

2. Auflage

Horstmann • Dreisbach

# Allgemeine Psychologie 2

## KOMPAKT

Lernen • Emotion • Motivation • Gedächtnis

 Online-Material

**BELTZ**

Horstmann • Dreisbach

**Allgemeine Psychologie 2**  
kompakt



Gernot Horstmann • Gesine Dreisbach

# Allgemeine Psychologie 2

## kompakt

Lernen • Emotion • Motivation • Gedächtnis

Mit Online-Materialien

2., vollständig überarbeitete Auflage

**BELTZ**

*Anschrift der Autoren:*

Prof. Dr. Gernot Horstmann  
Universität Bielefeld  
Fakultät für Psychologie und Sportwissenschaft  
Abteilung für Psychologie  
Postfach 10 01 31  
33501 Bielefeld

Prof. Dr. Gesine Dreisbach  
Universität Regensburg  
Fakultät für Psychologie, Pädagogik und Sportwissenschaft  
Institut für Psychologie  
93040 Regensburg

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme.



Dieses Buch ist auch erhältlich als:  
ISBN 978-3-621-28393-9 Print  
ISBN 978-3-621-28489-9 E-Book (PDF)

2., vollständig überarbeitete Auflage 2017

1. Auflage 2012, Beltz Verlag, Weinheim

© 2017 Programm PVU Psychologie Verlags Union  
in der Verlagsgruppe Beltz • Weinheim Basel  
Werderstraße 10, 69469 Weinheim  
Alle Rechte vorbehalten  
Lektorat: Dagmar Kühnle Zerpa  
Umschlagabbildung: Fotolia, © pdesign, USA

Herstellung: Uta Euler  
Satz: Reemers Publishing Services GmbH, Krefeld  
Gesamtherstellung: Beltz Bad Langensalza GmbH, Bad Langensalza  
Printed in Germany

Weitere Informationen zu unseren Autoren und Titeln finden Sie unter: [www.beltz.de](http://www.beltz.de)

# Inhaltsübersicht

Vorwort zur 2. Auflage	11
<b>1</b> Lernen	13
<b>2</b> Emotion	79
<b>3</b> Motivation	143
<b>4</b> Gedächtnis	213
Glossar	265
Hinweise zu den Online-Materialien	271
Literatur	272
Sachwortverzeichnis	286



# Inhalt

Vorwort zur 2. Auflage	11
<b>1 Lernen</b>	13
1.1 Was ist Lernen?	15
1.2 Klassisches Konditionieren	16
1.2.1 Definition des klassischen Konditionierens	17
1.2.2 Grundlegende Paradigmen des klassischen Konditionierens	18
1.2.3 Grundlegende Prinzipien des klassischen Konditionierens	20
1.2.4 Generalisierung	24
1.3 Theorien und Hypothesen: Was wird bei der klassischen Konditionierung gelernt?	25
1.3.1 Wird eine Assoziation zwischen CS und US oder zwischen CS und UR gebildet?	25
1.3.2 Kann auch das Ausbleiben des US gelernt werden?	28
1.3.3 Blocking: CS-US-Kontiguität versus Informationswert des CS	30
1.3.4 Equipotentialität und Preparedness	32
1.3.5 Das Rescorla-Wagner-Modell der klassischen Konditionierung	35
1.3.6 Konditionierung drogeninduzierter physiologischer Reaktionen	38
1.3.7 Konditionierte Immunreaktion	40
1.3.8 Evaluative Konditionierung	42
1.4 Instrumentelles Lernen und operantes Konditionieren	46
1.4.1 Thorndikes Beobachtung	47
1.4.2 Lernen durch Versuch und Irrtum	48
1.4.3 Das Gesetz des Effekts	48
1.4.4 Ein mechanistisches Lernprinzip	48
1.4.5 Definition des instrumentellen Lernens	50
1.4.6 Wichtige experimentelle Paradigmen des instrumentellen Lernens	51
1.4.7 Vier Arten von Verstärkung und Bestrafung	52
1.4.8 Shaping	52
1.4.9 Verhaltensaufbau bei positiver Verstärkung	53
1.4.10 Verhaltensaufbau bei negativer Verstärkung: Flucht und Vermeidung	59
1.4.11 Erlernte Hilflosigkeit	60
1.4.12 Verhaltensreduktion	61

