung 9.18) über eine synaptische Verbindung zum Motoneuron, wo die Übertragung über einen chemischen Neurotransmitter erfolgt. Bei wiederholter Reizung kommt es zu einer schnellen **Abnahme der Transmitterausschüttung** durch das sensorische Neuron, was entsprechend zur Verminderung der Rückziehbewegungen führt. Nach genügend vielen Durchgängen (Trials) führt dann eine Berührung des Siphos nicht mehr zu einer genügend starken Neurotransmitterausschüttung, um das Motoneuron von Kiemen und Saugrohr genügend zu erregen. Weiter zeigte sich, dass die Reduktion der Ausschüttung durch eine Abnahme des Ca^{++} -Ionen-Einstroms in die sensorische Synapse mit jedem neuen Aktionspotential verursacht wird. Somit lässt sich diese einfachste Form elementaren Lernens zurückführen auf chemisch induzierte Veränderungen in den **synaptischen Verbindungen** zwischen den beteiligten Neuronen (Kandel, 1979).

Neuronale Sensitivierung (sensitization) Hier erfolgt dieser Mechanismus im Prinzip umgekehrt: Sensibilisie-

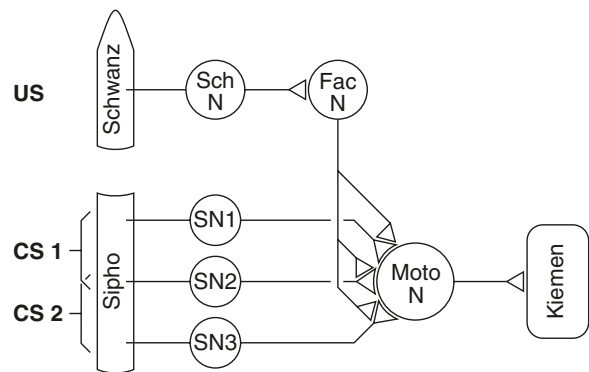
rung ist neurophysiologisch auf die **Erhöhung der Transmitterausschüttung** durch die Synapsen der sensorischen Interneurone am Motoneuron zurückführbar. Wenn man den Schwanz der Schnecke mit einem starken aversiven Stimulus (Wasserstrahl) reizt und den Siphos gleichzeitig mit einem schwachen taktilen Reiz, so erfolgt nach einer Reihe von Durchgängen wieder eine verstärkte Rückziehreflexion. Nun führen auch ursprünglich unwirksame Reize (leichte Berührung am Siphos) zu der Abwehrreaktion (Rückziehen von Kiemen und Siphos). Neurophysiologisch beruht dies auf einer Kopplung zwischen dem sensorischen Neuron des Schwanzes und der Verbindung von Siphos, Neuron und Motoneuron (vergleiche Abbildung 9.19). Diese Verbindung läuft über ein faszilitierendes Interneuron (fac. Int.), das eine präsynaptische Erregung der sensorischen Neurone des Siphos bewirkt. Dies führt hier zu einer zunehmend vermehrten Transmitterausschüttung. Die so aufgebaute Sensitivierung kann je nach Stärke des aversiven Reizes Minuten bis Wochen anhalten. Somit erfolgt auch hier der Lernprozess über Veränderungen der Neurotransmitterfreisetzung in den Synapsen zwischen den sensorischen Neuronen des Siphos und dem Motoneuron von Kiemen und Siphos.

Neuronale klassische Konditionierung Der in der Abbildung 9.19 dargestellte neurophysiologische Prozess wird zugleich auch als Grundlage zum Verständnis der klassischen Konditionierung diskutiert. Es wird argumentiert, dass klassische Konditionierung insofern dem dargestellten Sensibilisierungsprozess entspricht, als die Reaktion auf einen Reiz in einer bestimmten neuronalen Verbindung durch die Aktivität in einer anderen (ursprünglich dem neutralen Reiz zugehörenden) Verbindung verstärkt wird. Wird ein elektrischer Schock auf den Schwanz gegeben (US) und ein schwacher taktiler spezifischer Reiz (CS) auf den Siphon, so löst, wie beschrieben, nach mehreren solchen Kopplungen der CS allein die Aversivreaktion aus. Physiologisch erreicht die Erregung aus dem sensorischen CS-Neuron die Synapsen der US-Neurone am Motoneuron kurz vor deren Erregung durch den US, wodurch eine präsynaptische Aktivierung dieser das Motoneuron erregenden sensorischen Synapsen bewirkt wird (Hawkins & Kandell, 1984).

Die dargestellte neuronale Funktionsweise ist zugleich ein Beispielfall für die Arbeitsweise der nach ihrem Entdecker Donald Hebb benannten **Hebb-Synapsen**. Im Gegensatz zu anderen Neuronen haben Hebb'sche Synapsen die Eigenschaft, bei simultaner Erregung ihre Verbindung zueinander zu verstärken. Wird ein Neuron B über die Synapse des Neurons A wiederholt oder anhaltend überschwellig erregt, so führt dies hier in einem oder beiden Neuronen zu Stoffwechseländerungen oder Wachstumsprozessen, die eine spätere Erregung zunehmend erleichtern (Bahnung, Erhöhung der *synaptischen Effizienz*). Dies wird auch als **Hebb-Regel** bezeichnet (Hebb, 1949).

Reizgeneralisation Auch die Reizgeneralisation konnte an dem Aplysia-Modell untersucht und nachgewiesen werden. Der erweiterte Schaltkreis in Abbildung 9.20 zeigt zugleich das neurophysiologische Erklärungsmodell für den Mechanismus der Reizgeneralisation: Durch einen CS 1 werden die sensorischen Neurone 1 und 2 des Siphons kurz vor der Darbietung des US erregt, wodurch nur hier eine verstärkte Form der präsynaptischen Faszilitierung bewirkt wird. Die Konditionierung von CS 1 allein bewirkt daher nur eine teilweise, aber keine vollständige Generalisation auf einen ähnlichen, da benachbarten CS 2, der nur die Neurone 2 und 3 erregt (Hawkins & Candell, 1984).

Auf Einzelzellniveau betrachtet, beruht Lernen demnach, wie unsere gesamte cortikale Plastizität, auf der Bildung von Hebb-Synapsen. Diese haben die Eigenschaft, dass sich durch simultane Aktivität, prä- oder postsynaptisch, die Stärke ihrer Verbindungen erhöht. Diese grundlegenden molekularen Prozesse, die auch für das Behalten und Erinnern (siehe hierzu Kapitel 11.3, Biologische Basis des



9.20 Mechanismus der Reizgeneralisierung Durch einen Berührungsreiz CS 1 werden die sensorischen Neurone SN1 und SN2 aktiviert. Die nachfolgende US am Schwanz bewirkt hier nur eine Faszilitierung. Ein weiterer ähnlicher Reiz CS 2 erfährt durch die gemeinsame Nutzung von SN2 eine Erleichterung: teilweise Generalisierung.

Gedächtnisses) von Bedeutung sind, scheinen von einfachen Lebewesen (wie Aplysia) bis zum Menschen gleich zu sein.

9.4 Operante Konditionierung

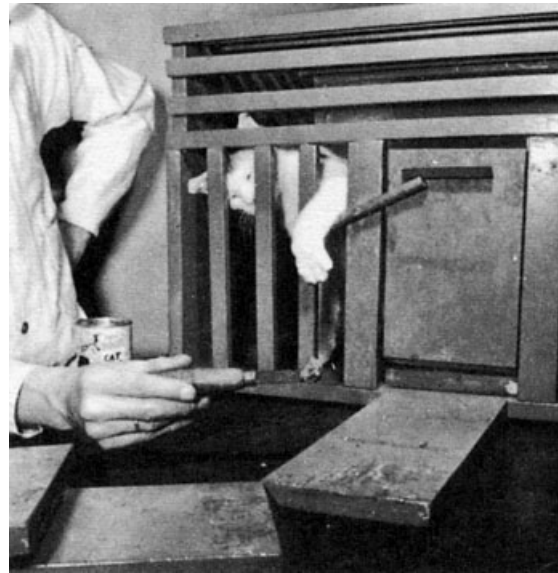
Lernen neuer Verhaltensweisen Im Gegensatz zur klassischen Konditionierung, bei der neutrale Stimuli eher automatisch mit reaktionsauslösenden Reizen assoziiert werden, lernt der Organismus durch die operante Konditionierung, sein *eigenes* Verhalten mit den daraus folgenden Konsequenzen zu assoziieren, die als Belohnung, Erfolg oder Misserfolg erlebt werden. Dementsprechend wird dieses Verhalten in Zukunft häufiger oder weniger häufig wiederholt. Wenn wir einem Hund ein neues Kunststück beibringen wollen, können wir mit dem Prinzip der klassischen Konditionierung wenig anfangen. Wie könnte ein unkonditionierter Stimulus einen Hund zum Beispiel dazu veranlassen, sich aufrecht zu setzen oder einen Salto zu machen? Um neue Verhaltensweisen aufzubauen, ist man seit alters her anders vorgegangen. Zunächst muss man das Tier in irgendeiner Weise dazu veranlassen, das gewünschte Verhalten (das Kunststück) durchzuführen. Daraufhin wird es dafür belohnt oder verstärkt, was das Tier dazu veranlasst, dieses Verhalten bald öfter zu wiederholen. In gleicher Weise lernen auch wir täglich unser Verhalten, das auf die Umwelt einwirkt (operant), auf Grund von Erfolg oder Misserfolg zu verändern – so ist auch die Konditionierung des kleinen Albert, der aus Furcht vor der Ratte pelzähnliche Objekte meidet, zum Teil eine operante Konditionierung, da die

verringerte Furcht nach der Flucht verstärkend wirkt. Diese, als **operante Konditionierung** (bisweilen synonym **instrumentelle Konditionierung**) bezeichnete Art des Lernens wurde insbesondere von den drei amerikanischen Psychologen E. L. Thorndike, J. B. Watson und B. F. Skinner untersucht und zu einer Theorie des Lernens ausgebaut.

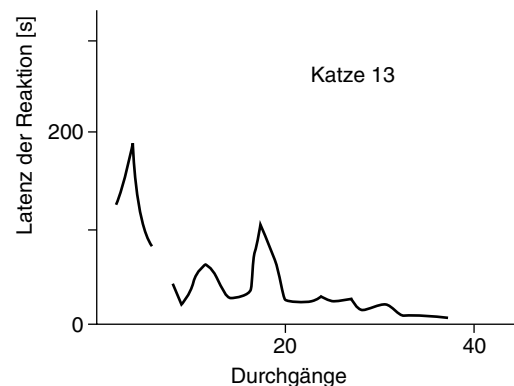
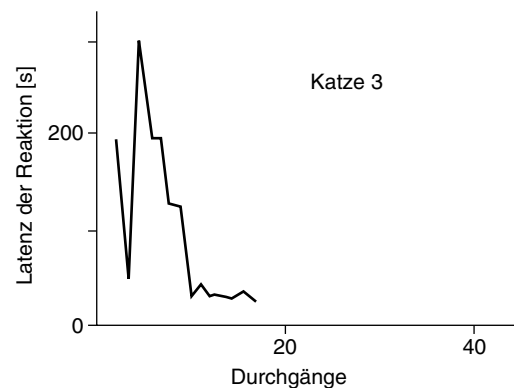
9.4.1 Thorndikes Gesetz des Effektes

Etwa zur gleichen Zeit, als Pawlow in Russland mit seinen Hunden experimentierte, machte Thorndike (1898) in Amerika die Beobachtung, wie sich Katzen aus ihren einfach verschlossenen Käfigen zu befreien lernten. In seinen vielfältigen Experimenten setzte Thorndike jeweils eine Katze einzeln in einen in besonderer Weise verriegelten Käfig (Problemkäfig) und beobachtete, wie sich die Katzen daraus befreien (Abbildung 9.21 A). Zunächst schenkten die Katzen dem außerhalb des Käfigs bereitgestellten Futter (Belohnung für die hungrige Katze) kaum Beachtung, sondern sie versuchten, in irgendeiner Weise der Gefangenschaft zu entkommen. „Die Katze versucht sich durch jede Öffnung zu zwängen, sie krallt und beißt sich an den Gitterstäben oder Drähten fest. Dabei hat sie irgendwann den Draht oder den Knopf in ihren Krallen, der die Tür öffnet. Allmählich werden all die anderen erfolglosen Versuche ausgelöscht und der besondere Impuls, der zu der erfolgreichen Ausführung führte, wird durch die erreichte Befriedigung eingepägt, bis sie nach vielen Durchgängen, wenn sie erneut in den Käfig gesteckt wird, sofort den Knopf oder Draht auf unzweideutige Weise betätigt“ (Thorndike, 1898, zitiert nach Zimbardo, 1995, S. 276). In den aufeinander folgenden Trials zeigten die Tiere die erforderliche Reaktion nach immer kürzeren Zeiten, schließlich sogar sofort, wenn sie in den Käfig gesetzt wurden. Wie Thorndike nachweisen konnte (vergleiche Lernkurven in Abbildung 9.21 B), war die Behaltensleistung bei einigen Katzen auch noch nach 38 beziehungsweise 74 Tagen ungemindert gut erhalten.

Das von den Katzen gezeigte Verhalten schien aber ohne Einsicht zu sein, denn auch ein Zeigen der richtigen Lösung (die Pfote der Katze wurde auf den Riegel gelegt und mit diesem bewegt) brachte kaum einen Lernfortschritt. Das Verhalten der Katzen schien Thorndike vielmehr von **Versuch und Irrtum** (*trial and error*) bestimmt zu sein. Wenn eine bestimmte Verhaltensweise (Öffnen eines Riegels) zum Erfolg führte und *unmittelbar* durch das vor dem Käfig stehende Futter bekräftigt wurde, wurde diese Verhaltensweise in den nachfolgenden Versuchsdurchgängen häufiger gezeigt: Sie wurde gestärkt. Diese bekräftigende Wirkung nannte Thorndike das **Gesetz des Effektes** (*law of effect*). Es besagt, dass Lernen durch seine



A



B

9.21 (A) Einer von Thorndikes Problemkäfigen, aus denen sich die darin eingesperrten Katzen selbst zu befreien lernten. (B) Aus diesen Experimenten von Thorndike (1898) stammen die ersten Lernkurven. Die Kurven zeigen die Abnahme der Latenzzeiten bei den wiederholten Durchgängen. Die obere Kurve (Katze 3) zeigt ferner die gute Behaltensleistung der gelernten Reaktion nach einem Intervall von 38 Tagen.

Konsequenzen kontrolliert wird. Das heißt, beim operanten Konditionieren werden aus der Menge möglicher, zufällig gezeigter Reaktionen nach dem Gesetz des Effektes diejenigen ausgewählt und beibehalten, denen unmittelbar eine positive Konsequenz folgt. Man nennt dies **Lernen am Erfolg**.

Dieser Ansatz entspricht zugleich der Darwin'schen Evolutionstheorie, von der Thorndike sehr beeindruckt war. Nach Darwins Gesetz des „*Survival of the Fittest*“ werden durch „natürliche Zuchtwahl“ aus der Menge zufälliger Variationen eines Tierstammes gerade diejenigen ausgewählt, die das Überleben der Art sichern. Analog hierzu lässt sich Thorndikes Gesetz des Effektes dahingehend verstehen, dass es das Erhaltenbleiben der günstigsten Reaktionen sichert (Schwarz, 1989).

■ Beim **Lernen am Erfolg** wird, im Gegensatz zur Pawlow'schen klassischen Konditionierung, Lernen nicht als eine Assoziation zwischen zwei Reizen verstanden, sondern als eine Reiz-Reaktions- (SR-) Assoziation, wobei diese Verbindung zwischen einem Stimulus (S) und der ausgewählten Reaktion (R) des Organismus durch Bekräftigung verstärkt wird (Gesetz des Effekts).

Wir können also bereits hier als wichtigen Unterschied festhalten: Bei der Pawlow'schen Konditionierung wird ein vorhandenes Verhalten an einen neuen Reiz angeknüpft und bleibt sich in etwa gleich. Bei der operanten Konditionierung ähnelt das (durch Futter) belohnte Verhalten nicht dem normalerweise durch Futter ausgelösten Verhalten.

9.4.2 Skinners experimenteller Ansatz

Aufbauend auf Thorndikes Auffassung, dass Lernen wesentlich durch die Auswirkung des Verhaltens und seinen Erfolg bestimmt wird, entwickelte B. F. Skinner (1904–1990) eine Verhaltenstechnologie, die es ihm erlaubte, zum Beispiel Tauben solche ungewöhnlichen Verhaltensweisen beizubringen wie Ping-Pong-Spielen, in einer Acht zu laufen oder ein Geschoss auf Kurs zu halten, indem sie auf einen bestimmten Zielpunkt auf einem Bildschirm pickten.

Grundlegend unterschied schon Skinner zwei Arten von Reaktionen: Verhalten, das durch Reize ausgelöst wird (*elicited behavior* oder *respondent behavior*), und Verhalten, das von sich aus hervorgebracht wird (*emitted behavior*, später *operant behavior*). Ersteres sei an situative Reize wie einen Ton oder ein Lichtsignal gebunden und werde nach Art des bedingten Reflexes gelernt. Die meisten Verhaltensweisen seien jedoch nicht an Reize gebunden, son-

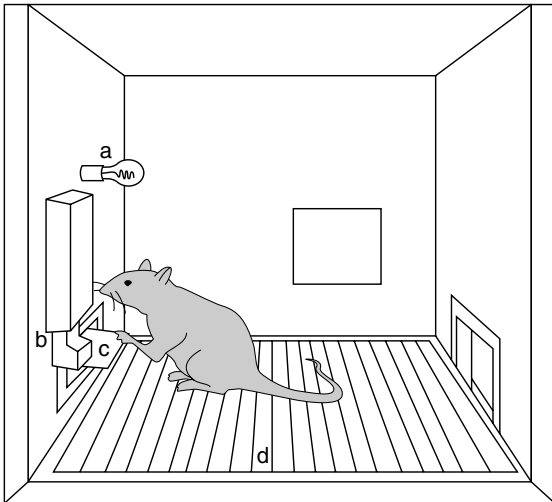
dern würden vielmehr um ihrer Wirkung willen hervor gebracht. Sie seien also Wirkreaktionen und somit operantes Verhalten (*operant behavior*).

Das Grundmuster der operanten Konditionierung demonstriert das Konditionieren in der inzwischen berühmten, so genannten **Skinner-Box** (Abbildung 9.22), die Skinner für seine bahnbrechenden Untersuchungen konstruierte. Die Box besteht typischerweise aus einem schallisolierten leeren Exkurs, in welchem sich nur ein Hebel befindet, den das Tier drücken oder bepicken kann, ferner eine Öffnung, durch die automatisch Futter oder Wasser als Belohnung verabreicht werden kann, sowie eine Vorrichtung, die jede Reaktion automatisch registriert. Wird, wie in unserem Bildbeispiel, eine Ratte in die Skinner-Box gesetzt, so zeigt sie typischerweise zunächst ein Explorationsverhalten, das heißt, sie bewegt sich schnuppernd umher, wobei sie auch zufällig einmal den Hebel inspiziert oder drückt. Beobachtet wird dabei, wie oft die Ratte den Hebel in einer bestimmten Zeit drückt, ohne dass dies mit Futter bekräftigt wird. Die Häufigkeit, mit der dieses Verhalten gezeigt wird, das heißt die zufällige Verhaltenshäufigkeit, benutzte Skinner als experimentelles Referenzniveau und bezeichnete es als *preconditioned operant level*. Es stellt die Baseline oder Ausgangshäufigkeit des untersuchten Verhaltens (Hebeldrückens) dar. Nachdem diese Grundverhaltenshäufigkeit festgestellt ist, wird das automatische Futtermagazin (links in der Abbildung) eingeschaltet, so dass nun bei jedem Hebeldrücken eine Futterpille als Belohnung freigegeben wird. Nachdem die Ratte die Futterpille gefressen hat, wird sie sehr bald erneut auf den Hebel drücken. Das Futter führt also zu einer Verstärkung (*Reinforcement*) des Hebeldrückens. Dies führt sehr bald zu einem drastischen Ansteigen des Hebeldrückens. Wird nun das Futtermagazin wieder ausgeschaltet, so dass die Ratte keine Bekräftigung für das Hebeldrücken erhält, nimmt die Häufigkeit des Hebeldrückens sehr bald wieder ab. Hier zeigt sich, dass auch eine operant konditionierte Reaktion der Extinktion unterliegt, wenn sie nicht weiter verstärkt wird, ähnlich, wie wir es bereits bei der klassischen Konditionierung kennen gelernt haben. Entsprechend zeigt sich auch bei der operanten Konditionierung das Phänomen der Spontanerholung: Wenn nämlich nach der Extinktion die Ratte nach einer Pause wieder in die Skinner-Box gesetzt wird, wird sie „spontan“ öfter den Hebel drücken als bei der Erhebung der Baseline.

Das dargestellte Beispiel macht zugleich einen wichtigen Unterschied sichtbar: Bei der klassischen Konditionierung ist das Tier passiv, es wartet auf einen CS, der die Reaktion als Antwort auslöst (*respondentes Verhalten*). Bei der operanten Konditionierung ist das Tier aktiv, es erhält die Belohnung nicht eher, als es etwas von sich aus getan hat (*operantes Verhalten*).



A

a Licht, b Futtermagazin, c Hebel, d elektrischer Rost
B

9.22 Skinner-Box im Einsatz Innerhalb der Box (rechts) kann die Ratte einen Hebel drücken, wofür sie unter bestimmten Bedingungen (zum Beispiel zusätzlicher Lichtreiz) automatisch eine Futterbelohnung erhält. Über eine Messapparatur (Rechner) werden die Reaktionen und Reizvorgaben registriert.

Bei der **operanten Konditionierung** erhöht sich die Wahrscheinlichkeit einer bestimmten operanten Reaktion in einer spezifischen Reizumgebung durch nachfolgende Verstärkung, oder allgemeiner: Operantes Konditionieren verändert die Wahrscheinlichkeit der operanten Reaktionen als Funktion ihrer Konsequenzen (Paradigma der operanten Konditionierung).

Experimentelle Analyse des Verhaltens Skinner entwickelte auf dieser Basis, anknüpfend an das Gedankengut des behavioristischen Manifestes von J. B. Watson, die so genannte **experimentelle Analyse des Verhaltens**, wie er seinen Ansatz selbst nennt. Entscheidend für das Verständnis unseres Verhaltens ist es, die Ausführungen des Verhaltens in der Umwelt ausfindig zu machen (externe Wirkung), die (als Verstärker) unsere vorausgehenden Reaktionen beeinflussen. Annahmen über innere Bedingungen wie Hunger, Befriedigung, Intentionen oder Absichten eines Organismus wies er streng zurück, da sie ihm eher als Vermutungen oder Rückschlüsse erschienen, nicht aber experimentell belegbar waren. Er formuliert keine Theorien darüber, was in einem Organismus vorgeht. So werden auch notwendigerweise angenommene innere Bedingungen wie Hunger ausschließlich operational definiert, zum Beispiel als Nahrungsentzug für eine bestimmte Zeit, denn nur so könnten vorhersagbare Beziehungen zwischen beobachteten Aktivitäten und Umweltbedingungen empirisch bestimmt und experimentell untersucht werden. So bedeutet experimentelle Analyse des Verhaltens, dass man durch systematisches Variieren der Reizbedingungen die möglichen unterschiedlichen Erfahrungen entdeckt, die die Auftretenswahrscheinlichkeit der untersuchten Reaktionen beeinflussen oder bedingen: „Die Aufgabe einer experimentellen Analyse besteht in der Entdeckung all jener Variablen, die die Auftretenswahrscheinlichkeit der Reaktion beeinflussen“ (Skinner, 1966, zitiert nach Zimbardo, 1995, S. 277). Daraus ist auch folgerichtig zu verstehen, dass Skinner einen **Verstärker** nicht als eine Belohnung für den Organismus ansieht, sondern vielmehr definiert als einen Reiz (Ereignis), der einer Reaktion folgt und damit deren Auftretenswahrscheinlichkeit erhöht. Dies lässt sich nämlich empirisch messen und variieren. Das oben bereits charakterisierte Paradigma der operanten Konditionierung umfasst im Wesentlichen drei Bestandteile:

1. die Verstärker (das Reinforcement)
2. die diskriminativen Reize
3. die Verhaltenskontingenzen

Prinzipien der Verstärkung Nach Skinners Konzept wird unter einem Verstärker (Reinforcer) jeder Reiz oder jedes Ereignis verstanden, das die Auftretenswahrscheinlichkeit einer vorangehenden Reaktion erhöht. Ein Verstärker kann also zwar auch eine greifbare Belohnung

sein, aber ebenso gut nur eine Aufmerksamkeitszuwendung, ein Wort, eine Geste oder eine veränderte Situation, wie eine Pause nach getaner Arbeit.

Es werden zwei grundlegende Arten von Verstärkern unterschieden: **positive und negative Verstärker**. Positive Verstärker führen zu einer Stärkung oder höheren Auftretenswahrscheinlichkeit einer vorausgegangenen Reaktion oder Verhaltensweise. Futter oder Wärme sind positive Verstärker für Tiere; Aufmerksamkeit, Lob oder Geld sind gebräuchliche Verstärker bei Menschen.

Negative Verstärker führen zu einer Verstärkung oder höheren Auftretensweise der Reaktion, wenn sie nach dieser vermindert oder entfernt werden. Beispiele hierfür sind das Abschalten von starkem Lärm, grellem Licht oder das Entziehen von Zuwendung und Aufmerksamkeit. Von der negativen Verstärkung zu unterscheiden ist die **Bestrafung**. Sie beinhaltet die Verabreichung eines aversiven Reizes nach einer Reaktion. Dies führt in der Regel zu einer Senkung der Auftretenswahrscheinlichkeit dieser Reaktion.

9.4.3 Generalisierte Verstärker und Verstärkerpläne

Generalisation und Diskrimination Ebenso wie bei der klassischen Konditionierung finden sich auch bei der operanten Konditionierung die Phänomene der Generalisation und der Diskrimination. Wenn zum Beispiel ein Kind von seinen Eltern belohnt wird dafür, dass es ans Telefon geht und Telefongespräche annimmt, wird es dieses Verhalten zunächst auch auf andere Situationen generalisieren, wenn es zum Beispiel bei Freunden zu Gast ist und dort das Telefon klingelt (Generalisation). Da dies den Gastgebern zumeist aber nicht willkommen ist, wird das Kind hier eher negative Erfahrungen mit seinem Verhalten machen und hier bald nicht mehr ans Telefon gehen (Diskrimination). Durch solche Situationen wird das Kind diskriminieren (unterscheiden) lernen zwischen verschiedenen Situationen beziehungsweise Reizen. Nach einigen Wiederholungen dieser Erfahrung wird das elterliche Telefon zu einem positiven diskriminativen Stimulus S^D , auf den Verstärkung erfolgt. Das fremde Telefon wird zum negativen diskriminativen Stimulus S^A , auf den keine Verstärkung erfolgt. Die hier zu Grunde liegenden Gesetzmäßigkeiten hat Skinner im Rattenexperiment im Detail untersucht.

Wenn wir unser Experiment in der Weise verändern, dass die Ratte nur dann für ihr Hebeldrücken eine Belohnungspille erhält, wenn während dieser Zeit das kleine Lämpchen brennt, die Ratte also nur ein selektives Reinforcement erhält, wird die Ratte nach einigen solchen Durchgängen bald nur noch dann den Hebel

drücken, wenn das Licht angeschaltet ist. Und damit wird der Lichtreiz für die Ratte zu einem **diskriminativen Stimulus** (S^D). Der diskriminative Reiz zeigt nun an, wann es lohnt, die Taste erfolgreich zu drücken. Menschen lernen so nicht nur, was sie tun sollen, sondern auch, wann sie es tun sollen beziehungsweise wann es sich lohnt.

Damit ist auch hier der diskriminative Stimulus durch seine Vorhersagekraft charakterisiert. Diese Vorhersage fasste Skinner in folgender Formel zusammen:

$$S^D \rightarrow R \rightarrow S^R$$

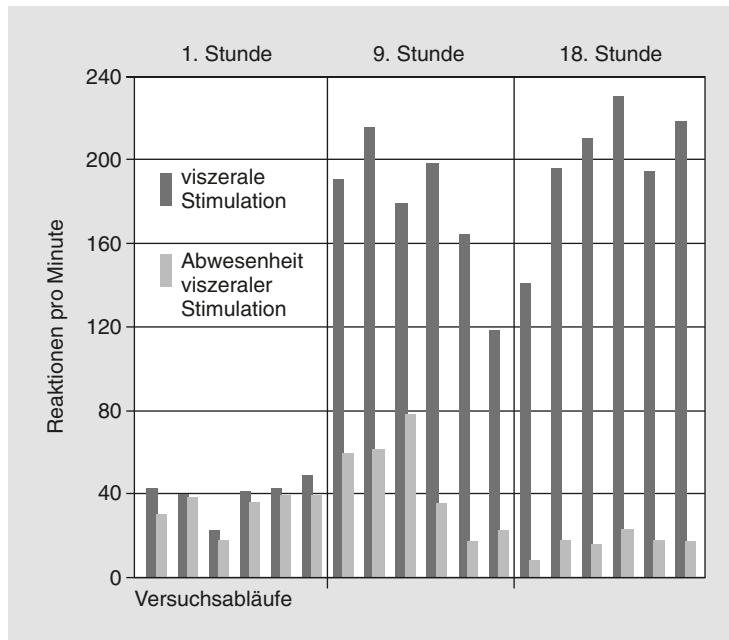
In Gegenwart eines diskriminativen Reizes (S^D) folgt auf eine operante Reaktion (R) ein verstärkender Stimulus (S^R). So erhält ein Kind zum Beispiel eine Belohnung für sein Verhalten (R) nur, wenn es zu Hause und die Mutter (S^D) anwesend ist, oder nur, wenn es in der Schule ist, und so weiter.

Zur Verdeutlichung der ständigen Präsenz dieses Grundparadigmas noch folgendes Beispiel: Wenn bei uns das Telefon klingelt, so ist das ein S^D dafür, dass uns jetzt jemand sprechen will. Wenn wir jetzt den Hörer abnehmen, werden wir mit großer Sicherheit durch die hoffentlich freundliche Stimme des Anrufers belohnt. Wir haben es längst gelernt, dass es sich nicht lohnt, wenn das Telefon nicht klingelt, den Hörer abzunehmen und „Hallo“ zu sagen, denn dann antwortet uns niemand. Oder wenn im Konzertsaal die Lichter ausgehen, so ist das ein S^D dafür, jetzt die Plätze einzunehmen und die Unterhaltung einzustellen, wofür wir mit dem Konzert belohnt werden.

In dieser Weise lassen sich fast alle Reaktionen und menschlichen Verhaltensweisen unter die Kontrolle manipulierbarer Umweltreize bringen, durch die das Verhalten kontrolliert werden kann. Nach Skinner steht damit das Verhalten unter **Stimuluskontrolle**. Wenngleich auch hier das konditionierte Verhalten unmittelbar auf den Reiz hin erfolgt, wird die Verhaltensweise hier jedoch nicht automatisch ausgelöst, wie durch den CS in der klassischen Konditionierung.

Da Organismen offenbar gegenüber diskriminativen Reizen sehr aufmerksam sind, können sie durch **Diskriminationstraining** lernen, auch zwischen sehr ähnlichen Reizen zu unterscheiden. Daher lässt sich dieses Verfahren auch zu diagnostischen Zwecken, zur Messung der absoluten und der relativen **Wahrnehmungsschwellen**, verwenden. Dadurch sind solche diagnostischen Wahrnehmungsbestimmungen schon bei Kleinkindern vor dem Spracherwerb möglich geworden. Das heißt, es lässt sich bestimmen, wie weit ein Individuum in der Lage ist, kleinste Unterschiede zwischen zum Beispiel ähnlichen Tönen, Gerüchen, Farben oder Umrissen wahrzunehmen.

Exkurs 9.5: Diskrimination innerer (interozeptiver) Reize



Als diskriminativer Stimulus wurde in dieser Untersuchung ein mechanischer Reiz an der Innenwand des Dünndarms (Aufblasen eines kleinen Ballons, S^D), oder Entleeren desselben, S^A , verwendet. Sobald die Tiere durch kontingente Verstärkung gelernt hatten, einen Hebel zu drücken, wurde das Hebeldrücken nur noch dann verstärkt, wenn der Ballon aufgeblasen war. Das Resultat dieser selektiven S^D - S^A -Diskrimination

zeigt die beigefügte Abbildung. Während der ersten Stunde sind die Reaktionen auf S^D und S^A noch kaum unterschiedlich. Jedoch bereits nach 9 Stunden und erst recht nach 18 Stunden differenzieller Verstärkung erfolgt das Hebeldrücken eindeutig fast ausnahmslos nur noch bei Anwesenheit der viszzeralen Stimulation (S^D) und ist damit unter Stimuluskontrolle (nach Slucki, Adam & Porter, 1965).

Mit dieser Methode der selektiven Verstärkung von S^D und S^A konnte nachgewiesen werden, dass auch geringe internale beziehungsweise interozeptive Reize, die für unser Verhalten von Bedeutung sind, konditionierbar sind. Dies verdeutlicht eine Untersuchung an Rhesus-Affen, die in Exkurs 9.5 dargestellt ist.

Konditionierte Verstärker Die meisten der bisher besprochenen Verstärker waren so genannte primäre Verstärker, das heißt, sie sind wie Essen und Trinken von Natur aus angeborenermaßen belohnend, da sie unsere natürlichen Bedürfnisse befriedigen. Ihnen werden die erlernten, **konditionierten** oder **sekundären Verstärker** gegenübergestellt. Prinzipiell kann jeder beliebige Stimulus zu einem konditionierten Verstärker werden, dadurch, dass er durchgängig mit einem primären Verstärker gepaart wird und damit vorhersagbar zur primär verstärkten Reaktion führt. Er erlangt dadurch bald selbst verstärkende Wirkung. Das **Lernparadigma** hierfür unterscheidet sich nur geringfügig von dem der operanten

Konditionierung. Wenn die Ratte in der Skinner-Box den Hebel drückt, hört sie zunächst ein Tonsignal, auf das unmittelbar eine Futterbelohnung erfolgt. Sobald die Ratte gelernt hat, dass das Tonsignal die Freigabe des Futters signalisiert, wird sie den Hebel auch dann noch drücken, wenn sie dadurch nur noch den Ton auslösen kann. Diese verstärkende Kraft besteht auch nach einer Extinktion fort. Wird das Verhalten nämlich gelöscht, indem auf das Hebeldrücken weder Futter noch ein Tonsignal erfolgt (kein Reinforcement) und das Tier also aufhört, den Hebel zu drücken, so kann man das Hebeldrücken nun dadurch wieder aktivieren, dass man statt der normalen Futter-Verstärkung allein das Tonsignal als Verstärker darbietet. Das Tonsignal ist somit zum *sekundären Verstärker* geworden, der die Nahrung signalisiert.

Durch solche sekundären Verstärker wird der Bereich der operanten Konditionierung wesentlich erweitert, ähnlich wie dies für die Konditionierung höherer Ordnung bei der klassischen Konditionierung der Fall ist.

Betrachtet man unter diesem Gesichtspunkt menschliches Verhalten, so zeigt sich, dass dies zumeist weniger durch primäre Verstärker als vielmehr durch eine große Vielfalt solcher konditionierter Verstärker beeinflusst, geregelt und gesteuert wird. Zu den verbreitetsten Verstärkern gehören wohl Geld, Lob oder Titel, aber auch Lächeln, freundliches Zunicken oder leichtes Klopfen auf die Schulter können und werden erfolgreich zur Steuerung von Verhalten eingesetzt. Etliche dieser sekundären Verstärker etablieren sich schon früh in unserer kindlichen Sozialisation. Sie können dann, wie das Geld, eine hohe Reaktionsrate aufrechterhalten, sogar dann, wenn sie für längere Zeit nicht mehr in primäre Verstärker eingetauscht werden. Sekundäre Verstärker, so wie Geld, können auch um ihrer selbst willen gehortet und zum alleinigen Ziel des Verhaltens werden.

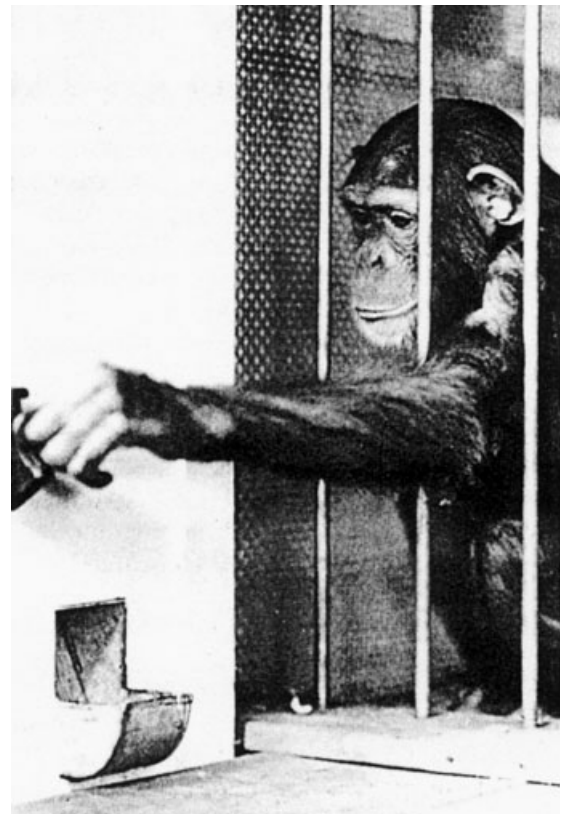
Konditionierte Verstärker, die sich nicht nur zur Kontrolle einer bestimmten Reaktion, wie im Rattenbeispiel, sondern zur Kontrolle mehrerer verschiedener Reaktionen und Verhaltensweisen verwenden lassen, bezeichnet man als **generalisierte konditionierte Verstärker**.

Wie schon die Beispiele deutlich machen, gibt es viele Situationen, wie in der Schule, zu Hause oder im psychologischen Experiment, in denen sekundäre Verstärker häufig wirksamer sind als primäre. Das wird darauf zurückgeführt, dass

1. sie schneller anwendbar sind,
2. sie überall bei der Hand sind,
3. fast jede Reizsituation als Verstärker brauchbar ist,
4. sie allermeist nicht zu Übersättigung führen,
5. ihr verstärkender Einfluss nur von der Wahrnehmung abhängig ist und damit schneller wirkt, als das bei der Verarbeitung biologischer primärer Reize der Fall ist.

Auf diesem Prinzip, dass praktisch jeder beliebige Reiz zum konditionierten Verstärker werden kann, hat man in verschiedenen therapeutischen Einrichtungen so genannte Gutschein-Verstärkersysteme (*token economies*) aufgebaut und als Mittel zur Verhaltensmodifikation verwendet, indem bestimmte erwünschte Verhaltensweisen (Medikamenteneinnahme oder Körperpflege) in Form von einlösbaren Gutscheinen (*tokens*) bekräftigt werden; ein Verfahren, das sich auch bei höheren Tieren (Affen) erfolgreich anwenden lässt (vergleiche Abbildung 9.23).

Kontingenzprinzip der Verstärkung In der operanten Konditionierung bezeichnet **Kontingenz** (Lateinisch *contingere* für berühren) die zeitliche und konsistente Beziehung zwischen der Verhaltensreaktion und der nachfolgenden Verstärkung. Durch Manipulation dieser Verhaltenskontingenz lässt sich die Auftretenswahrscheinlichkeit eines bestimmten Verhaltens vergrößern oder verkleinern.



9.23 Schimpanse beim Einlösen seiner erhaltenen Tokens (Münzen) am Automaten, um die „wohlverdienten“ Rosinen zu erhalten.

Wenn beispielsweise eine Versuchsratte in ihrem Käfig eine Futterpille erhält, wenn sie eine bestimmte Verhaltensweise zeigt, zum Beispiel sich aufrichtet, so wird die Häufigkeit des Sich-Aufrichtens ansteigen. Damit aber nur diese Verhaltensweise häufiger gezeigt wird und nicht irgendeine andere, muss die Futterpille *kontingent*, das heißt regelmäßig und genau nach diesem Sich-Aufrichten verabreicht werden, nicht aber nach anderen Verhaltensreaktionen wie Sich-Drehen, Laufen oder Sich-Putzen. Es handelt sich also um eine Beziehung im Sinne von wenn a, dann b. Dabei ist es jedoch nicht nötig, dass immer wenn a, dann auch b erfolgt. Wichtig ist für die Steigerung der Verhaltenshäufigkeit vielmehr, dass b nur erfolgt, wenn a zuvor gezeigt wurde.

Somit umfasst das Prinzip der Kontingenz zwei Faktoren: (1) den **Zeitfaktor** und (2) den **Häufigkeitsfaktor**.

Ersterer beinhaltet, dass die Verstärkung in (variierbarer) unmittelbarer zeitlicher Folge auf die ausgeführte Verhaltensreaktion erfolgt. Der Häufigkeitsfaktor bezeichnet die (ebenfalls variierbare) Häufigkeit, mit der die Verstärkung nach Auftreten der Verhaltensreaktion gegeben wird. Das

Tab. 9.1: Kontingenzpläne der operanten Konditionierung.