1.5	Theoretische Modelle zur Erklärung des instrumentellen Lernens	65
1.5.1	Latentes Lernen	66
1.5.2	Verstärkererwartungen	67
1.5.3	S-S-Assoziationen	68
1.5.4	Das Premack-Prinzip	69
1.5.5	»Misbehavior of Organisms« oder die Grenzen des Konditionierens	70
1.6	Beobachtungs- und Imitationslernen	71
1.6.1	Imitation und das Korrespondenzproblem	73
1.6.2	Kann Nachahmung als Form des operanten Konditionierens aufgefasst werden?	74
1.6.3	Stellvertretende Verstärkung	75
1.6.4	Banduras kognitive Theorie des sozialen Lernens Zusammenfassung	75 77
<b>2</b>	<b>Emotion</b>	79
2.1	Was ist eine Emotion?	80
2.2	Physiologische Emotionstheorien	82
2.2.1	Die Emotionstheorie von William James	83
2.2.2	Cannons zentralnervöse Theorie der Emotion	86
2.2.3	Die Studie von Marañon und die Zweifaktorentheorie	88
2.2.4	Neo-Jamesianische Theorien	90
2.3	Verhaltenstheorien der Emotion	92
2.3.1	Behavioristische Theorien der Emotion	93
2.4	Evolutionstheoretische Emotionstheorien	96
2.4.1	Die Grundlagen der Evolutionstheorie	97
2.4.2	Die evolutionspsychologische Emotionstheorie von Cosmides und Tooby	102
2.4.3	Eine evolutionspsychologische Analyse der Emotion Eifersucht	104
2.4.4	Die Ekman-Fridlund-Kontroverse über die biologische Funktion der Emotionsmimik	107
2.5	Appraisaltheorien der Emotion	112
2.5.1	Was sind Appraisals?	113
2.5.2	Die Vielfalt von Appraisaltheorien	114
2.5.3	Die kognitiv-motivationale Theorie der Emotion von Lazarus	115
2.6	Die kognitive Struktur von Emotionen: Das OCC-Modell	120
2.7	Dimensionale Emotionstheorien	123
2.7.1	Russells Kritik an Theorien diskreter Emotionen	124
2.7.2	Prototypische Emotionsepisoden und Kernaffekt	125
2.7.3	Die dimensionale Struktur des Kernaffekts	126

2.7.4	Kritik an der dimensionalen Theorie der Emotionen	128
2.8	Neurowissenschaftliche Emotionstheorien	129
2.9	Messung von Emotionen	132
2.10	Zur Interaktion von Emotion und Kognition	136
2.10.1	Qualitative Einflüsse von Emotionen auf das Gedächtnis	137
2.10.2	Einflüsse von Emotionen auf die Informationsverarbeitung	138
2.10.3	Einflüsse von Emotionen auf Entscheidungsverhalten	139
	Zusammenfassung	141
<b>3</b>	<b>Motivation</b>	143
3.1	Was ist Motivation?	144
3.1.1	Heiders Analyse der naiven Psychologie	144
3.1.2	Unterschiede zwischen der akademischen und der naiven Motivationspsychologie	146
3.2	Rationalismus, Instinkt und Willenshandlung	147
3.3	Ebenen der Verhaltenssteuerung	152
3.4	Triebtheorie	155
3.4.1	Die Triebtheorie Freuds	156
3.4.2	Die Triebtheorie Hulls	162
3.5	Lewins Beiträge zur Motivationsforschung: Feldtheorie	167
3.5.1	Anwendungen der Theorie Lewins	171
3.5.2	Unerledigte Handlungen	173
3.6	Motivation als Funktion von Erwartung und Wert	175
3.6.1	Entscheidungstheorie	176
3.6.2	Das Risiko-Wahl-Modell der Leistungsmotivation	181
3.6.3	Diagnostizität	192
3.6.4	Anspruchsniveau	194
3.6.5	Kognitive Erklärungen: Attributionale Motivationstheorien	196
3.7	Volitionspsychologische Theorien	202
3.7.1	Das Rubikon-Modell der Handlungsphasen	203
3.7.2	Bewusstseinslagen	206
3.7.3	Experimentelle Induktion von Bewusstseinslagen	206
3.7.4	Volitionale Kontrollstrategien	207
3.8	Zielintentionen vs. Vorsätze: Wie überwinde ich den inneren Schweinehund?	209
	Zusammenfassung	212
<b>4</b>	<b>Gedächtnis</b>	213
4.1	Wie das Gedächtnis verstanden werden kann	214
4.1.1	Gedächtnis als Prozess	214
4.1.2	Gedächtnis als Speicher	215
4.2	Hermann Ebbinghaus' Gedächtnisexperimente	216