Art der Verstärkung	diskriminativer Reiz (S ^D)	ausgelöste Reaktion (R)	Reizkonsequenz (S ^R)
1. Positive Verstärkung – Eine Handlung in Gegenwart eines diskriminativen Reizes wird verstärkt.	Getränkeautomat	Münze einwerfen	Getränk erhalten
2. Negative Verstärkung, Flucht – Das operante Entkommen aus einer vorhandenen unangenehmen (aversiven) Situation wird verstärkt, wirkt verstärkend.	Sonnenhitze	in Schatten gehen	der Hitze entkommen
3. Negative Verstärkung, Vermeidung – Das operante Vermeiden einer drohenden unangenehmen Situation wird verstärkt, wirkt verstärkend.	Gefahrssignal im Cockpit	Schleudersitz betätigen	den eigenen Absturz vermeiden
4. Löschung – Eine konditionierte operante Reaktion wird nicht weiter verstärkt. Ihre Auftretensrate sinkt.	kein (diskriminativer) Reiz	albernes Benehmen	niemand beachtet es
5. Bestrafung – Einer Reaktion folgt ein aversiver Reiz. Die Reaktion wird eingestellt, unterdrückt oder verändert.	schöne Streichholzschachtel	mit Streichhölzern spielen	sich verbrennen, erwischt oder bestraft werden

heißt, es braucht nicht jede Reaktion verstärkt zu werden, um einen optimalen Effekt zu erzielen. So haben bestimmte Muster von Kontingenzen (etwa bei Verstärkerplänen, siehe unten) unterschiedliche Auswirkung auf die Verhaltensänderung. Zusammengefasst heißt das: Um die Auftretensrate eines bestimmten Verhaltens zu erhöhen, ist es notwendig, die Verstärkung nur dann (wenn auch nicht immer) und unmittelbar zu geben, wenn die erwünschte Reaktion gezeigt wird, nicht aber nach irgendwelchen anderen Reaktionen. Im Sinne Skinners formuliert heißt das:

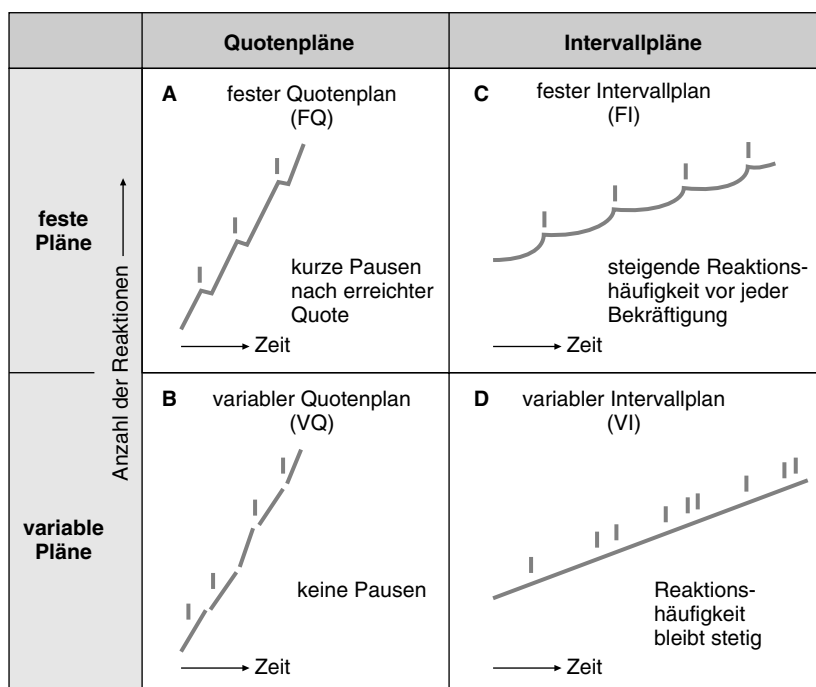
- Eine Verhaltensweise wird nur dann effektiv verstärkt, wenn die Bekräftigung **kontingent**, also mit der erwünschten Reaktion geboten wird.

Skinner war darum bemüht zu zeigen, dass die gelernten komplexen Verhaltensweisen als das Produkt bestimmter Muster von Kontingenzen verstanden werden können. In vielfältigen Untersuchungen wurden unterschiedliche Pläne der zeitlichen Abfolge und der Häufigkeit von Reizen zur Bekräftigung erwünschter Reaktionen aufgestellt und untersucht. Das *Kontingenzprinzip* gilt als zentrales und wichtiges Konzept in der operanten Konditionierung, das sich wesentlich von dem Konzept der *Kontinguität* (nur bestimmte zeitliche Nähe von CS und US) der klassischen Konditionierung unterscheidet.

Kontingenzpläne Für die experimentelle Analyse des Verhaltens, die **Verhaltensanalyse**, ist es wichtig, die eigentlichen Verstärker zu entdecken, durch deren Kontingenz bestimmte, vielleicht unerwünschte Verhaltensweisen aufrechterhalten werden. Soll das Verhalten geändert werden, müssen entsprechend neue Verstärkungsbedingungen festgelegt werden, unter denen verhindert wird, dass unerwünschtes Verhalten unbemerkt verstärkt wird. So sollten Eltern ihrem Kind gerade dann Aufmerksam-

keit schenken, wenn es wünschenswerte Verhaltensweisen zeigt, und nicht erst, wie häufig, wenn es Unerwünschtes tut oder wenn es weint oder gar schreit. Auch eine vielleicht strafende Zuwendung kann für das Kind mehr bedeuten als seine Nichtbeachtung. Vielfach wenden sich Eltern ihrem Kind, das etwas haben oder sagen will, erst dann zu, wenn es schließlich zu schreien beginnt, womit sie ungewollt natürlich auch den Trotz oder das Schreien verstärken, da die verstärkende Zuwendung nun kontingent (was nicht heißt: immer) auf das Schreien erfolgt. Auch wenn Kinder aus Krankheitsgründen nicht zur vielleicht ungeliebten Schule gehen müssen und dabei zu Hause mehr Zuwendung erfahren, kann das durch diese ungewollte Bekräftigung dazu führen, dass die Kinder sich häufiger krank fühlen (Lustgewinn der Krankheit). Die fünf wichtigsten Beziehungen zwischen Reaktion und Verstärkung bei der operanten Konditionierung sind als **Kontingenzpläne** in Tabelle 9.1 zusammengefasst.

Premack-Prinzip der bevorzugten Aktivität Eine Erweiterung hat die operante Konditionierung durch die Erkenntnis erfahren, dass nicht nur physikalische Reize, sondern vielmehr auch eigene Aktivitäten als Verstärker eingesetzt werden können, um die Häufigkeit einer weniger geschätzten Aktivität zu steigern. Premack konnte zeigen, dass Ratten unter Flüssigkeitsdeprivation lernen können, ihre Laufaktivität zu steigern, wenn sie nach dieser Reaktion Wasser trinken konnten, was noch nicht ungewöhnlich ist. Aber wird den nicht durstigen Ratten in einem weiteren Experiment die Möglichkeit zur Bewegung vorenthalten, so nehmen sie mehr Flüssigkeit zu sich, wenn sie danach rennen dürfen (Premack, 1965). In einem anderen Experiment wurde Kindern die Möglichkeit geboten, an einer Flippermaschine zu spielen oder Kekse zu essen. Kinder, die lieber Kekse aßen als zu flippern, flipperten häufiger, wenn sie danach Kekse zu essen



9.24 Verstärkungspläne bei partieller Bekräftigung (senkrechte Punkte) mit typischen Reaktionskurven, wie sie Skinner zuerst bei seinen Labortauben fand. Sowohl bei Menschen als auch bei den Versuchstieren führen Quotenbelohnungen (Bekräftigung nach fester beziehungsweise variabler Stückzahl) zu schnelleren beziehungsweise höheren Leistungsraten als Intervallbelohnungen (Bekräftigung nach festen beziehungsweise variablen Zeitintervallen). Aber auch die Vorhersagbarkeit der Bekräftigung ist wichtig. Vorhersagbare (feste) Pläne führen zu höheren und stufenförmigen Reaktionskurven, mit Pausen nach Erreichen der Quote (fester Quotenplan) oder Reaktionssteigerungen vor der zeitlich erwarteten Belohnung (fester Intervallplan). Unvorhersagbare (variable) Intervallverstärkung erbringt die langsamsten Reaktionen (nach Skinner, Teaching Machines, Scientific American, 1961).

bekamen. Und umgekehrt: Kinder, die lieber flipperten, aßen dann mehr Kekse, wenn sie dafür mit der Möglichkeit zu flippeln belohnt wurden (Premack, 1959).

- ! Eine bevorzugte Aktivität führt, wenn sie kontingent nach einer weniger geschätzten Verhaltensweise ausgeführt werden darf, zu einer größeren Häufigkeit der weniger geschätzten Verhaltensweise, die sie verstärkt.

Verstärkungspläne Bislang haben wir in unseren Beispielen angenommen, dass *jede* gewünschte Reaktion, wenn sie auftritt, verstärkt wird. Ein solches Vorgehen wird als **kontinuierliche Verstärkung** (*continuous reinforcement*) bezeichnet. Unter solchen Bedingungen erfolgt der Lernanstieg zwar schnell, aber wenn die Belohnung aussetzt, zum Beispiel die Ratte in der Skinner-Box keine Futterpillen mehr erhält, setzt die Extinktion unmittelbar ein, das heißt, die Ratte hört bald auf, den Hebel zu drücken, so wie auch wir sehr bald aufhören würden, Geld in einen Zigarettenautomat zu werfen, wenn wir ein- oder zweimal keine Ware für unseren Einwurf erhalten haben. Mag sein, dass wir eine Woche spä-

ter jedoch einen neuen Versuch starten (Spontanerholung).

Normalerweise, wie in unserem Alltag, wird kaum jede einzelne Handlung kontinuierlich verstärkt. Unser Arbeitseinsatz zum Beispiel wird nicht jedes Mal direkt belohnt. Oft müssen wir lange auf eine Anerkennung warten. Oder für einen Angler führt nicht jeder Wurf zu einem Fang. Dennoch wird das Verhalten beibehalten oder sogar intensiviert, weil es doch immer mal wieder verstärkt wurde. Dieses Phänomen, dass Lernen auch erfolgt und das gelernte Verhalten auch beibehalten wird, wenn es nur gelegentlich verstärkt wird, bezeichnet man als **partielle Verstärkung** (*partial reinforcement*). Partielle Verstärkung führt zu einem langsameren Lernanstieg, aber zu einer wesentlich größeren **Löschungsresistenz** als kontinuierliche Verstärkung. Bereits Skinner konnte diesen Effekt im Laborexperiment beeindruckend demonstrieren. Nachdem seine Tauben gelernt hatten, auf eine Scheibe zu picken, um dafür zunächst jedes Mal Futter zu erhalten, führte er schrittweise eine nur partielle Bekräftigung ein, bis schließlich nur noch ganz selten und un-

vorhersehbar eine Belohnung gegeben wurde – mit dem Resultat, dass die Tauben nun bis zu 150 000-mal pickten, ohne eine Belohnung zu erhalten (Skinner, 1953). Auch das Verhalten mancher Lottospieler, die nur selten – wenn überhaupt – einen Gewinn erhalten haben, lässt sich hier als Beispiel anführen. Dieses Phänomen, dass partielle oder **intermittierende** Verstärkung zu einer sehr hohen Löschungsresistenz führt, wird als partielle Verstärkung (*partial-reinforcement-effect*) bezeichnet.

Es lassen sich mit Skinner vier unterschiedliche Verstärkungspläne unterscheiden (vergleiche Abbildung 9.24).

Fester Quotenplan Die Verstärkung erfolgt erst nach einer bestimmten Anzahl von Reaktionen. Dies führt im Rattenexperiment wie auch beim Menschen (zum Beispiel Stücklohn), wenn zum Beispiel nur jede zwanzigste Reaktion belohnt wird, zu einer Stufenkurve mit kurzen Aktivitätspausen nach jeder Bekräftigung (Abbildung 9.24, Kurve A).

Variabler Quotenplan Die Verstärkungen erfolgen nach einer variablen, unvorhersagbaren Anzahl von Reaktionen, wobei die durchschnittliche Anzahl jeweils festgelegt wird. Nach diesem Prinzip arbeiten zum Beispiel Gewinnspielautomaten. Die Unvorhersehbarkeit der Erfolge führt hier wie auch zum Beispiel beim Angeln zu einer hohen Extinktionsresistenz.

! Sowohl feste wie auch variable Quotenpläne führen zu hohen Reaktionsraten, weil die Anzahl der Verstärkungen mit der Anzahl der gezeigten Reaktionen wächst, was bei den Intervallplänen nicht der Fall ist.

Fester Intervallplan Es wird die erste Reaktion nach einer jeweils festgelegten Zeitdauer seit der letzten Verstärkung verstärkt. Unter diesen Bedingungen steigt die belohnte Verhaltenshäufigkeit jeweils kurz vor dem erwarteten Belohnungszeitpunkt stärker an und bildet danach zumeist ein Null-Niveau (Abbildung 9.24, Kurve C).

Variabler Intervallplan Verstärkt wird die erste Reaktion nach einem variablen Zeitintervall, dessen durchschnittliche Dauer jeweils festgelegt ist. Bei diesem Vorgehen resultiert eine langsam, aber stetig ansteigende Verhaltenskurve, denn es lässt sich für den Organismus zu keiner Zeit absehen, wann die nächste Verstärkung erfolgen wird.

Aversive Konditionierung Wird bei der operanten Konditionierung statt einer Bekräftigung ein aversiver Stimulus, eine Bestrafung, eingesetzt, spricht man von **aversiver Konditionierung** (sie sollte nicht mit negativer Verstärkung verwechselt werden). Kontingente Bestrafung führt – wie zu erwarten – dazu, dass die Auftretenswahrscheinlichkeit der bestraften Reaktion sinkt. Die ungewünschte Verhaltensweise wird dadurch jedoch nicht verlernt, sondern die Strafe führt zur Unterdrückung des

ungewünschten Verhaltens, wobei zumeist auch noch unvorhersagbare Nebenwirkungen auftreten. Das wird verständlich, wenn man sich klar macht, dass eine Belohnung dem Organismus signalisiert: „Wiederhole das, was du getan hast.“ Eine Bestrafung sagt nur: „Tu das nicht“, aber sie versäumt gewissermaßen eine Alternative anzubieten. So kann es sein, dass der Organismus die unerwünschte Verhaltensweise durch eine möglicherweise noch unerwünschteren Reaktion ersetzt. Ferner führt Bestrafung auch zu emotionalen Reaktionen wie Angst, Wut oder Zorn oder auch **Hilflosigkeit** gegenüber der strafenden Instanz, seien es nun Lehrer, Eltern oder der Arbeitgeber, sowie der jeweiligen Situation (Schule, Elternhaus oder Arbeitsstelle), wo die Bestrafung erfolgte. Ferner kommt es zu einem Gegeneffekt, wenn eine zuvor bestrafte Reaktion in einer anderen Situation nicht länger aversive Konsequenzen nach sich zieht. Dies führt dazu, dass sich die Häufigkeit ihres Auftretens gegenüber dem Niveau vor dem Beginn der Bestrafung erhöht. Man bezeichnet dies als **Verhaltenskontrast**. Bestrafungen können demzufolge nur dann ein unerwünschtes Verhalten ausräumen, wenn gleichzeitig eine andere Alternative geboten und positiv bekräftigt wird. Somit erhält aversive Konditionierung ihre Bedeutung darin, dass sie Verhaltensweisen umlenken kann. Ratten, die gelernt haben, in einem Labyrinth den kürzeren von zwei möglichen Wegen zum Futter zu wählen, werden, wenn sie auf diesem kurzen Weg einen aversiven Stimulus (Schock) erfahren, sehr schnell lernen, den längeren Weg zum Futter zu nehmen (vergleiche Exkurs 9.6).

Flucht und Vermeidung (*escape and avoidance*) Bei der Konditionierung mit negativer Verstärkung (Aufhebung eines aversiven Zustandes) haben wir zwei weitere wichtige Möglichkeiten zu beachten, die sich eigentlich nur durch eine zeitliche Verzögerung unterscheiden, aber dadurch wesentliche Folgeimplikationen mit sich bringen. Ist der Organismus einem aversiven Reiz ausgesetzt (zum Beispiel einem Gewitterregen), so kann er ihn durch eine richtige Reaktion beenden oder ihm entfliehen (einen Unterstand aufsuchen). Dies wird als **Fluchtreaktion** oder Fluchtkonditionierung bezeichnet. Kann der Organismus jedoch den aversiven Reiz (Gewitterregen) durch eine frühzeitige richtige Reaktion (dunkle Wolken = CS → frühzeitig Schutz aufsuchen) sogar vermeiden, so wird dies als **Vermeidungsreaktion** beziehungsweise Vermeidungskonditionierung bezeichnet.

Beide Prinzipien spielen sowohl in der wissenschaftlichen Forschung als auch in der therapeutischen Anwendung eine wichtige Rolle.

In der tierexperimentellen Forschung werden oft zur Beurteilung der Veränderung von Lernleistungen unter bestimmten Bedingungen Konditionierungsexperimente in

Exkurs 9.6: Ist Bestrafung sinnvoll?

Die Bestrafung ist wohl eine der gebräuchlichsten Methoden im täglichen Leben, um unerwünschtes Verhalten zu bekämpfen, doch gibt es immer wieder Kritik, da Bestrafungen oft nicht den gewünschten Erfolg bringen, sondern vielmehr zu unerwünschten Nebenwirkungen führen:

1. Die Bestrafung einer bestimmten Gewohnheit kann unangemessen auf weitere ähnliche Gewohnheiten generalisieren. So kann Bestrafung von übermäßiger Aggression bei Kindern dazu führen, dass auch ihre eigentlich sehr erwünschte Selbstbehauptungsfähigkeit dabei zerbricht, oder die Bestrafung führt zu so viel Angst, dass die Person unfähig wird, das unerwünschte Verhalten in den Griff zu bekommen (zum Beispiel kindliche Sauberkeitserziehung).
2. Das bestrafte Kind stellt fest, dass Bestrafung oder ihre Androhung sehr erfolgreich sein kann, um anderen den eigenen Willen aufzuzwingen. Handelt es sich dabei um körperliche Gewalt, zum Beispiel durch die Eltern, kann dies dazu führen, dass das Kind Gewalt als erfolgreiches Machtmittel selbst einsetzen wird.
3. Lernt das Kind gemäß Diskriminationslernen zu unterscheiden, wann die Strafe droht – zum Beispiel nur im Beisein der Eltern – und wann nicht, so wird die Strafe keine Verhaltensänderung bewirken, sondern das Kind wird unverändert aggressiv sein, solange die Eltern nicht zugegen sind.
4. Harte Bestrafung kann auch zur Gegenaggression gegen die strafende Person oder Institution führen.
5. Wenn Eltern aus Ärger über das Kind strafen, kann Strafe als Ausdruck elterlicher Abwendung erlebt werden, die das Kind dann nicht mehr mit einem bestimmten Fehlverhalten verbindet. (Auf die Rolle der Emotion beim Strafen hat bereits John Locke (1632–1704) hingewiesen.)
2. Die Strafe sollte angemessen sein. Hier kann man im Sinne einer Familienkonferenz Strafen für unerwünschte Verhaltensweisen vorab vereinbaren, die konsequent angewendet werden. Zu harte oder unverständliche Strafen führen zur Gegenaggression, zu geringe Bestrafung kann als Belohnung erlebt werden und zur Fixierung auf das Verhalten führen.
3. Die Bestrafung sollte sofort nach Auftreten der Reaktion erfolgen, oder die Umstände sollten nochmals lebendig ins Gedächtnis gerufen werden, ehe die Bestrafung erfolgt. Verzögerte Bestrafung führt eher nur zu einer Unterdrückung der Reaktion.
4. Weder während noch im Anschluss an die Bestrafung sollten Belohnungen gegeben werden (keine Sympathiekundgebungen oder besondere Aufmerksamkeit, die das Kind als Schuldeingeständnis oder Wiedergutmachung der Strafenden auffassen könnte).
5. Mögliche Verwendung von konditionierter Bestrafung: Ein Kind, das für ein bestimmtes Fehlverhalten eine ihm unangenehme Strafe bekommen hat, wird später nur noch dadurch bestraft, dass es ermahrend an diese Strafe erinnert wird. Zum Beispiel wird ein Kind, das vom Kaffeetisch weggeschickt wurde, weil es herumgequengelt hat, um sich den Platz neben dem geliebten Opa zu erstreiten, sich beim nächsten Mal überlegen, ob es weiter quengelt, wenn es ermahnt wird.
6. Natürlich ist darauf zu achten, dass die Strafe auch als unangenehm erlebt wird und nicht als Vorteil – es kann auch erfreulich sein, wegen Quengelei von der sonntäglichen Kaffeetafel weggeschickt zu werden, nämlich wenn man satt ist und die Erwachsenen sich unterhalten.
7. Es sollte nur die spezifische Reaktion bestraft werden und nicht die Person. Das heißt, es ist darauf zu achten, niemals von einer zu bestrafenden Reaktion auf allgemeine Charaktereigenschaften der Person zu generalisieren und die Person zu bestrafen.
8. Daneben gibt es auch immanente „Bestrafungen“, die sich als Konsequenzen aus dem Fehlverhalten selbst ergeben, zum Beispiel, wenn Kinder in nasser Kleidung herumlaufen und dann frieren. Auch sie lassen sich in vielen Fällen effektiv nutzen, so dass es hier keiner weiteren Bestrafung bedarf, wenn man den Kindern die negativen Folgen ihres Fehlverhaltens einsichtig macht.

Andererseits gibt es bekanntermaßen Situationen, in denen Bestrafungen, wenn sie nicht übermäßig hart sind und konsequent zum Setzen von für das Kind nachvollziehbaren Grenzen eingesetzt werden, erfolgreich zur Eliminierung unerwünschten Verhaltens wie etwa aggressiven oder gefährlichen Verhaltens beitragen. Dabei sind unter anderem folgende Punkte zu beachten (nach Walters & Grusec, 1977):

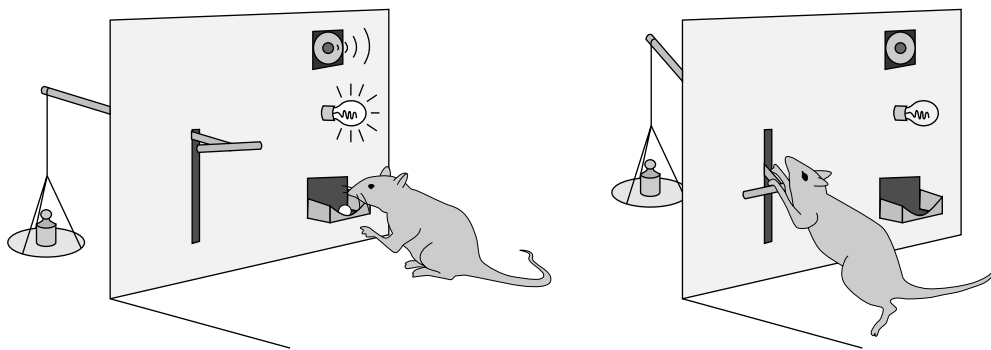
1. Es sollte wenigstens eine alternative Reaktion zur Verfügung stehen, die nicht die Strafe nach sich zieht und die positiv verstärkt werden kann.

Exkurs 9.7: Herkules, der Gewichtheber

Komplexe Verhaltensweisen werden in der Regel nicht auf einen Schlag gelernt, vielmehr bedarf es hier vieler Übungsdurchgänge. Bis ein Klavierspieler zum Beispiel eine Sonate von Beethoven fehlerfrei vortragen kann, muss er das Stück viele Male weit unvollkommener geübt und gespielt haben, und jedes Mal wird er sich über Teilfortschritte gefreut haben. Entsprechend würden wir bei einem Schüler verfahren, den wir für Teilfortschritte loben und nicht erst für die perfekte Leistung. Nach diesem Prinzip der stufenweisen Approximation lässt sich auch einer Ratte beibringen, in kürzester Zeit mehr als das Doppelte ihres eigenen Körpergewichtes zu heben.

Zunächst lernte die hungrige Ratte, dass jede Bewegung in Richtung auf den Futternapf von einem Klickgeräusch und einem Lichtsignal über dem Futternapf gefolgt wurde, wo sie jedes Mal auch eine Futterpille

vorfand. Sobald das Tier mit diesen Reaktionen vertraut war, wurde es nur dann belohnt, wenn es sich in Richtung auf den Hebel des Gewichtbalkens bewegte, an dessen anderem Ende ein veränderbares Gewicht angebracht war (siehe Abbildung). Im nächsten Approximationsschritt erhielt es die Belohnung nur, wenn es den Hebel berührte, und dann nur noch, wenn es ihn herunterzog, was zunächst ganz leicht möglich war. Schritt für Schritt konnte nun das Gewicht erhöht und damit die Kraft gesteigert werden, die nötig war, um das Gewicht durch Ziehen des Hebels zu heben – und um bekräftigt zu werden. Durch diese stufenweise Annäherung an das Lernziel war es möglich, dass die 250 Gramm schwere Ratte innerhalb weniger Stunden lernte, auf diese Weise ein Gewicht von 512 Gramm zu heben (aus Ruch & Zimbardo, 1974).



der so genannten **Shuttle-Box** (Wechselkäfig, siehe Exkurs 11.14, Abbildung Teil B) durchgeführt. Hierbei handelt es sich in vielfältigen Variationen im Prinzip um einen Doppelkäfig, dessen beide Räume (*compartments*) in irgendeiner Weise durch eine Barriere getrennt sind. Bei den Versuchsdurchgängen, bei denen das Tier sich in einem der beiden Compartments befindet, ertönt jeweils zunächst ein Warnsignal (oder eine Lampe leuchtet auf), und wenige Sekunden später wird das Fußbodengitter des Compartments leicht elektrifiziert. Durch einen Sprung in das andere Compartment kann das Tier nun dem Schock entfliehen. Nach einer Pause wiederholt sich in diesem Compartment dann die gleiche Prozedur, mit der Folge, dass das Tier erneut das Compartment wechselt.

Anfangs wird das Tier jeweils erst dann über die Barriere springen, wenn der Schock beginnt (*Fluchtreaktion*). Aber nach einiger Erfahrung wird das Tier bereits beim Ertönen des Warnsignals das Compartment wechseln und dadurch den Schock vollständig vermeiden (*Vermeidungsreaktion*). Ein solches Vermeidungsverhalten ist in der Re-

gel (auch bei Menschen) erstaunlich stabil und schwer zu löschen. Wenn Sie zum Beispiel mit einem elektrischen Weidezaun in Berührung gekommen sind und einen Schlag bekommen haben oder von einem Hund gebissen worden sind, werden Sie die entsprechende Verhaltensweise (Berühren eines Weidezaunes) oder Situation (Hund auf dem Grundstück) vehement vermeiden, eine Reaktion mit hoher Lösungsresistenz (zumindest bei Kindern). Können Sie sich vorstellen, wie eine solche Reaktionsweise gelöscht werden könnte (vergleiche dazu Kapitel 9.3.3)?

Lerntheoretisch betrachtet, scheint Vermeidungsverhalten in zwei Schritten und nach zwei Prinzipien aufgebaut zu werden. Der erste Schritt beinhaltet eine klassische Konditionierung. Durch wiederholte Paarungen des Warnreizes (CS) und des aversiven Stimulus (Schock, US) lernt das Tier einen Angstrespons (CR) auf das Warnsignal. Und erst in einem zweiten Schritt lernt das Tier durch operante Konditionierung, dass sein Springen über die Barriere (R) das aversive Angsterlebnis (SR) entfernt.

Exkurs 9.8: Chaining

Eine nette Demonstration des **Chaining-Verfahrens** lieferten Pierrel und Sherman (1963). Sie trainierten nach diesem Verfahren eine gewöhnliche Ratte zu einem regelrechten Varietékünstler, den sie Barnabas nannten. Barnabas lernte:

1. eine Wendeltreppe hinaufzusteigen,
2. über eine schmale Zugbrücke zu laufen,
3. eine Leiter hinaufzuklettern,
4. ein Spielzeugauto an einer Kette herbeizuziehen,
5. in das Auto einzusteigen,
6. mit dem Auto zu einer zweiten Leiter zu fahren,
7. diese Leiter hinaufzuklettern,
8. durch ein Rohr zu kriechen,
9. in einen Aufzug zu steigen,
10. an einer Kette zu ziehen, die eine Fahne hochzog und Barnabas zur Ausgangsplattform zurückbrachte, wo er

11. einen Hebel drücken konnte und dafür eine Futterpille bekam, die er fraß,
12. dann kletterte er wieder die Wendeltreppe hinauf und so weiter.

Der Aufbau dieser Verhaltenskette begann mit dem Erlernen des *letzten* Gliedes: Zuerst lernte Barnabas, den Hebel zu drücken, um Futter zu bekommen. Dann wurde er in den Aufzug gesetzt, der ihn zur Ausgangsplattform zurückbrachte, wo sich der Hebel befand. Nachdem Barnabas gelernt hatte, dass das Aufzugsfahren so angenehme Folgen hatte, wirkte dies bereits bekräftigend, wenn er zuvor noch durch ein Rohr kriechen musste. So konnten die Autoren, unterstützt durch Shaping, diese bizarre, in sich geschlossene Reaktionskette aufbauen.

Somit lässt sich hier das Vermeidungsverhalten als Flucht vor dem klassisch konditionierten Furchterlebnis verstehen (Rescorla & Solomon, 1967). Durch diese Koppelung wird verständlich, warum Vermeidungsverhalten zumeist eine so hohe **Extinktionsresistenz** hat, denn hier tritt offensichtlich gar keine eigentliche Löschung ein, da durch die negative Verstärkung des Fluchtverhaltens die auf das Tonsignal hin erlebte Furcht immer wieder operant verstärkt wird. Beim Menschen können auch kognitive Faktoren, wie wir noch sehen werden, als CS fungieren.

Shaping oder **stufenweise Annäherung** Verhaltensweisen sind meist komplex und können nicht auf einen Schlag gelernt oder durch operante Konditionierung bekräftigt werden. Das ist insbesondere dann der Fall, wenn es sich um für das Individuum völlig neue Reaktionen handelt. Auch in den dargestellten Skinner'schen Experimenten, in welchen die Ratten für ihr Hebeldrücken bekräftigt wurden, ist es ja notwendig, dass die Ratte den Hebel überhaupt erst einmal drückt. Um dies zu erreichen, kann man im Tierexperiment die natürliche Variation der ohnehin gezeigten Verhaltensreaktionen nutzen, indem man dem Tier zunächst bereits eine Futterverstärkung gibt, sobald es sich überhaupt dem Ort des Hebels nähert. Für den Erhalt jeder weiteren Bekräftigung muss sich das Tier schrittweise näher und näher an den Hebel heranbewegen, den Hebel berühren, und schließlich erhält es die Verstärkung nur noch, wenn es den Hebel auch drückt. Diese Technik, bei der nur Verhaltensvariationen bekräftigt werden, die stufenweise in der gewünschten Richtung liegen, wird als **Shaping** (stufenweise Annäherung) bezeichnet. In dieser Weise können

Tiere dazu gebracht werden, völlig neue Verhaltensweisen wie Tricks oder Kunststücke zu erlernen. Auch bei Menschen findet diese Art der Verhaltensformung vielfache Anwendung, obgleich hier die ersten Schritte wesentlich dadurch erleichtert sind, dass man dem Lernenden sagen kann, was er tun soll. Bis wir aber zum Beispiel im Sport oder auch in der Schule eine hervorragende Leistung erbringen können, bedarf es vieler stufenweise, erst für jeweils eine etwas bessere Leistung gegebener Verstärkungen. Ein eindrückliches Beispiel dieser **sukzessiven Approximation** ist in Exkurs 9.7 dargestellt.

Chaining oder **Kettenkonditionierung** Komplexe menschliche wie auch tierische Verhaltensweisen lassen sich vielfach als Reaktionsketten verstehen oder auch im Tierexperiment als solche aufbauen, wie das bei vielen bekannten Tierdressuren der Fall ist (siehe Exkurs 9.8).

Der Aufbau einer solchen Verhaltenskette beginnt mit der operanten Konditionierung des letzten Gliedes, das eine Reaktion darstellt, die durch eine primäre Verstärkung (im Tierexperiment) gefestigt wird. Diese Reaktion oder die dazugehörige Situation wird dabei zugleich zum *konditionierten Verstärker*, mit dem sich nun eine beliebige direkt vorangehende Reaktion verstärken lässt. Diese wird dann wieder zum konditionierten Verstärker einer weiteren vorangestellten Reaktion. Jedes Glied der Kette ist damit ein *diskriminativer Stimulus* für die nächste Reaktion und zugleich ein konditionierter Verstärker der unmittelbar vorausgegangenen.

Die Kettenkonditionierung sollte nicht mit dem Shaping verwechselt werden, in welchem die Verhaltensformung

jeweils einer Verhaltensweise durch stufenweise Annäherung über Teilziele erfolgt. In anderer Weise spielt die Aufgliederung in Teilziele auch beim Prozess des Problemlösens eine Rolle (vergleiche Kapitel 8.25).

Den Aufbau einer Verhaltenskette, bei der, ausgehend von einer primär verstärkten Reaktion, jede Reaktion als konditionierter Verstärker für die jeweils vorangestellte Reaktion genutzt wird, die dabei zugleich zum diskriminativen Stimulus für die nachfolgende wird, nennt man **Chaining** (Kettenbildung).

9.4.4 Konditionierung autonomer Funktionen und Biofeedback

Lange Zeit wurde angenommen, dass operantes Konditionieren nur für den Bereich der willentlichen Handlungen möglich sei und dass unwillkürliche Verhaltensweisen, die der Kontrolle des autonomen Nervensystems unterstehen, wie Herzschlagfrequenz oder Blutdruck, nicht operant konditioniert und damit nicht direkt willentlich veränderbar wären. Andererseits ist bekannt, dass einige Menschen, wie zum Beispiel indische Yogis, offenbar in der Lage sind, ihren Herzschlag zu kontrollieren. Doch wie Untersuchungen gezeigt haben, tun sie dies nicht direkt, sondern indirekt, indem sie ihre dem Willen unterworfenen Skelettmuskulatur, die der Atmung dient, beeinflussen. Dass aber zahlreiche *autonome Funktionen*, die nach früherer Auffassung nur klassisch konditionierbar waren, ebenfalls einer direkten Kontrolle durch Shaping und *operante Konditionierung* unterworfen werden können, wurde erst 1965 durch die Forschungsarbeiten des Psychologen Neal I. Miller und Mitarbeiter nachgewiesen. Sie konnten in ihren Experimenten (siehe Exkurs 9.9) an Rattengruppen zeigen, dass autonome Funktionen wie Herzschlagfrequenz, Blutdruck, periphere Durchblutung des Körpers, Magen-Darm-Kontraktion und Harnausscheidung in der Niere unabhängig voneinander durch entsprechende Verstärkungsmechanismen in einer jeweils gewünschten Richtung modifiziert werden können. Dies war nur dadurch möglich, dass sie jede indirekte willentliche Kontrolle durch Paralyse (Lähmung der Willkürmotorik der Versuchstiere mit Curare) ausschließen konnten. Sie konnten so nachweisen, dass die erzielten Veränderungen nicht indirekt durch eine unbemerkte Beeinflussung des willkürlich steuerbaren Muskelsystems herbeigeführt wurden.

Biofeedback In den oben genannten Ergebnissen sah bereits Miller große Möglichkeiten zur praktischen therapeutischen Anwendung, zum Beispiel zur Regulierung des Blutdrucks. Hierzu müsste es möglich sein, geringe subliminale (unterschwellige) internale Reaktionen und Reize wahrnehmbar zu machen. Dies ermöglichen heute be-

sondere apparative Verfahren, die den Probanden die Veränderung der jeweiligen autonomen Körperfunktion sichtbar oder hörbar machen (Biofeedback, -Rückmeldung), die diese dann in gewissem Maße willentlich beeinflussen können. Hierdurch erhalten die Personen Zugang zu reaktionsbedingten Hinweisreizen, über die sie bemerken können, ob und dass kontingente Reaktionen stattgefunden haben. Therapeutisch nutzen lässt sich diese Fähigkeit zur Selbstbeobachtung bei der verhaltenstherapeutischen Schmerzbehandlung und ähnlich bei Bluthochdruck und Diabetes.

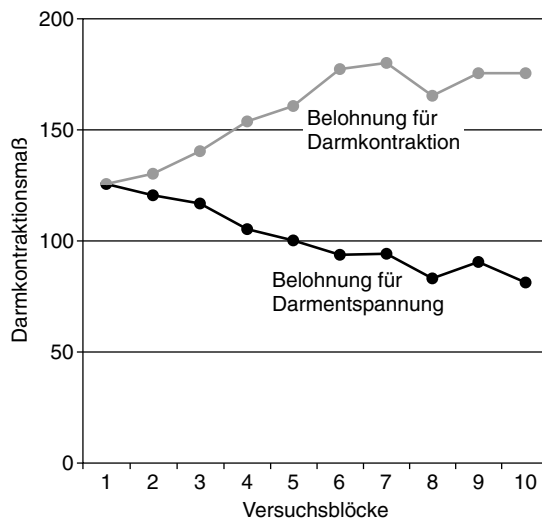
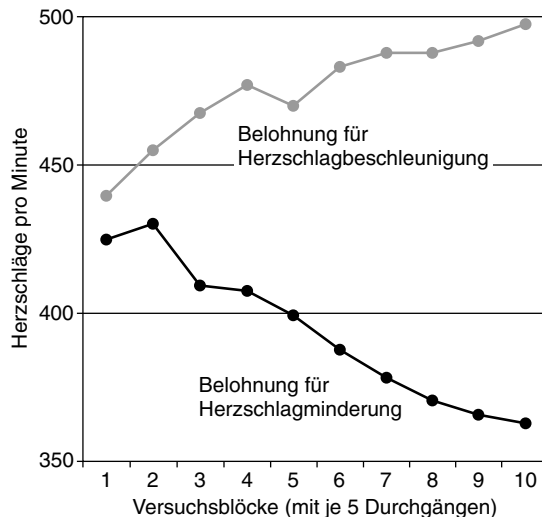
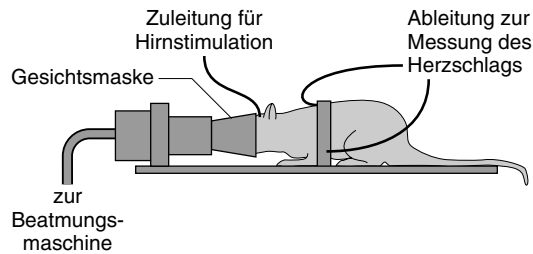
9.4.5 Kognitive Faktoren, Kontrolle und Erwartung

Wenngleich Skinner als führender Behaviorist immer wieder darauf bestand, dass eine wissenschaftliche Lernpsychologie allein auf beobachtbaren Ereignissen aufbauen müsse und nicht in das Jahrhundert der Introspektion zurückfallen dürfe, so mehrten sich doch auch noch zu seinen Lebzeiten die Hinweise, dass offenbar doch *kognitive Prozesse* bei Menschen und Tieren bei vielen Formen des Lernens mit im Spiel sind. So hatten wir bereits bei der Darstellung der verschiedenen Verstärkerpläne bemerkt, dass Tiere wie auch Menschen bei der Verstärkung nach einem festen Intervallplan (vergleiche Abbildung 9.24) erst kurz vor dem nächsten Reinforcement, dem aversiven Reiz (etwa Gewitterregen), zunehmend häufiger reagieren, als erwarteten sie, dass zu dieser Zeit das häufige Reagieren die Bekräftigung auslösen würde. Hier von einer „Erwartung“ zu sprechen, scheint dem Behavioristen überflüssig und unnötig. Es genügt ihm festzustellen, dass die Reaktionshäufigkeit unter diesen Bedingungen zunimmt.

Auch bei der klassischen Konditionierung hatten wir bereits gesehen, dass die **Vorhersagbarkeit** einen wichtigen Faktor zum Verständnis der Phänomene darstellt. Ähnlich ist es mit dem Begriff der **Kontrolle** bei der operanten Konditionierung, den wir bei deren Darstellung bereits mit verwendet haben. Wesentlich zu dieser erweiterten Sicht auch der operanten Konditionierung haben die vielfältigen Untersuchungen von Seligman beigetragen, wonach eine operante Konditionierung darauf gründet, dass der Organismus die Situation so *interpretiert*, dass seine Reaktion das Auftreten der Verstärkung kontrolliert oder vielleicht sogar verursacht.

Seligmans Experiment zur gelernten Hilflosigkeit Für die Auffassung, dass bei der operanten Konditionierung die Kontrolle der kritische Faktor ist, wird durch Seligmans bei verschiedenen Tierarten bestätigtes grundsätzliches Experiment unterstützt. In der ersten Phase des Experimentes lernen die Tiere einer Kontrollgruppe, dass

Exkurs 9.9: Operante Konditionierung autonomer Funktionen



Dass auch autonome Funktionen unter die Kontrolle der operanten Shapingprozedur gebracht werden können, konnten Miller und seine Mitarbeiter in ihren Experimenten zeigen. Der obere Teil der Abbildung zeigt schematisch die Versuchsanordnung zur differenziellen Konditionierung der Herzschlagfrequenz und der Darmkontraktion. Die Ratten, deren Willkürmotorik zunächst durch Curare paralytisiert wurde, um jede direkte willentliche Kontrolle sicher ausschließen zu können, wurden zunächst mit einer Gesichtsmaske an einen Respirator angeschlossen, der die Atmung der Tiere aufrechterhielt. Die Verstärkerreize erhielten die Tiere unter diesen Bedingungen über eine elektrische Stimulation bestimmter Hirnareale, die für Empfindungen der Belohnung (siehe Kapitel 12, Motivation) zuständig sind. Für das operante Shaping-Training wurden die zu untersuchenden Tiere auf vier Gruppen aufgeteilt:

1. Die erste Gruppe wurde belohnt für jede Herzschlagerhöhung.
2. Die zweite Gruppe wurde belohnt für jede Herzschlagerniedrigung.
3. Die dritte Gruppe wurde belohnt für jede Erhöhung der Darmkontraktion.
4. Die vierte Gruppe wurde belohnt für die Erniedrigung der Darmkontraktion.

Ein solches experimentelles Design ermöglicht den Nachweis der differenziellen Konditionierbarkeit der beiden untersuchten autonomen Funktionen. Wie die abgebildeten Kurven darlegen, führte die differenzielle positive Verstärkung der Herzfrequenz definitiv auch nur zu einem Anstieg der Herzfrequenz, nicht aber zu einer Veränderung der gleichzeitig gemessenen Darmkontraktion. Das Gleiche gilt entsprechend für die Erniedrigung der Herzfrequenz. Ebenso lernten die Tiere, ihre Darmmuskulatur zu kontrahieren oder zu relaxieren.

sie einen elektrischen Schock vermeiden können, wenn sie rechtzeitig zum Beispiel mit der Schnauze auf einen Hebel drücken können, das heißt, sie lernen, dass die Schockerfahrung von ihrem Verhalten abhängig ist, von diesem kontrolliert wird. Die Experimentalgruppe dagegen lernt, dass sie keine Kontrolle über die Schocks hat. Das geschieht mit Hilfe so genannter **Joch-Kontrollen**

(*yoked-controls*), bei denen das Experimentaltier mit einem Kontrolltier unter ein Joch gespannt wird, wobei beide Tiere in ihrem Geschirr verharren und gelegentlich und gleichzeitig einen elektrischen Schock erhalten. Aber nur das Kontrolltier kann den Schock ausschalten – indem es mit der Nase auf einen Hebel drückt. Das Experimentaltier hat dagegen keine Kontrollmöglichkeit über

den Schock und wird jedes Mal geschockt, wenn auch das Kontrolltier geschockt wird, und wenn dieses den Schock ausschaltet, wird damit auch gleichzeitig der Schock bei dem Experimentaltier ausgeschaltet. Das Kontrolltier und sein „Joch“-Tier erhalten somit die gleiche Menge und die gleiche Länge von Schocks. Sie unterscheiden sich also nur hinsichtlich ihrer Kontrollmöglichkeit.

In der zweiten Phase des Experimentes werden beide Tiere in eine (bereits beschriebene) Shuttle-Box mit zwei unterschiedlichen Bereichen (Compartments) gesetzt, in welcher ihr Vermeidungsverhalten nach der unterschiedlichen Vorbehandlung getestet werden kann. Bei jedem Durchgang erklingt zunächst ein Ton, der den Tieren signalisiert, dass in dem Compartment, in dem sie sich gerade befinden, ein elektrischer Schock bevorsteht, wenn sie nicht rechtzeitig über die Barriere in das andere Compartment springen. Wie zu erwarten, lernen die Kontrolltiere sehr schnell, den Schock vollständig zu vermeiden. Aber die Experimentaltiere sind offenbar unfähig dazu. Sie versuchen nicht einmal, über die Barriere zu springen, sondern werden zunehmend passiver, und ihr Verhalten mündet sehr bald in eine vollständige Hilflosigkeit. Die Entwicklung dieser **Hilflosigkeit** geht nach Seligman darauf zurück, dass die jochverbundenen Experimentaltiere in der ersten Phase des Experimentes gelernt haben, dass die Schocks nicht unter ihrer Kontrolle stehen, und diese Auffassung macht eine operante Konditionierung für sie unmöglich, woraus rückgeschlossen werden kann, dass der entscheidende Faktor für die operante Konditionierung in der Kontrolle beziehungsweise der **Erwartung** (*belief*) einer Kontrollmöglichkeit besteht. Danach ist operante Konditionierung nur dann erfolgreich, wenn der Organismus das Erlebnis hat, dass die Bekräftigung unter seiner Kontrolle steht (Seligman, 1975, 1976) und er erwarten kann, dass die Handlung etwas bewirkt.

Kritische Überlegungen Was beinhaltet diese kognitive Sicht? Sprechen die dargestellten Untersuchungsergebnisse für die Annahme einer generell kognitiven (bewussten) Verarbeitung? Lässt sich auch die Konditionierung autonomer Funktionen kognitiv verstehen? Könnte es sein, dass verhaltensphysiologische Prozesse nach den gleichen Gesetzmäßigkeiten ablaufen wie kognitive Prozesse und dass beide im Laufe der Evolution ineinander übergreifen?

9.4.6 Biologische Einschränkungen bei der operanten Konditionierung

Auch im Bereich der operanten Konditionierung stoßen wir auf biologisch bedingte Einschränkungen der Konditionierungsmöglichkeiten. Die ersten Hinweise kamen hier von Psychologen, die Zirkustieren durch operante

Konditionierung bestimmte Tricks beibringen wollten. Sie beobachteten, dass ihre Tiere, statt den erwünschten Trick zu lernen, sich dann gelegentlich anders verhielten. Sie zeigten ein Verhalten, das ihrem instinktiven (angeborenen) Verhalten ähnlicher war. Auch Thorndike bemerkte bereits bei seinen Katzen, dass im Verhaltensrepertoire gut vorbereitete Reiz-Reaktions-Verknüpfungen zu lernen kürzere Lernzeiten benötigte und zu höherer Lösungsresistenz führte. Er beschreibt zum Beispiel, dass Katzen zum Entkommen aus ihren Käfigen auf den ersten Blick ungewöhnlichere, aber zum gleichen **Funktionskreis** der Fluchtvorbereitung gehörende Reaktionen, wie das Ziehen an einer Schnur, schneller lernten als häufiger vorkommende Verhaltensweisen, die jedoch nichts mit dem Entkommen zu tun haben, wie Sich-Lecken oder Sich-Kratzen (Thorndike, 1998, nach Wendt, 1989).

Deutliche Unterschiede zeigen sich zum Beispiel auch für unterschiedliche Lernparadigmen wie Belohnungslernen (das Tier wird mit Futter belohnt) und Fluchtlernen (das Tier wird durch Schockbeendigung belohnt). Sollen Tauben zum Beispiel lernen, mit den Flügeln zu schlagen, so gelingt diese Konditionierung wesentlich schneller, wenn sie dadurch einem Schock entfliehen können (Flügel schlagen gehört zum gleichen Funktionskreis Flucht–Angst), als wenn sie dafür mit Futter belohnt werden (Funktionskreis Nahrungsaufnahme). Und umgekehrt: Wenn die Tauben lernen sollen, auf eine Scheibe zu picken, so lernen sie dies viel schneller, wenn sie dafür mit Futter belohnt werden, als mit der Beendigung eines Schockreizes (Bolles, 1970). Auch hier zeigt sich wieder, dass die Zugehörigkeit zum gleichen Funktionskreis die Konditionierbarkeit erleichtert. Fluchtverhalten schließt bei Tauben natürlicherweise das Flügelschlagen mit ein (nicht aber das Picken), während zur Nahrungsaufnahme bei Tauben natürlicherweise das Picken gehört, nicht aber das Flügelschlagen.

Artspezifische Lerndispositionen und Prägung Die vergleichende Verhaltensforschung hat immer wieder darauf hingewiesen, dass die Ergebnisse und Begriffe der klassischen und operanten Konditionierung im Gegensatz zu anderen, wie Habituation und Prägung, sich auf den lernpsychologischen Versuch unter extrem standardisierten Bedingungen beziehen, was eine Generalisation auf das tatsächlich beobachtbare Lernverhalten im natürlichen Lebensraum oft schwierig macht, denn die natürlichen Situationen bei Tier und Mensch sind meistens viel komplexer. Vergleichend psychologische Untersuchungen zeigen, dass die Lernfähigkeit der einzelnen Art offenbar wesentlich ein Ergebnis stammesgeschichtlicher Anpassung und Entwicklung ist. Deutlich wird das insbesondere bei relativ spezifischen Lernvorgängen, die im Verhaltensbauplan der Art an ganz bestimmter Stelle der Verhaltensontogenese gewissermaßen eingeplant sind (Prägungen, aber auch *Preparedness*). Hier wird deutlich,

dass es keinen scharfen Gegensatz zwischen angeborenem und erlerntem Verhalten gibt. Artspezifische **Lern-dispositionen** sind besonders bei wirbellosen Tieren sehr eng und nur punktförmig in das weitgehend angeborene Verhalten eingebettet. Um zum heimischen Stock zurückzufinden, müssen Bienen sich beim Ausflug Landmarken oder den Winkel zur Sonne merken (vergleiche Exkurs 9.15). Der Bienenwolf (Grabwespe) kann sich nur während eines kurzen Orientierungsflugs von wenigen Sekunden Orientierungsmarken und Lage seiner Höhlen merken. Bei anderen Flügen ist er dazu nicht in der Lage (Tinbergen, 1951). Bei Vögeln gibt es artspezifische Lern-dispositionen, die dem Kontakt zwischen Alt- und Jungvogel dienen. Küstenseeschwalben lernen auf Grund einer Lern-disposition im Alter von zwei Tagen den Lockruf ihrer Eltern kennen. Küken der Trottellumme lernen den Lockruf ihrer Eltern sogar schon im Ei. Bei höheren Wirbeltieren greifen die Lernprozesse zunehmend weiter in den angeborenen Verhaltensablauf, zum Beispiel beim Spracherwerb, ein und bestimmen ihn schließlich mehr oder minder weitgehend, wie dies auch beim menschlichen Spracherwerb der Fall ist (vergleiche Kaspar Hauser in Exkurs 2.6). Aber auch bei Menschen werden bestimmte Lernvorgänge, die das Überleben des Individuums oder der Nachkommen sichern, mit besonderer Leichtigkeit vollzogen. Auch wir lernen in der Regel sehr schnell, wo bestimmte Gefahren lauern, welche Artgenossen überlegen sind oder wo Nahrung besonders leicht zu erreichen ist, ohne dass es dazu einer aufwändigen Konditionierung bedarf.

Entsprechend wird angenommen (Seligman, 1970; Chomsky, 1965), dass auch Menschen in ähnlicher Weise zum **Spracherwerb** und zum Erwerb sekundärer Motivationen im Sinne der *Preparedness* vorbereitet sind. So konnte in Konditionierungsexperimenten gezeigt werden, dass bereits Säuglinge vor dem Spracherwerb Phänomene unterscheiden können. Auch höhere Primaten (Schimpansen und Gorillas zum Beispiel) verfügen über Fähigkeiten zum Spracherwerb, die sie in ihrer natürlichen Umgebung jedoch nicht brauchten. Ohne solche präformierten Strukturen im ZNS wäre es nicht möglich, einzelnen Individuen eine Bildersprache oder die Taubstummensprache beizubringen (Patterson, 1977, nach Wendt, 1989).

Wegen der großen Unterschiedlichkeit artspezifischer Lern-dispositionen blieben auch alle Versuche, die allgemeine Lernfähigkeit verschiedener Tierarten im standardisierten Laborexperiment zu vergleichen, vergeblich. Mäuse und Ratten zum Beispiel können im Rohrlabyrinth erstaunliche Lernleistungen zeigen, sie würden aber bei der Befreiung aus Thorndikes Problem-Box versagen, umgekehrt zeigen aber zum Beispiel Katzen, wie dargelegt, hier besonders gute Leistungen.

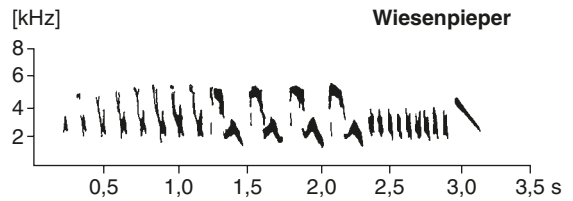
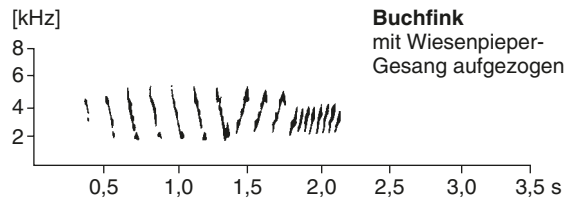
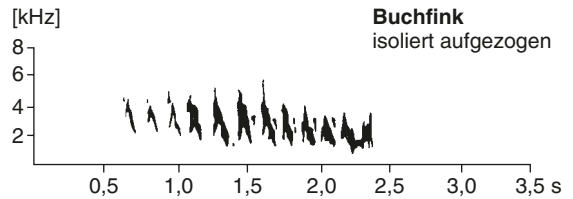
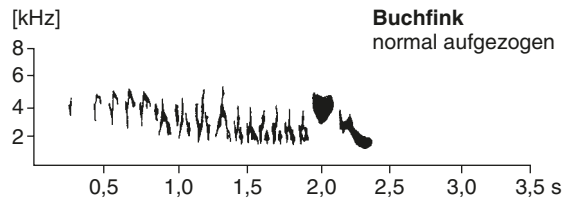
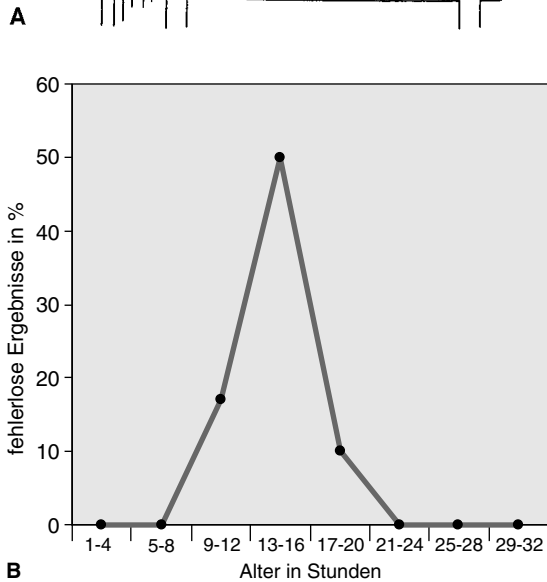
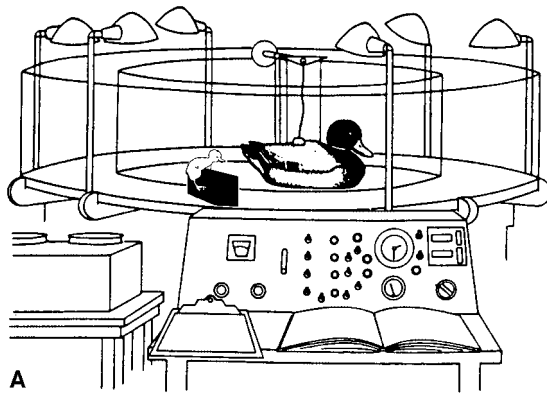
Im Gegensatz zur spezifischen Lern-disposition werden unter dem Begriff der **Prägung** Lernprozesse zusammengefasst, die an **sensible Phasen** der Verhaltensontogenese gebunden sind und die zu lang anhaltenden, oft irreversiblen Veränderungen des Verhaltens führen. Prägung im eigentlichen Sinne kann also nur in einem arttypisch weitgehend festgelegten und genetisch vorprogrammierten Zeitabschnitt (sensible Phase) vollzogen werden. Am bekanntesten ist die **Nachfolgeprägung**. Sie wurde von Lorenz an Graugänsen entdeckt und später an verschiedenen Entenarten genauer untersucht. Ein frisch geschlüpftes, künstlich ausgebrütetes Entenküken, das in die Obhut des Menschen genommen wird, läuft ihm sofort nach und ist schon nach 24 Stunden irreversibel auf den Menschen geprägt. Es hat also keine angeborene Kenntnis vom Artgenossen, sondern die Nachfolgereaktion wird in einem kritischen Alter auf ein bewegtes, beliebiges Objekt fixiert, das zu dieser Zeit gerade verfügbar ist. Derartige Prägungsvorgänge werden deshalb als **Objektprägung** bezeichnet (dazu Exkurs 9.10). Der Prägungsbegriff wurde später erheblich erweitert und auch auf den Erwerb motorischer Muster angewandt, sofern dieser an eine *sensible Phase* gebunden ist.

Beim Menschen treten zu der artspezifischen weitere **individualspezifische Lern-dispositionen** hinzu, die uns als Unterschiede in den verschiedenen Begabungen bekannt sind.

9.5 Komplexes und kognitives Lernen

Wie wir bisher gesehen haben, lässt sich Lernen in weiten Bereichen auf die Prinzipien der klassischen und operanten Konditionierung zurückführen. Die seinerzeit von vielen Psychologen der behavioristischen Schule geteilte Überzeugung, dass alles Lernen auf mehr oder weniger blinden Versuch und Irrtum (Thorndike) zurückzuführen sei, schlug sich längere Zeit auch in den pädagogischen Praktiken nieder, die ein Auswendiglernen in den Mittelpunkt stellten, das sich weniger um das Verstehen und das kognitive Strukturieren der Lerninhalte kümmerten. Doch beim Studium komplexer Lernvorgänge wurde deutlich, dass auch den organisierten Beziehungen und Bedeutungen sowie den Strukturierungen und auch der *Einsicht* in diese Zusammenhänge hohe Bedeutung beim Lernen zukommt. Es ist das Verdienst der Kognitionspsychologen, diese **kognitiven Aspekte des Lernens** in den Blickpunkt der neueren Forschung gerückt zu haben. Sie argumentieren, dass speziell beim Menschen für das Lernen komplexer Zusammenhänge und Verhaltensweisen einfache S-R-Assoziationen nicht zufrieden stellend sind, sondern dass wir, wie auch viele höhere Tiere, vielmehr von der Möglichkeit Gebrauch machen, **mentale Reprä-**

Exkurs 9.10: Praktische Prägungsexperimente



Der Verhaltensbiologe Eckhard H. Hess untersuchte in seinen bekannt gewordenen Experimenten (1959) die Nachfolgeprägung junger Stockenten (*Anas platyrhynchos*). Entenküken reagieren angeborenermaßen sehr selektiv auf Lockrufe der Eltern, nicht jedoch auf deren optische Merkmale. Das äußerliche Erscheinungsbild der Eltern beziehungsweise deren Merkmale müssen dagegen frühzeitig in einer sensiblen Periode gelernt werden. Zur Prüfung der Lernfähigkeit zu unterschiedlichen Zeiten der ontogenetischen Entwicklung verwendete Hess eine Prägungsapparatur (Abbildungsteil A), in der er eine Stockerpel-Attrappe auf einer Kreisbahn bewegen konnte. An der Attrappe war auch ein Lautsprecher befestigt, über den Lockrufe imitiert wurden. Die 1 bis 35 Stunden nach dem Schlüpfen isoliert im Dunkeln gehaltenen Küken wurden jeweils in unterschiedlichem Alter eine Stunde lang zu der auf der Kreisbahn bewegten Attrappe in die Prägungsapparatur gesetzt. Einige Zeit danach wurden dann

Wahltests durchgeführt, in denen die Küken mit unterschiedlichen männlichen und weiblichen Attrappen konfrontiert wurden. Es zeigte sich, dass schon nach kurzer Prägungszeit das Entenküken auf das spezifische Modell geprägt war, dem es nun bevorzugt folgt. Auch in Gegenwart einer oder der lebenden Entenmutter wird nun das Attrappenmodell bevorzugt. Je mehr Anstrengungen dabei nötig sind, wie zum Beispiel das Überwinden einer Hürde, desto stabiler und fester wird die **Prägung**. Diese zeitlebens anhaltende Prägung kann aber nur innerhalb einer eng begrenzten *sensiblen Phase* ausgebildet werden. Sie liegt, wie die Bildteil B zeigt, innerhalb der ersten 5 bis 24 Stunden nach dem Schlüpfen. Die besten Ergebnisse erzielten Küken, die im Alter von 13 bis 16 Stunden geprägt worden waren.

In diesen Zusammenhang gehört ferner die Gesangsprägung von Singvögeln, aber auch das Erlernen von

Exkurs 9.10: Praktische Prägungsexperimente (Fortsetzung)

Sprachlauten beim Menschen. Akustisch isoliert aufgezogene Buchfinkenmännchen bringen, wenn sie erwachsen sind, lediglich verstümmelte, unspezifische Gesangsäußerungen hervor. Bietet man ihnen in der Aufzuchtphase nur Wiesenpieper-Gesang, so erwerben sie wesentliche Gesangsmerkmale von dieser Art (vergleiche Abbildungsteil C). Hört der aufwachsende Buchfink dagegen beide Arten singen, so lernt er bevorzugt den arteigenen Gesang. Auch diese bei Singvögeln weit verbreitete Präferenz für den arteigenen Gesang weist auch hier auf das Vorhandensein einer **Lern disposition**, eines angeborenen Musters. Der Vogel weiß gewissermaßen, was er zu lernen hat. Die sensible Phase

ist hier erst mit 13 Monaten abgeschlossen. Beim Zebrafinken gibt es neben der Präferenz für den arteigenen Gesang noch eine Präferenz für den Gesang des Vaters (wo beide Geschlechter singen). Auch vom Menschen sind deutliche Parallelen zu den typischen Vorgängen bei Vögeln bekannt. Es ist eine pädagogische Alltagserfahrung, dass manche Lernvorgänge in bestimmten Altersphasen besonders leicht vollzogen werden, wenn gleich die Abgrenzungen hier weniger eng zu sein scheinen. Dazu gehören bestimmte Phasen des Spracherwerbs beim Kind oder des gleichzeitigen Erwerbs zweier Sprachen. Hier mangelt es wegen der Komplexität noch an klaren Untersuchungsergebnissen.

sentationen der wahrgenommenen Welt zu bilden und diese kognitiv zu verbinden und zu strukturieren. Dies ermögliche den Verzicht auf aufwändiges Versuch- und Irrtum-Probieren, das wir bereits „im Geiste“ durchführen können, und ermögliche Einsicht in kognitive Strukturen oder abstrakte Konzepte, wie das der Kausalität. Der Aufbau solcher kognitiven Strukturen würde sodann im Gedächtnis gespeichert. Es ermöglicht in entsprechenden Situationen das Auftreten von **Erwartungen** sowie das Organisieren weiterer Informationen in neuen Lernsituationen. Diese kognitive Sichtweise des Lernprozesses geht auf eine Reihe gravierender experimenteller Beobachtungen zurück, die im Folgenden besprochen werden sollen. Sie weisen, wie weitere zahlreiche Experimente, darauf hin, dass offenbar in vielen komplexen Lernprozessen mentale, kognitive Repräsentationen im Spiel sind.

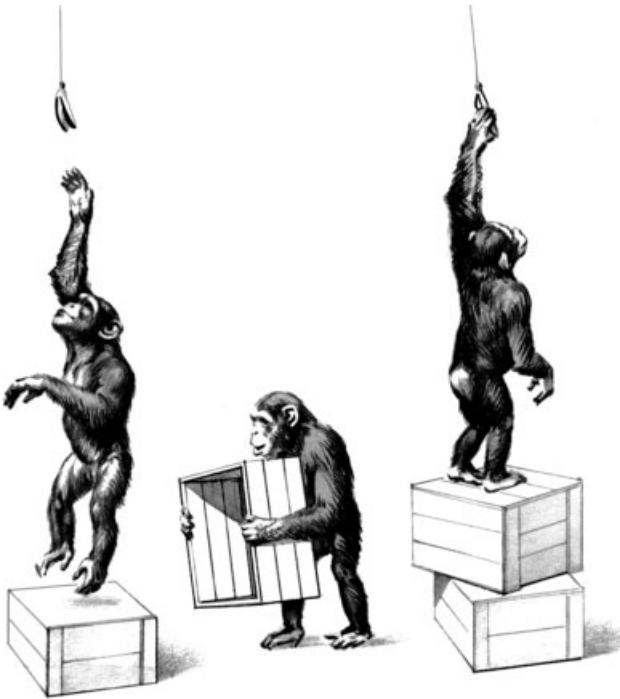
9.5.1 Einsichts-Lernen

Bereits um 1920 begann Wolfgang Köhler, damals ein junger deutscher Psychologe, der auf Teneriffa das Ende des Ersten Weltkrieges erwartete, mit seinen Untersuchungen zum Lernen durch Einsicht, die einen konträren Ansatz zur behavioristischen Konditionierung darstellen. Im Gegensatz zu den Skinner-Box-Experimenten lässt Köhlers Ansatz Raum für einsichtiges Verhalten offen, indem eine offene Versuchssituation gewählt wird, in welcher Teile des zu lösenden Problems vor der Sicht des Tieres nicht verborgen bleiben. Köhler arbeitete mit Schimpansen, die er für seine Untersuchungen in Gitterkäfige verbrachte, außerhalb derer sich in Sicht – aber außerhalb ihrer Reichweite – begehrte Leckerbissen oder Früchte befanden (Abbildung 9.25). Innerhalb der näheren oder weiteren Reichweite befanden sich dagegen Gegenstände, wie zum Beispiel Stöcke, die als Werkzeuge zur Problem-



9.25 Das Multiple-Stock-Problem Der Schimpanse verwendet zunächst den in Reichweite liegenden kurzen Stock, um damit einen längeren herbeizuzugeln und mit diesem einen weiteren, der lang genug ist, um die Frucht (halber Apfel) zu erreichen. Dies zeigt, dass er (durch Einsicht?) gelernt hat, das Problem durch das Verstehen des Zusammenhangs zwischen den Stöcken und der entfernten Frucht zu lösen.

lösung verwendet werden konnten. Zur Lösung des so genannten **Mehr-Stock-Problems** ist es nötig, dass der Schimpanse zunächst ein in seiner Armreichweite gelegenes, kurzes Stöckchen heranzieht und es dazu verwendet, einen weiter entfernten, nicht mehr ohne Hilfsmittel erreichbaren, längeren Stock heranzuzugeln, mit dem er dann einen noch längeren Stock erreichen kann, um damit schließlich die noch weiter entfernt gelegene Fruchthälfte zu erreichen. Typischerweise versuchte nun der Schimpanse zunächst die Frucht direkt zu erreichen, indem er den Arm durch die Gitterstäbe streckte. Bisweilen versuchte er dies auch gleich mit dem kurzen erreichbaren Stab. Nach einem solchen erfolglosen Versuch folgte in der Regel eine mehr oder weniger lange Pause, in wel-



9.26 Wolfgang Köhler hat um 1920 gezeigt, dass Schimpansen zu erstaunlichen Intelligenzleistungen fähig sind. Hatte der Schimpanse einmal das Problem gelöst, eine an der Decke aufgehängte Banane durch Aufeinanderstapeln von Kästen zu erreichen, so konnte er dieses Lösungsprinzip anschließend auch beim Gebrauch anderer Gegenstände problemlos einsetzen.

cher die Tiere die Situation betrachten und ihre Blicke umherstreifen lassen. Nach einer Weile, oft ganz plötzlich, setzten die Tiere zu einem neuen Versuch an, in welchem sie sich mit dem kurzen Hilfsstab einen längeren Stab heranholen, den sie dann auch entsprechend „einsichtig“ verwenden. Wie Köhler beobachtete, laufen nun die einzelnen Handlungsschritte so kohärent und folgerichtig ab, um das Ziel zu erreichen, dass man daraus mit Sicherheit auf eine zielgerichtete **einsichtige Handlung** schließen kann, die nicht ein Probieren nach Versuch und Irrtum (*trial and error*) darstellt. War ferner das Mehr-Stock-Problem einmal gelöst, konnte die Lösung auch in anderen Fällen angewendet werden. Hatte Köhlers Schimpanse Sultan zum Beispiel in einem anderen Experiment das Problem gelöst, eine an der Decke befestigte Banane dadurch zu erreichen, dass er umherliegende Kästen aufeinander stapelte, um darauf zu steigen, so konnte er anschließend dieses Lösungsprinzip auch beim Gebrauch anderer Gegenstände problemlos einsetzen (Abbildung 9.26).

Zusammengenommen beinhalten Köhlers Beobachtungen vier kritische Elemente, die im Widerspruch zu den

auf Thorndike zurückgehenden rein behavioristischen Erklärungsansätzen stehen.

1. Das Lernen der Problemlösung erfolgt eher plötzlich als durch langes Herumprobieren.
2. Die einmal (durch Einsicht) erzielte Problemlösung kann bei einer nächsten Aufgabe ohne Zögern wiederholt werden.
3. Die (durch Einsicht) erreichte Problemlösung kann auch auf neue Situationen transferiert werden.
4. Die auf Einsicht basierte Problemlösung ist abhängig von der Struktur der Problemsituation.

Lassen sich in der konkreten Situation die relevanten Beziehungen auf einen Blick erfassen, so erfolgt die einsichtige Lösung schneller. (Das Ein-Stock-Problem wird wesentlich schneller gelöst, wenn sich die Stäbe auf der gleichen Seite des Käfigs befinden.) Weiter argumentiert Köhler, dass **Lernen durch Einsicht** ferner davon abhängig ist, ob (1) das Problem überhaupt interne Zusammenhänge enthält, die entdeckt werden können, und ob (2) diese innerhalb der kognitiven Fähigkeit des Lernenden liegen. Anderenfalls verbleibt auch seinem Schimpansen nur das Probieren nach *trial and error*.

Für Köhler war es wesentlich, dass das neue Verhalten nach einer Phase des unbeholfenen Hantierens plötzlich auftritt und sogleich in seinem vollen Ablauf ausgeführt wird. Er folgerte, Sultan habe die neue Verhaltenskette sogleich in ihrem gesamten Zusammenhang erfasst und beweise Einsicht in seinem Verhalten. Der schnell erfolgende Einsichtsprozess bei Sultan sei einem Einfall beim Denken („Aha-Erlebnis“) vergleichbar (siehe Exkurs 9.11).

Allerdings taten auch nicht immer alle Affen sofort das Richtige, so dass das Gesamtverhalten eher einer Mischung aus „einsichtigem“ und Versuch- und Irrtums-Verhalten entsprach.

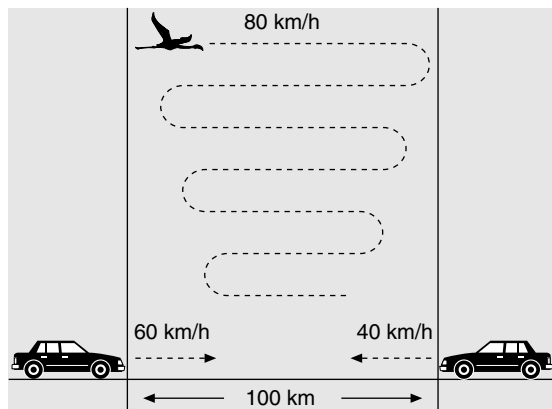
Aus lerntheoretischer Sicht lässt sich bereits aus Köhlers Beobachtungen folgern, dass komplexes Lernen zumeist zwei **Lernphasen** umfasst. In der ersten Phase erfolgt eine interne kognitive Problemlösung, die sofort ausgeführt wird. In der zweiten Phase wird die Lösung im Gedächtnis gespeichert und kann abgerufen werden, sobald ein ähnliches Problem zu lösen ist.

Ausführlich haben wir die kognitiven Aspekte des Problemlösens bereits in Kapitel 8 (Denken und Sprache) besprochen.

9.5.2 Lernen von Fertigkeiten

Einen weiten Bereich des komplexen Lernens nimmt das Lernen von sowohl motorischen als auch kognitiven **Fertigkeiten** oder **Skills** ein. Die Untersuchung letzterer ist

Exkurs 9.11: Ein Einsicht-Problem



Ähnlich wie es Köhler bei seinen Schimpansen demonstrierte, kommt auch uns die Einsicht beim Lernen einer Problemlösung recht plötzlich und überraschend, nachdem mancher Lösungsversuch zuvor nicht weiterführte. Ein solches „Aha-Erlebnis“ ist für uns zumeist mit Genugtuung und somit auch mit Verstärkung verbunden, wie wir dies vielfältig bei der Lösung von Rätseln oder Denkaufgaben erleben können. Das folgende Beispiel kann Ihnen (wenn Sie es noch nicht kennen) das plötzliche Auftreten von Einsicht im eigenen Erlebnis demonstrieren.

Stellen Sie sich vor: Zwei Autos sind zunächst 100 Kilometer voneinander entfernt und bewegen sich mit gleich bleibender Geschwindigkeit geradlinig aufeinander zu. Das eine Auto (links in der Abbildung) fährt

mit einer Geschwindigkeit von 60 km/h, das Auto von der rechten Seite mit einer Geschwindigkeit von 40 km/h. Stellen Sie sich weiter vor, ein idealisierter mechanischer Vogel startet zusammen mit dem Auto von links, aber mit einer Geschwindigkeit von 80 km/h, und fliegt zwischen den beiden sich einander nähernden Autos ständig hin und her, ohne dabei bei den Kehrtwendungen an Geschwindigkeit zu verlieren. Die Problemfrage lautet: Wie weit fliegt unser hypothetischer Vogel vom Start bis zu dem Moment, wo die beiden Autos einander begegnen? (Die Aufgabe lässt sich ohne besonderen mathematischen Aufwand lösen.)

Üblicherweise würde man zunächst versuchen herauszufinden, wie weit der Vogel bei jeder einzelnen Strecke fliegt, um diese dann miteinander zur ganzen Strecke zu addieren. Eine Wende in unserem Ansatz tritt jedoch auf, wenn wir uns fragen, wie *lange* muss der Vogel fliegen, bis sich die beiden Autos treffen. Sobald wir diese Frage beantwortet haben (siehe Abbildung), ergibt sich der Rest der Lösung zumeist sehr schnell. Rückblickend dürfte Ihnen nun, wenn sie die Antwort haben, auch klar sein, was ein Einsicht-Erlebnis ist. (Mathematisch können Sie so vorgehen: Zeitbestimmung für den Zeitpunkt x der Begegnung mit Zweisatz ergibt: $\text{Zeit} \times 40 \text{ km/h} + \text{Zeit} \times 60 \text{ km/h} = 100 \text{ km/h}$; $x = 1 \text{ h}$; bei seiner Geschwindigkeit von 80 km/h legt der Vogel also 80 km Flugweg zurück.)

ein besonderes Anliegen der neueren Psychologie, deren Ergebnisse wir zum Teil bereits in Kapitel 8 (Denken und Sprache) kennen gelernt haben.

- ! Unter **Fertigkeiten** verstehen wir nach Adams (1987)
- komplexe Verhaltensweisen wie Fahrrad- oder Autofahren, Schreibmaschineschreiben, Jonglieren, Musizieren oder den Gebrauch von Sprache und Schrift. Fertigkeiten beinhalten in der Regel wahrnehmungsbezogene kognitive sowie motorische Prozesse, die durch einen langsamen Übungsprozess zu zunehmend besseren Leistungen integriert werden.

Das Lernen von solchen motorischen Fertigkeiten erfolgt nach unserem heutigen Erkenntnisstand in mehreren (drei) aufeinander folgenden Schritten (Phasen):

1. Im ersten Schritt werden bestimmte Reaktionen, Handlungen oder Fakten und deren Abfolge gelernt. Im Falle des bewussten Lernens wird dabei eine kog-

nitive Struktur des Handlungsprozesses erworben, zum Beispiel, welcher Fingersatz beim Klavierspielen einer Melodie verwendet wird oder welche Positionen der Schalthebel für die verschiedenen Gänge beim Autofahren haben muss.

2. Im zweiten Schritt werden diese einzelnen diskreten Reaktionen integriert, beziehungsweise das erworbene Faktenwissen (*deklaratives Wissen*) in Handlungswissen (*prozedurales Wissen*) dadurch überführt, dass zum Beispiel die erforderlichen Bewegungen wiederholt ausgeführt und geübt werden, wobei Assoziationen zwischen den Folgen einer Sequenz gefestigt und zu umfassenderen Einheiten verbunden werden, ähnlich wie im verbalen Gedächtnis Chunks abgespeichert werden (siehe Kapitel 10, Gedächtnis und Vergessen).
3. Im dritten Schritt führt der Integrationsprozess durch weitere Übung dazu, dass die motorische oder kognitive-verbale Reaktion automatisch abläuft, ohne dass man dabei über die einzelnen Schritte nachdenken

muss oder auch kann. Die schließlich *autonom* und *automatisch* ablaufende Fertigkeit beansprucht zunehmend weniger Aufmerksamkeit, ist auf Abruf weitgehend selbständig durchführbar und interferiert kaum noch mit anderen Tätigkeiten (zur Interferenz siehe ebenfalls die Ausführungen hierzu in Kapitel 10, Gedächtnis und Vergessen). Auch die verbale Vermittlung wird überflüssig, und wir selbst sind oft nicht mehr in der Lage, zu beschreiben, wie wir die Handlung vollziehen. Wir können schreiben, lesen, sprechen, tanzen oder rechnen, ohne darüber nachdenken zu müssen, wie wir es tun, ja, wir können uns dabei gedanklich anderen Dingen oder Inhalten zuwenden.

Das Erlernen von Fertigkeiten wird in den letzten Jahren häufig auch als **implizites Lernen** betrachtet, das eng mit dem später zu besprechenden *impliziten Gedächtnis* zusammenhängt und vermutlich von diesem, wie Seger (1994) sagt, kaum zu trennen ist. Als implizites Lernen bezeichnete Seger (1994, S. 63) „das Lernen komplexer Informationen ohne vollständig verbalisierbares Wissen dessen, was gelernt ist“, und hebt es damit vom **expliziten Lernen** ab, das bewusst erfolgt. Wenn Sie Fahrradfahren oder ein Dinghy zu segeln lernen, dann können Sie schwerlich genau verbalisieren, wie Sie das machen, aber Sie können es zeigen. Ausführlicher werden wir uns mit diesen Unterscheidungen in Kapitel 11.1.3, Impliziten und Expliziten Gedächtnis, befassen.

Für den Fortschritt des Lernens durch Übung ist die **Rückmeldung** oder das **Feedback** über die erreichten Resultate der Reaktion im Hinblick auf das Ziel von besonderer Wichtigkeit für das Ausbilden einer jeden Fertigkeit. Die Rückmeldung liefert erstens Information über das erreichte Resultat, zweitens bringt sie je nach deren Ausfall eine positive oder negative Verstärkung, und drittens führt der durch Feedback erlebte Lernfortschritt zu einer weiteren Lernmotivation.

9.5.3 Kognitive Landkarten und latentes Lernen

Der Begriff **kognitive Landkarte** (*cognitive map*) wurde von Tolman (1932) in die psychologische Literatur eingeführt. Er bezeichnet in etwa die **mentale Repräsentation** des Handlungsraumes.

Der hier zu Grunde liegende kognitive Ansatz zur Erklärung der Lernprozesse geht auf Edward Tolman zurück. Seine theoretische Orientierung war zwar insofern behavioristisch, als er seine Aussagen nur auf beobachtbares Verhalten gründete und Introspektion, als bloße Selbstbeobachtung, als Erkenntnisquelle ablehnte. Er nahm aber an, dass das Verhalten zweckorientiert (*purpositive*) und nicht vom Zufall gesteuert sei und dass ihm be-

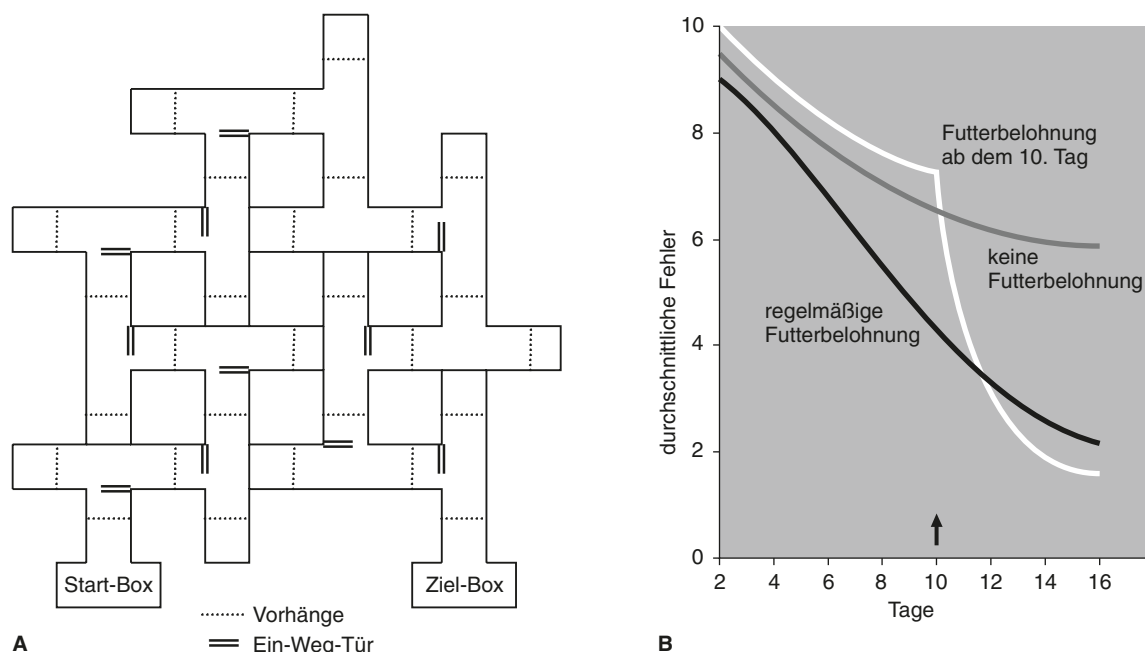
stimmte zielorientierte Handlungspläne zu Grunde lägen. In vielfältigen Untersuchungen an Ratten machte er dies deutlich und zeigte damit die Bedeutung kognitiver Prozesse beim Reiz-Reaktions-Lernen auf. Er ging davon aus, dass eine Ratte beim Durchlaufen eines Labyrinths nicht eine Sequenz von Rechts-Links-Wendungen lernt, sondern vielmehr eine mentale Repräsentation der Labyrinthstruktur entwickelt. In einem seiner typischen Experimente hatten drei Gruppen von Ratten täglich ein komplexes Labyrinth (vergleiche Abbildung 9.27 A) zu durchlaufen. Die Tiere der ersten Gruppe wurden bei Erreichen der Zielbox mit Futter belohnt. Sie erhielten also ein übliches Labyrinthtraining, während die Tiere der zweiten Gruppe nur die Möglichkeit erhielten, das Labyrinth zu explorieren. Beim Erreichen der Zielbox wurden sie ohne Futterverstärkung wieder an den Anfang zurückgesetzt (latentes Lernen). Die dritte, eigentliche Experimentalgruppe hatte zunächst die gleiche Möglichkeit, das Labyrinth zu explorieren, erhielt dann aber ab dem zehnten Tag eine Futterbelohnung, wie die Ratten der ersten (Kontroll-) Gruppe. Aus den in Abbildung 9.27 B dargestellten Lernergebnissen (Fehlerkurven) lässt sich erkennen:

1. Auch die nicht futterbelohnten Ratten lernen, das Labyrinth mit zunehmend weniger Fehlern zu durchlaufen, was sich aber erst später (bei Futtergabe) zeigt. Man spricht von **latentem Lernen** (von Lateinisch *latens* für heimlich, verborgen).
2. Werden die Ratten nach einer belohnungsfreien Exploration für das Erreichen der Zielbox belohnt, so nimmt die Fehlerzahl schlagartig ab, und die gezeigte Lernleistung ist sogar besser als bei der Gruppe, die ständig belohnt wurde.

Mit diesen Ergebnissen konnte Tolman deutlich machen, dass im Gegensatz zum Skinner'schen Ansatz Lernen auch ohne ausdrückliches Reinforcement durch Futter möglich ist. Es bleibt jedoch zunächst verborgen (latent) und tritt erst in Erscheinung, wenn es sich lohnt, die latent erlernte Verhaltensweise zu zeigen, das heißt, wenn sie verstärkt wird.

! **Latentes Lernen** bezeichnet ein Lernen, das zunächst nicht gezeigt wird, aber demonstriert und sichtbar werden kann, sobald dafür eine Bekräftigung erfolgt.

Aus diesen Ergebnissen folgerte Tolman, dass die Ratten dabei so etwas wie eine „kognitive Landkarte“ haben müssen: eine innere schematische Repräsentation des Labyrinths – einschließlich der toten Gänge und falschen Wege – gelernt haben müssen. Dies konnte er in einem bekannt gewordenen, weiteren Experiment demonstrieren (siehe Exkurs 9.12).



9.27 Tolmans Experiment zum latenten Lernen bei Ratten Drei verschiedene Gruppen von Ratten durchliefen täglich über mehrere Tage dasselbe Labyrinth unter verschiedenen Belohnungsbedingungen. Die (idealisierten) Kurvenverläufe zeigen, dass Lernen auch ohne ausdrückliches Reinforcement durch Futter möglich ist.

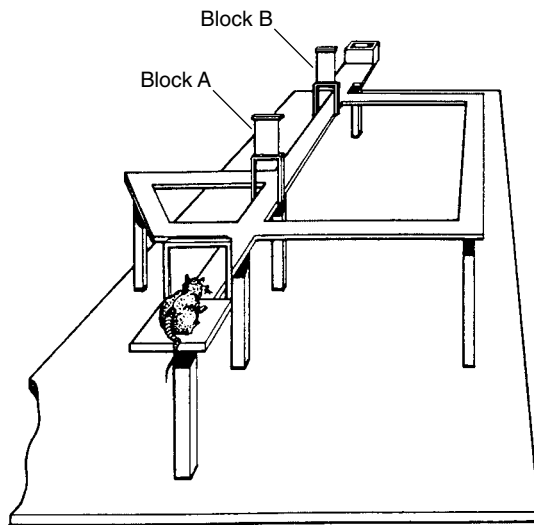
■ Eine **kognitive Landkarte** (*cognitive map*) ist eine (hypothetische) mentale Repräsentation des Handlungsraumes beziehungsweise der Lernsituation, die Informationen über die verschiedenen Ereignisse derselben umfasst.

Tolmans Ergebnisse konnten inzwischen durch neuere Experimente zu kognitiven Landkarten bei Ratten, Schimpansen und Menschen bestätigt werden (Olton, 1979; Moar, 1980). Tiere und Menschen lernen den allgemeinen Aufbau ihrer Umgebung auch *latent* durch Exploration. Sie entwickeln dabei offensichtlich eine kognitive Landkarte, das heißt eine innere Repräsentation der Gesamtsituation, aus der sie **Erwartungen** über die Ergebnisse unterschiedlicher Reaktionsalternativen ableiten können. Offensichtlich handelt es sich hierbei bereits um das Erfassen abstrakter Konzepte, eine Fähigkeit, die man zunächst nur dem Menschen zuerkannte. In den 1980er Jahren konnte jedoch von Premack (Premack & Premack, 1983; Premack, 1985) in einer Reihe von aufschlussreichen Experimenten gezeigt werden, dass auch nicht menschliche Primaten, nämlich Schimpansen, in der Lage sind, abstrakte Konzepte zu bilden und anzuwenden. In diesen Untersuchungen lernten die Schimpansen einfache Spielmarken, so genannte „Tokens“, unterschiedlicher Form, Farbe und Größe als Zeichen für verschiedene Begriffe zu gebrauchen. So lernten sie zum Beispiel, dass eine bestimmte Spielmarke „Apfel“, eine an-

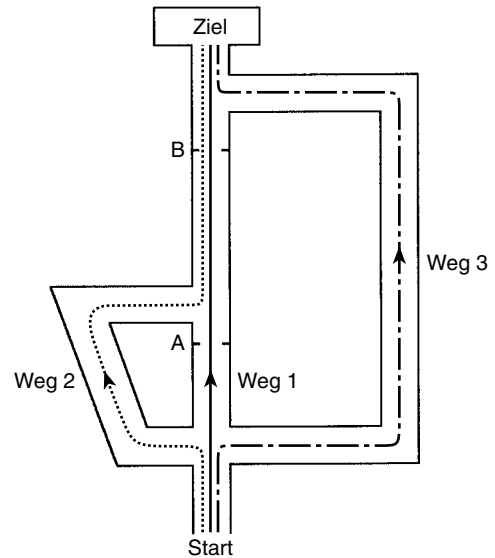
dere „Banane“ bedeutete, auch wenn die Tokens keinerlei Ähnlichkeit mit dem bezeichneten Gegenstand hatten. Daraus ließ sich schließen, dass die Schimpansen **konkrete Konzepte** wie „Apfel“ oder „Banane“ verstehen können. Darüber hinaus sind sie aber auch in der Lage, **abstrakte Konzepte** wie „gleich“ oder „ungleich“ zu erlernen und die entsprechenden Tokens wie Worte einer Sprache zu benutzen. Werden ihnen zum Beispiel zwei Apfel-Tokens vorgelegt, so lernen sie hier ihr Token für „gleich“ hinzuzulegen. Werden ihnen jedoch ungleiche Objekte, ein Apfel-Token und ein Pfirsich-Token, vorgelegt, so antworten sie nun mit ihrem Token für „ungleich“. Darüber hinaus scheinen Schimpansen auch komplexere Konzepte wie „verursachen“ verstehen zu können. Zeigt man ihnen eine Schere und dazu zerschnittenes Papier, so verwenden sie ihr Token für „verursachen“. Dies tun sie jedoch nicht, wenn ihnen eine Schere und unzerschnittenes Papier vorgelegt wird. Wir haben uns mit diesem **Lernen von Begriffen**, das vielfach dem Gebiet des komplexen Lernens zugerechnet wird, bereits im Zusammenhang mit dem Konzepterwerb im Kapitel 8 (Denken und Sprache, Exkurs 8.3) befasst.

Angemerkt sei, dass in der neueren Literatur sowohl für kognitive Landkarten als auch für begriffliche Konzepte vielfach der weitergehende Begriff **Schema** verwendet wird. Als Schemata werden dann auch gleichzeitig unsere ähnlich gestalteten allgemeinen Wissensstrukturen im

Exkurs 9.12: Ortslernen



Die Abbildung zeigt ein solches Labyrinth zum „Ortslernen“, das Ratten im satten und hungrigen Zustand, aber ohne Belohnung, erlernt hatten. Setzte man dann die hungrigen Tiere an den Start, so bevorzugten sie natürlich den Weg 1, um zum Ziel zu gelangen. Wurde dieser Weg bei A blockiert, so wählten fast alle Tiere den Weg 2 (bis hierher stimmten die Vorhersagen der S-R-Theorien und Tolmans kognitive Theorie überein). Wurde Weg 1 dagegen bei B blockiert, so musste die



Ratte nach der S-R-Theorie immer noch Weg 2 wählen, da er kürzer als Weg 3 und sein Eingang nicht blockiert ist. Tatsächlich aber wählten 14 von 15 Ratten den Weg 3, den sie normalerweise selten wählten. Sie reagierten also so, als ob sie über eine *kognitive Landkarte* verfügten, die ihnen die Erkenntnis oder „Einsicht“ lieferte, dass Weg 2 damit ebenfalls versperrt war, denn sehen konnten sie dies nicht (Tolman & Honzik, 1930).

Gedächtnis mitumfasst, die nicht ausschließlich räumliche Daten, sondern auch andere Formen der Information beinhalten können.

Auch das **kognitive Lernen** von Begriffen und Konzepten haben wir bereits im Kapitel 8 (Denken und Sprache) unter dem Aspekt der **Begriffsbildung** dargestellt (vergleiche Exkurs 8.3).

9.6 Imitationslernen

Als Imitationslernen bezeichnet man (wie zu Beginn des Kapitels erwähnt) die Übernahme neuer Verhaltensweisen auf Grund der Beobachtung erfolgreichen fremden Lernens. Es wird vielfach auch als **Beobachtungslernen**, **Modelllernen** oder als **soziales Lernen** bezeichnet. Dieses tritt oft in Situationen auf, in welchen nach der klassischen Lerntheorie eigentlich kein Lernen zu erwarten wäre, da weder eine Reaktion, noch eine Verstärkung zu beobachten ist. Es handelt sich hier offenbar um komplexe soziale Lernprozesse.

9.6.1 Komplexe soziale Lernprozesse

Bei der Erforschung der Lernvollzüge des Menschen hat sich immer wieder gezeigt, dass wir weitere komplexe soziale Lernprozesse annehmen müssen, die über die einfacheren Konditionierungsvorgänge hinauszugehen scheinen. So würde wohl der Aufbau unserer Sprache über das instrumentelle Lernen viel zu lange dauern. Wir sind aber offenbar fähig, die Bewegungen und Lautäußerungen anderer Personen offenbar ohne besondere Lernprozesse nachzuahmen.

Insbesondere in sozialen Situationen wie auch im Sozialisierungsprozess des Menschen beobachten wir, dass Lernen häufig allein durch Beobachtung und Nachahmung von Vorbildern beziehungsweise Modellen erfolgt (Abbildung 9.28). Diese Feststellung ist nicht neu. Bereits Lord Chesterfield (1694–1773) hatte die Idee: „Wir sind in Wirklichkeit mehr als die Hälfte dessen, was wir sind, durch Imitation.“ Im Bereich der psychologischen Wissenschaft waren es Miller und Dollard (1941), die die Annahme formulierten, dass das Lernen von Verhaltenswei-



9.28 Kinder lernen Verhaltensgewohnheiten wie Rauchen, Trinken oder Spucken durch Beobachtung und Imitation akzeptierter Vorbilder wie Eltern oder Freunde.

sen im Laufe des Sozialisierungsprozesses mehr auf Nachahmung von Vorbildern als auf Versuch und Irrtum beruht. Diese Hypothese hat jedoch damals verhältnismäßig wenig Beachtung gefunden und ist erst in den 1960er Jahren durch die mit Experimenten belegten Untersuchungen von Bandura et al. (1963, 1973) als **Lernen am Modell** oder als **sozial-kognitive Lerntheorie** bekannt geworden. Für diese Art des Lernens existieren heute in der Psychologie recht viele Bezeichnungen: **Beobachtungs-** oder **Modelllernen**, Lernen durch **Nachahmung**, **Imitationslernen**, **Identifikationslernen**, **soziales Lernen** oder auch **Rollenlernen**.

! Beim **Imitationslernen** (Lernen durch Beobachtung und Nachahmung) geht es um das Lernen von neuen Verhaltensweisen durch die Beobachtung bestimmter Modelle, deren Verhalten (gleich oder später) nachgeahmt wird.

Diese Form des sozialen Lernens findet sich zumeist in solchen Situationen, in welchen nach der klassischen behavioristischen Lerntheorie kein Lernen zu erwarten wäre, weil der Lernende während des Beobachtungslernens keine aktive Rolle zeigt, und er selbst auch keine sichtbare Bekräftigung erhält.

Das Imitationslernen ist dagegen wesentlich dadurch gekennzeichnet, dass der Lernende ein Verhalten nachahmt, von dem er beobachtet, dass es beim Vorbild, dem „Modell“, zum Erfolg führte. Es ist daher auch als **stellvertretendes operantes Konditionieren** (*vicarious learning*) bezeichnet worden. Das Modell wird stellvertretend für den Lernenden belohnt.

Wie und nach welchen Prinzipien funktioniert das Imitationslernen im Einzelnen? Von welchen Variablen

hängt es ab, ob ein beobachtetes Verhalten gelernt oder gezeigt wird? Werden Modelle gleichermaßen nachgeahmt? Welche Eigenschaften der Modelle erhöhen, welche vermindern die Wahrscheinlichkeit ihrer Nachahmung? Diese Fragen waren sowohl für Pädagogen als auch für Psychologen angesichts des zunehmenden Einflusses von Film, Funk und Fernsehen auf das Sozialverhalten und die Meinungsbildung von besonderem Interesse (vergleiche zum Beispiel Huston, 1985; National Institute of Mental Health Report, 1982).

9.6.2 Grundprinzipien des Imitationslernens

Die Grundprinzipien des Modelllernens wurden im Wesentlichen von Bandura und seiner Arbeitsgruppe anhand von einfallsreichen Experimenten untersucht und demonstriert. Hier zeigte sich, dass insbesondere Kinder dazu neigen, sowohl das nachzuahmen, was eine Modellperson tut, als auch das, was sie sagt und wie sie es sagt, egal ob das Verhalten prosozial oder antisozial ist. Nicht nur Kinder, auch wir Erwachsenen neigen dazu, Verhaltensweisen von solchen Personen zu übernehmen, die wir als erfolgreich, bewundernswürdig oder auch nur als uns ähnlich wahrnehmen (vergleiche die Exkurse 9.13 und 9.14).

9.6.3 Schlussfolgerungen

Bandura konnte in seinen Untersuchungen zeigen (siehe Exkurse 9.13 und 9.14), dass die komplexen Verhaltensweisen eines Modells in einer gegebenen Situation vom Beobachter offenbar aufgenommen und gespeichert werden und dass sie dann später in einer gleichen oder ähnlichen Situation in mehr oder weniger ähnlicher Weise wiedergegeben werden können.

Bei dem Vollzug des Imitationslernens lassen sich im Wesentlichen zwei Phasen unterscheiden:

1. In der ersten Phase wird das Verhalten des Modells in einer bestimmten Situation beobachtet und seine spezifischen Reaktionen werden gespeichert, ohne dass ein Handeln nötig ist. Diese Phase wird als **Akquisitions-** oder **Aneignungsphase** bezeichnet. Diesen Schritt bezeichnete Bandura (1965) auch als „Lernen ohne Versuch“.
2. Die zweite Phase, in der das bereits angeeignete Verhalten auch gezeigt wird, heißt **Performanz-** oder **Ausführungsphase**. Ob das gespeicherte gelernte Verhalten hier in einer entsprechenden Situation dann auch tatsächlich gezeigt wird, ist von mehreren Faktoren abhängig, nämlich:
 - (a) inwieweit sich der Beobachter mit dem Modell identifiziert (Identifikation),

Exkurs 9.13: Demonstration des Imitationslernens

Aus der Vielzahl der von Bandura und seinen Mitarbeitern durchgeführten Demonstrationsexperimenten greifen wir hier eines heraus, das zugleich auch die Bedeutsamkeit einer belohnenden Zuwendung seitens des Modells für die Nachahmung demonstriert:

Fünfjährige Vorschulkinder wurden nach dem Zufall in zwei Gruppen aufgeteilt. Die Experimentalgruppe wurde in einen Raum geführt, in welchem eine erwachsene Frau recht ausführlich mit den Kindern spielte (gutes Modell). Die Kinder der Kontrollgruppe wurden dagegen in einen Raum geführt, in welchem sich ebenfalls eine erwachsene Frau befand, die sich aber nicht um die Kinder kümmerte (schlechtes Modell). Nach dieser Eingewöhnungsphase wurden die Kinder jeweils zusammen mit ihrem „Modell“ in einen anderen Raum geführt, wo beide Gruppen getrennt voneinander eine Reihe festgelegter Aufgaben zu bewältigen hatten. Dabei wurden die Aufgaben jeweils zunächst von dem „Modell“ gelöst, das die Kinder be-

obachten konnten. Bei der Vorführung der Aufgabenlösung zeigte das Modell zusätzlich einige Verhaltensweisen, die mit der Lösung nichts zu tun hatten, zum Beispiel sinnfreie verbale Äußerungen, unnötige Mimik, Wegstoßen einer Puppe. Dann wurde das weitere Verhalten der Kinder beider Gruppen beobachtet. Bei dieser abschließenden Verhaltensbeobachtung zeigte sich, dass die Kinder nicht nur die vorgeführten und beobachteten Lösungsschritte nachahmten. Die Kinder der Experimentalgruppe zeigten darüber hinaus signifikant häufiger (zum Teil sogar in übertriebenem Maße) auch die zusätzlichen Verhaltensweisen des Modells als die Kinder der Kontrollgruppe. Diese Beobachtung führte Bandura zu der Annahme, dass diese Kinder sich infolge des zuwendungsorientierteren Verhaltens ihres Modells stärker mit diesem identifizieren konnten und daher auch Belangloseres in ihr Verhaltensrepertoire aufnahmen (Bandura & Walters, 1963).

- (b) ob das Modell für sein Verhalten belohnt wurde (stellvertretende Bekräftigung),
- (c) ob der Beobachter mit diesem Verhalten in der aktuellen Situation für sich selbst Erfolg erwartet (Erfolgserwartung).

Ob das beobachtete Verhalten schließlich in das Reaktionsrepertoire des Beobachters aufgenommen wird, hängt schließlich auch noch von dessen emotionalem Erleben und seiner (im Hinblick auf seine mögliche Idealvorstellung erfolgenden) *Bewertung* des beobachteten Verhaltens ab.

Aus den vielfältigen Untersuchungen von Bandura kann weiter abgeleitet werden:

1. Das beobachtete Verhalten wird im Zusammenhang mit den *kontextuellen Hinweisen* (S^D oder S_Δ) gespeichert, die als mögliche Auslöser für die Imitation des Verhaltens dienen.
2. Die Beobachtung führt zu *Bahnungs- und Enthemmungseffekten*, wenn sich das beobachtete Verhalten als erfolgreich erweist. Es entstehen positive Gefühle, welche die Nachahmung des Verhaltens erleichtern.
3. Die Beobachtung führt zu Hemmungseffekten, wenn das Modell bestraft wird. Die Imitation des gelernten Verhaltens wird unterbunden, sofern keine anderen kognitiven Erwartungen vorliegen.
4. Die Beobachtung kann generell auf schon vorhandene Reaktionspotenziale erleichternd oder hemmend wir-

ken, das heißt, der Beobachter wird zur Ausführung eines bereits vertrauten Verhaltens in einer bestimmten Situation ermutigt.

9.6.4 Wie wird man zum Modell?

Es wurde schon darauf hingewiesen, dass der Identifikation mit dem Modell eine besondere Bedeutung zukommt, womit eine generelle Fragestellung der Sozialpsychologie angeschnitten ist. Nach den vorliegenden Untersuchungen scheint gesichert zu sein, dass die Nachahmung eines Modells dadurch gefördert wird, dass

- das Modell eine Identifikation zulässt,
- der Beobachter direkt oder stellvertretend über das Modell belohnt wird,
- das Modell einen hohen sozialen Status besitzt,
- sein Verhalten persönlich und freundlich wirkt,
- das Modellverhalten eigenen Intentionen entspricht.

(Vergleiche hierzu das Eingangsexperiment in Exkurs 9.13.)

So ist häufig nicht der Erzieher oder der Lehrer das Modell für die von ihm betreuten Jugendlichen oder Schüler, sondern diese orientieren sich an ihrem *informellen Gruppenführer*, dessen Verhalten durchaus im Widerspruch zu den angestrebten Verhaltenszielen der Einrichtung stehen kann.

Exkurs 9.14: Grundprinzipien des Imitationslernens im Experiment

Schema des Versuchsdesigns

	Aquisitionsphase	Performanzphase	
Vorschulkinder	Film mit aggressivem Spielzeug (Rocky & Jonny)	Spielen im Spielzeugzimmer	Zeigen, was gesehen wurde
Experimentalgruppe 1	Rocky (Modell) siegt	aggressives Verhalten	aggressives Verhalten
Experimentalgruppe 2	Rocky (Modell) verliert	} kein Unterschied	aggressives Verhalten
Kontrollgruppe	nicht aggressives Spielen		—

Eine klassische Demonstration grundlegender Faktoren beziehungsweise Aspekte des Modelllernens gibt folgende Untersuchung von Bandura (vergleiche Abbildung). Die Versuchspersonen (Vorschulkinder) wurden auf drei Gruppen aufgeteilt, denen jeweils in der ersten Phase des Experimentes ein Film gezeigt wurde, in welchem zwei Erwachsene, Rocky und Jonny, als Modelle in unterschiedlicher Weise mit „aggressivem“ Spielzeug (Stock, Gewehr, Lasso und Ähnlichem) spielten.

Die Kinder der Experimentalgruppe 1 sahen einen Film, in welchem Rocky sehr aggressiv mit Jonny spielt und ihm nach einiger Zeit schließlich die Spielsachen wegnimmt. In der Schlusszene sieht man Jonny allein in einer Ecke, während Rocky mit den Spielsachen singend davonzieht. Gleichzeitig teilt der Kommentator mit, dass Rocky gesiegt habe (das heißt, aggressives Verhalten zahlt sich aus und wird im Film *stellvertretend* bekräftigt).

Die Kinder der Experimentalgruppe 2 sahen einen Film, in welchem sich Rocky zunächst genauso verhält und aggressiv spielt. Als er allerdings Jonny die Spielsachen wegnehmen will, wird er von diesem verprügelt und Jonny nimmt sich seine Spielsachen zurück. In der Schlusszene sitzt diesmal Rocky weinend in der Ecke und der Kommentator stellt fest, dass Rocky bestraft wurde (das heißt, das Modellverhalten führte nicht zum Ziel und wird stellvertretend bestraft).

Die Kinder der Kontrollgruppe sahen dagegen einen Film, in welchem Rocky und Jonny sehr intensiv mit-

einander spielen, der aber keine aggressiven Verhaltensweisen zeigt.

Anschließend in der zweiten Untersuchungsphase wurden die Kinder der drei Gruppen getrennt voneinander in einen Raum geführt, in welchem sich die Gegenstände befanden, mit denen in dem Film gespielt wurde. Den Kindern wurde hier Zeit zum Spielen gegeben. Nun zeigte sich, dass die Kinder der Experimentalgruppe 1 (mit dem belohnten aggressiven Modell) eindeutig die meisten aggressiven Verhaltensweisen ausführten und sich damit deutlich von den beiden anderen Gruppen unterschieden, bei denen bei beiden gleich wenig aggressive Verhaltensweisen beobachtet wurden.

Werden dann in einer dritten Phase eines solchen Experimentes die Kinder aufgefordert, im Spiel zu zeigen, was sie in den gezeigten Filmen beobachtet haben, so können auch sehr wohl die Kinder der Experimentalgruppe 2 (aggressives bestrafte Modell) die beobachteten aggressiven Verhaltensweisen demonstrieren.

Dieses Ergebnis belegt, dass beobachtetes Verhalten, auch wenn es in der nachfolgenden Spielsituation nicht gezeigt wird, dennoch gelernt sein kann, so dass wir auch hier von **latentem Lernen** ausgehen müssen. Es handelt sich hier also wieder um latentes Lernen, wie es zuerst von Tolman beschrieben wurde (Bandura, 1969, 1979).

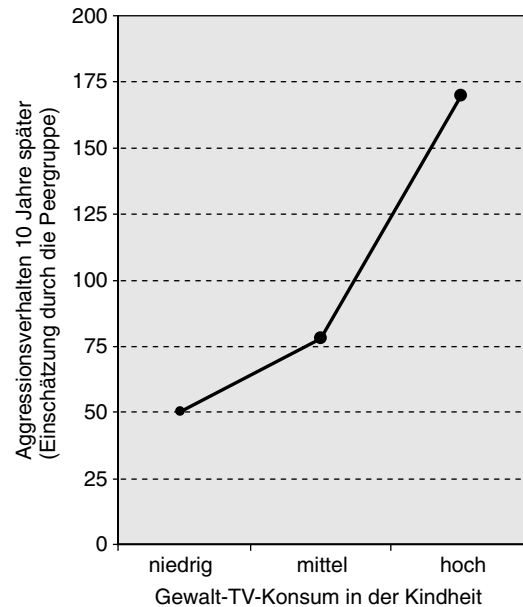
9.6.5 Modelllernen in der Praxis

Zu diesem Thema finden sich in der Literatur zahlreiche Untersuchungen. Bemerkenswert dabei ist jedoch, dass sich die überwiegende Mehrzahl der Untersuchungen mit dem Modelllernen antisozialen Verhaltens befasst und dass es nur relativ wenige Hinweise auf das Modelllernen prosozialer Verhaltensweisen zu geben scheint (vergleiche auch Exkurs 9.15).

Als bekannte Beispiele dafür, dass Personen, die konsistent ein nicht aggressives, helfendes und unterstützendes Verhalten an den Tag legen und dadurch ähnliches Verhalten bei ihren Bewunderern oder Beobachtern hervorrufen können, gelten Mahatma Ghandi, Martin Luther King Jr. oder Albert Schweizer, durch deren Vorbild gewaltloses Handeln zu einer bedeutsamen Kraft für den sozialen Wandel wurde. Ebenso können Eltern wirkungsvolle prosoziale Modelle sein. Insbesondere, wenn ihr Handeln und ihre verbalen Aussagen konsistent sind. Bisweilen jedoch sagen sie das eine und tun das andere. Wie Experimente belegen, scheinen die Kinder in solchen Fällen beides zu lernen (Rice & Grusec, 1975).

Zahlreiche Studien dagegen gibt es zum Modelllernen von Gewalt. Wird Gewalt auch in unserem natürlichen Umfeld durch Beobachtungslernen gelernt? Dies ist auch insofern eine aktuelle Frage, als das Ausmaß an Gewaltdarstellungen in etlichen Fernsehprogrammen in den letzten Jahren beträchtlich zugenommen hat. Nach einem Bericht der *New York Times* (1990) stieg zum Beispiel in einer amerikanischen Samstagmorgen-Kindersendung die Anzahl der dargestellten Gewalttaten in den Jahren von 1980 bis 1990 von 18,6 auf 26,4 pro Stunde. Tatsächlich haben, wie zu erwarten, gewalttätige Vorbilder dieselben Effekte, wie wir sie bereits im Laborexperiment von Bandura besprochen haben. Brachten die amerikanischen Medien ausführliche Berichte über die Schwergewichtsmeisterschaften im Boxen, so wurden laut Statistik anschließend 12 Prozent mehr Menschen getötet. Dabei ähnelten die Opfer den Personen, die im Boxkampf verloren hatten (zum Beispiel in der Hautfarbe).

In einer groß angelegten Studie in Amerika wurden 800 Kinder zwischen 8 und 9 Jahren zunächst hinsichtlich ihrer Fernsehgewohnheiten und Präferenzen untersucht und gleichzeitig ihre gegenwärtige Aggressivität über Befragung von Klassenkameraden auf Schätzskaalen erfasst. Dabei zeigte sich zunächst, dass die Jungen, die Programme mit einem beachtlichem Anteil an Gewalt bevorzugten, auch wesentlich aggressiver in ihrem interpersonalem Umgang waren als die Kinder, die Programme mit wenig oder kaum Gewaltdarstellungen bevorzugten – Ergebnisse, die denen früherer Untersuchungen voll ent-

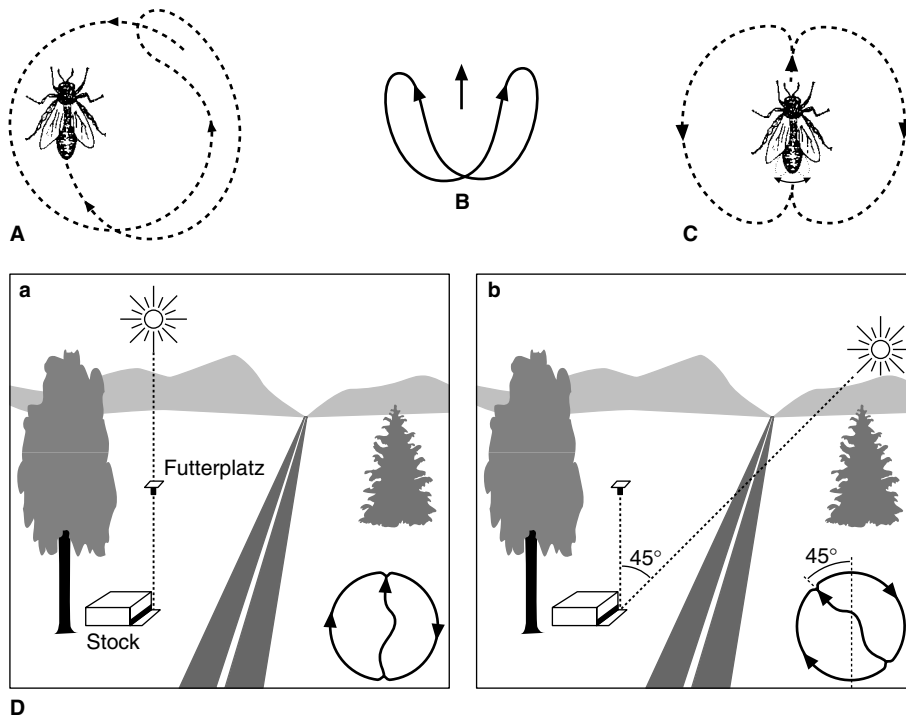


9.29 Der Zusammenhang zwischen TV-Gewalt-Konsum mit 9 Jahren und Aggressivität mit 19 Jahren Die Menge der im Alter von 9 Jahren konsumierten TV-Gewalt-Sendungen korreliert positiv mit dem 10 Jahre später beobachteten Ausmaß der Aggressivität.

sprachen. Aber als 10 Jahre später mehr als die Hälfte der ursprünglichen Personen erneut hinsichtlich ihrer Fernsehpräferenzen interviewt wurde, ihre Verbrechenstendenzen mit einem Test erfasst und ihre Aggressivität durch Mitschüler eingeschätzt (*rating*) worden war, zeigte sich eine beträchtlich hohe Korrelation zwischen ihrem TV-Gewalt-Konsum mit 9 Jahren und ihrer Aggressivität mit 19 Jahren (siehe Abbildung 9.29).

Dies war auch dann der Fall, wenn diese Werte hinsichtlich ihrer bereits früher vorhandenen Jugendaggressivität statistisch korrigiert wurden. Damit konnte zugleich auch die These als Erklärung ausgeschlossen werden, dass umgekehrt die vorhandene natürliche Aggressivität zu dem stärkeren Konsum aggressiver Fernsehprogramme führe. Andererseits muss dagegen gehalten werden, dass bei den Mädchen keine derartig konsistenten Beziehungen zwischen Fernsehgewohnheiten und ihrem Aggressionsverhalten vorhanden waren. Argumentiert wird hierzu für gewöhnlich, dass es in den Fernsehprogrammen generell weniger oder kaum weibliche Gewaltmodelle gäbe. Andererseits könnten die Ergebnisse auch auf eine unterschiedliche, phylogenetisch mitbedingte *Preparedness* (vergleiche die Ausführungen zu den biologischen Einschränkungen) für die Übernahme derartiger Verhaltensweisen bei beiden Geschlechtern hinweisen. Zumindest sprechen die darge-

Exkurs 9.15: Nachahmungslernen bei Tieren



Zunächst war man davon ausgegangen, dass Beobachtungslernen eine typisch menschliche Lernleistung ist. Aber seit Biologen und Ethologen sich weitgehend mit den Verhaltensweisen der Tiere befassen, sind dort gleichartige Lernvorgänge beschrieben worden. So lernen Singvögel (zum Beispiel der Buchfink) wesentliche Elemente des artigen (oder den eines anderen) Gesanges durch Nachahmung (vergleiche Exkurs 9.10). In akustischer Isolation aufgezogene Tiere bringen lediglich unspezifisches Gestammel hervor (Thorpe, 1961). Katzenmüttern wurde beigebracht, Bananen oder Kartoffelmus zu fressen, worauf die Jungen diese nicht art-

gemäße Ernährungsweise von der Mutter übernehmen (Franck, 1985). Tendenzen zu Nachahmungsverhalten finden sich auch bei manchen primitiveren Organismen: Bienen vollführen, wenn sie in der Umgebung eine lohnende Futterquelle gefunden haben, im heimischen Stock auf den Waben einen spezifischen „Schwänzeltanz“, dessen Art und Ausrichtung die Richtung und Entfernung der Futterquelle angibt. Durch Nachahmung dieses gerichteten Schwänzeltanzes der „erfolgreichen“ Biene nehmen andere Bienen die Information über Entfernung und Richtung auf und finden danach auch die Futterquelle (K. v. Frisch, 1965)

stellten Ergebnisse sowie die zahlreicher anderer Studien gegen die Anwendbarkeit der **Katharsishypothese**, wonach wir durch das Betrachten aggressiver Filme unsere triebmäßig vorhandene Aggression abbauen und läutern würden (Wood et al., 1991).

9.6.6 Kritische Diskussion

Inwieweit das Lernen am Modell als sozial-kognitive Lerntheorie eine eigenständige Lerntheorie darstellt, ist eine bisher noch ungelöste Frage. Autoren wie Atkinson und Hilgard (1990) sehen das Lernen am Modell als einen Spe-

zialfall des operanten Konditionierens an. Diese **soziale Lerntheorie** unterscheidet sich jedoch vom strikten Behaviorismus insofern, als die Bedeutung kognitiver Prozesse hervorgehoben wird. Dadurch, dass wir Menschen (aber auch höhere Tiere) eine **mentale Repräsentation** der jeweiligen Reizsituation bilden können, sind wir in der Lage, auch die Konsequenzen unseres Verhaltens vorherzusehen und unser Verhalten entsprechend einzurichten. Diese Denkprozesse lassen sich andererseits als verinnerlichte Handlungen beziehungsweise als „**Probehandeln**“ verstehen, deren erfolgreiche Lösung zum „Aha-Erlebnis“ führt, das im Sinne der operanten Konditionierung als innere Belohnung aufgefasst werden kann.

Das Modelllernen unterscheidet sich ferner vom konsequenten Behaviorismus dadurch, dass es die Bedeutung der stellvertretenden Bekräftigung hervorhebt, die ebenfalls nur über kognitive Prozesse wirksam werden kann. Aber auch dieses Lernprinzip kann als komplexe Variante des operanten Konditionierens aufgefasst werden.

9.6.7 Schlussbetrachtung

Wie bereits an mehreren Stellen innerhalb dieses Kapitels angemerkt, gibt es in der Lernpsychologie verschiedene Ansätze, Lernen zu erklären, wie auch gewisse Kontroversen zwischen den Vertretern verschiedener Ansätze. In der gegenwärtigen Diskussion wird die Bedeutung der innerpsychischen Prozesse (verinnerlichtes, verdecktes Handeln) stärker hervorgehoben. Dadurch wird das relativ starre ursprüngliche Grundscheema der S-R-Theorie auf einen S-O-R-Ansatz erweitert. Dies geschieht unter Einbeziehung einer intervenierenden Variablen, die auch als Organismus-Variable (O) bezeichnet wird, und durch die Einbeziehung der mit der Reaktion (R) in Verbindung stehenden Konsequenzen (C), was das auf Kanfer und Phillips (1975) zurückgehende Arbeitsmodell einer kognitiv strukturierten Lerntheorie verdeutlichen soll (Abbildung 9.30).

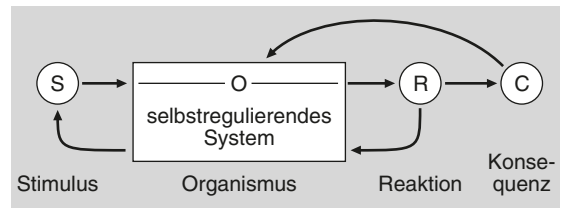


Abb. 9.30 Arbeitsmodell einer kognitiv strukturierten Lerntheorie nach Kanfer und Phillips (1975).

Wenngleich der gegenwärtige Stand der Lerntheorie noch etliche Probleme offen lässt, scheinen sich assoziative Lerntheorie und kognitives Lernen komplementär zu ergänzen. Sie können mit Atkinson und Hilgard (Atkinson et al., 2001) betrachtet werden als mögliche Pole einer kontinuierlichen Skala von einfachen, weniger bewusst ablaufenden Lernprozessen über einen weiten Mittelbereich bis hin zu kognitiv und bewusst ablaufenden Lernvollzügen. So ergibt sich hier auch heute noch ein weitgehendes eklektizistisches Bild, eine Art Mischtheorie, deren einzelne Aspekte von verschiedenen Psychologen in unterschiedlicher Weise hervorgehoben werden (vergleiche Gedächtnistheorien in Kapitel 10, Gedächtnis und Vergessen).

? Fragen zur Wiederholung und Denkanstöße

- Können Sie darlegen, wie man wissenschaftlich den Begriff „Lernen“ definiert hat?
- Welche Kategorien des Lernens lassen sich unterscheiden?
- Wie lernen wir durch Habituation?
- Wo spielen biologische Einschränkungen eine Rolle?
- Was ist ein CS, was ein US?
- Wie erfolgt die klassische Konditionierung?
- Beschreiben Sie die verschiedenen zeitlichen Konditionierungsmuster.
- Wann tritt Extinktion, wann Spontanerholung auf?
- Was ist Reizgeneralisation und durch welches Verfahren wird ihr entgegengewirkt?
- Was wird mit Generalisationsdekrement bezeichnet?
- Wie weit gelangen Konditionierungen höherer Ordnung?
- Welche Rolle spielt die konditionierte Geschmacksaversion?
- Was ist Kontiguität und was ist Kontingenz? Wohin gehören die Begriffe?
- Wie lässt sich die von Rescorla postulierte Bedeutung der *predictability* nachweisen?
- Wann kommt es zu Blockierung und Verdeckung bei der klassischen Konditionierung?
- Charakterisieren Sie das Rescorla-Wagner-Modell.
- Was wird unter artspezifischen Lerndispositionen verstanden?
- Beschreiben Sie das neuronale Modell elementarer Lernprozesse (Aplysia).

- Was sind Hebb-Synapsen und die Hebb'sche Regel?
- Wie erfolgt eine operante Konditionierung?
- Was besagt das Gesetz des Effekts?
- Was ist nach Skinner ein Verstärker und worin unterscheiden sich positive und negative Verstärkung?
- Was ist ein diskriminativer Stimulus und was bewirkt er?
- Wie kommt es zur Bildung generalisierter konditionierter Verstärker?
- Welche sechs Kontingenzpläne werden unterschieden?
- Was besagt das Premack-Prinzip?
- Welche Verstärkerpläne kennen Sie und mit welchen wird die beste Lösungsresistenz erreicht?
- Wann kommt es zum so genannten Verhaltenskontrast?
- Was wird bei der operanten Konditionierung als Shaping, was als Chaining bezeichnet?
- Was lehren die Experimente zur gelernten Hilflosigkeit?
- Erläutern Sie die Begriffe Prägung und Lerndisposition.
- Wie lässt sich Einsichts-Lernen charakterisieren und wie erklären?
- Welche Faktoren spielen beim Lernen von Fertigkeiten eine Rolle?
- Was wird unter latentem Lernen verstanden und wo kommt es vor?
- Wie kommt es zur Bildung einer kognitiven Landkarte?
- Was ist Modelllernen und wie lässt es sich erklären?
- Was versteht man unter Akquisitions- und Performance-Phase?
- Wie wurde latentes Lernen beim Imitationslernen nachgewiesen?

Weiterführende Literatur

Zur weiteren Wissensvertiefung über die klassischen Lerntheorien eignet sich das bereits in 5. Auflage erschienene Werk von Bower, G. H., & Hilgard, E. R. (1983), *Theorien des Lernens*, in welchem die wichtigsten Gesichtspunkte zur Konditionierung und zum Lernen im historischen Umfeld zusammengefasst werden. Weit ausführlicher sind die Klassiker von Pawlow, I. P., *Conditioned reflexes* (1927), deutsch: *Die bedingten Reflexe* (1972), sowie für das operante Konditionieren von Skinner, B. F., *The behavior of Organisms* (1938), und interessant verallgemeinernd Skinners *Jenseits von Freiheit und Würde* (1973). Kritisch auseinander gesetzt mit Pawlows Ansatz hat sich Rescorla, R. A. (1988), in *Pavlovian Conditioning: It's not what you think it is*. Ausführlich mit den Gesetzmäßigkeiten der operanten Konditionierung befassen sich Angermeier, W. F., Bednorz, P., & Hursh, S. R. (1994), *Operantes Lernen*. Zur generellen vertiefenden Einführung in die Lernpsychologie seien genannt: Schwartz, B., *Psychology of Learning and Behavior* (1989, 3. Auflage, eine ausgeglichene Darstellung des Konditionierungslernens unter Berücksichtigung ethologischer und kognitiver Gesichtspunkte), Anderson, J. R. (2000), *Learning and Memory*, das einen verständlichen aktuellen Überblick über die Lern- und Gedächtnisforschung vermittelt, und Seel, N. M. (2000), *Psychologie des Lernens*. Pädagogisch-psychologi-

sche Fragestellungen des Lernens werden behandelt in Edelman, *Lernpsychologie* (2000).

Zum Einsichts-Lernen sei verwiesen auf Köhler, W. (1950), *Simple structural functions in the chimpanzees and in the chicken*, sowie seine *Intelligenzprüfungen an Menschenaffen* (1973). Kamin, L. J. (1969), behandelt *Predictability, surprise, attention, and conditioning*, in B. A. Campbell & R. M. Church (Hrsg.), *Punishment and aversive behaviour*. Lachnit, H. (1993), behandelt *Assoziatives Lernen und Kognition*. Als wichtigste weiterführende Informationsquelle zum stellvertretenden Lernen gilt *Das Lernen am Modell: Ansätze einer sozial-kognitiven Lerntheorie* von Bandura (1976) sowie seine *Principles of Behavior Modification* (1969). Über *Beobachtungslernen und die Wirkung von Vorbildern* informiert Hallisch, F. (1990). Zum Bereich des impliziten Lernens gibt es ein reichhaltiges Angebot im *Handbook of implicit Learning* von Stadler, M. A., & Frensch, P. A. (Hrsg.) (1998), worin sich unter anderem Beiträge über *Implicit Learning of perceptual motor sequences* von Goschke, T., oder *Implicit learning of loosely defined structures* (Hoffmann, J., & Koch, J.) finden. *Perceptual and associative learning* wird von Hall, G. (1991), behandelt. Den neuesten Stand von *Learning and Memory* berücksichtigt das von Gazzaniga et al. (2002) herausgegebene Lehrbuch *Cognitive Neuroscience*.