4.2.1	Wie alles begann	216
4.2.2	Ebbinghaus' Erbe: Verteilte und massierte Übung	219
4.2.3	Spacing – Der Abstand zwischen den Wiederholungen beim Lernen	219
4.2.4	Der Einfluss von Lernen und Abfragen	220
4.3	Das Mehrspeicher-Modell von Atkinson und Shiffrin	222
4.3.1	Sensorisches Gedächtnis	222
4.3.2	Kurzzeitgedächtnis (KZG)	224
4.3.3	Wie gehen wir mit dieser geringen Kapazität um?	226
4.3.4	Enkodierprozesse beim Übergang vom KZG ins Langzeitgedächtnis (LZG)	227
4.3.5	Sind KZG und LZG zwei voneinander unabhängige Gedächtnissysteme?	230
4.4	Das Arbeitsgedächtnis-Modell	232
4.4.1	Die phonologische Schleife	234
4.4.2	Der visuell-räumliche Notizblock	236
4.4.3	Doppelaufgaben und modalitätsspezifische Interferenz	237
4.4.4	Die zentrale Exekutive	239
4.4.5	Der episodische Puffer	240
4.4.6	Arbeitsgedächtnisspanne	240
4.5	Das Langzeitgedächtnis	241
4.5.1	Deklaratives Langzeitgedächtnis	242
4.5.2	Die Interaktion von Enkodier- und Abrufprozessen: Kontexteffekte	245
4.5.4	Nicht-deklaratives Gedächtnis	250
4.5.5	Dissoziation von deklarativem und nicht-deklarativem Gedächtnis	253
4.5.6	Neuronale Grundlagen des LZG	254
4.6	Vergessen	255
4.6.1	Vergessensrate	257
4.7	Fehlleistungen des Gedächtnisses	260
	Zusammenfassung	263
	Glossar	265
	Hinweise zu den Online-Materialien	271
	Literatur	272
	Sachwortverzeichnis	286

## Vorwort zur 2. Auflage

Nach vier Jahren haben sich die Grundlagen der Allgemeinen Psychologie natürlich nicht grundlegend verändert. Dennoch haben wir diese 2. Auflage zum Anlass genommen, auf konstruktive Rückmeldungen aufmerksamer Leser und Leserinnen zu reagieren und entsprechende Anpassungen vorzunehmen. Neu hinzugekommen sind außerdem jeweils ein Unterkapitel im Bereich der Motivation und Emotion. In der Motivation werden nun zunächst die verschiedenen Ebenen der Handlungssteuerung eingeführt. Dies erschien uns sinnvoll, um die Einordnung der dann folgenden Motivationstheorien zu erleichtern. Im Bereich der Emotion haben wir einen Abschnitt zur Emotionsmessung aufgenommen. Insgesamt freuen wir uns auf die zweite, überarbeitete Auflage des Lehrbuchs und hoffen, dass Lesbarkeit und Klarheit durch die Überarbeitung weiter gewonnen haben.

Bielefeld und Regensburg, im Frühjahr 2017

Gernot Horstmann  
Gesine Dreisbach

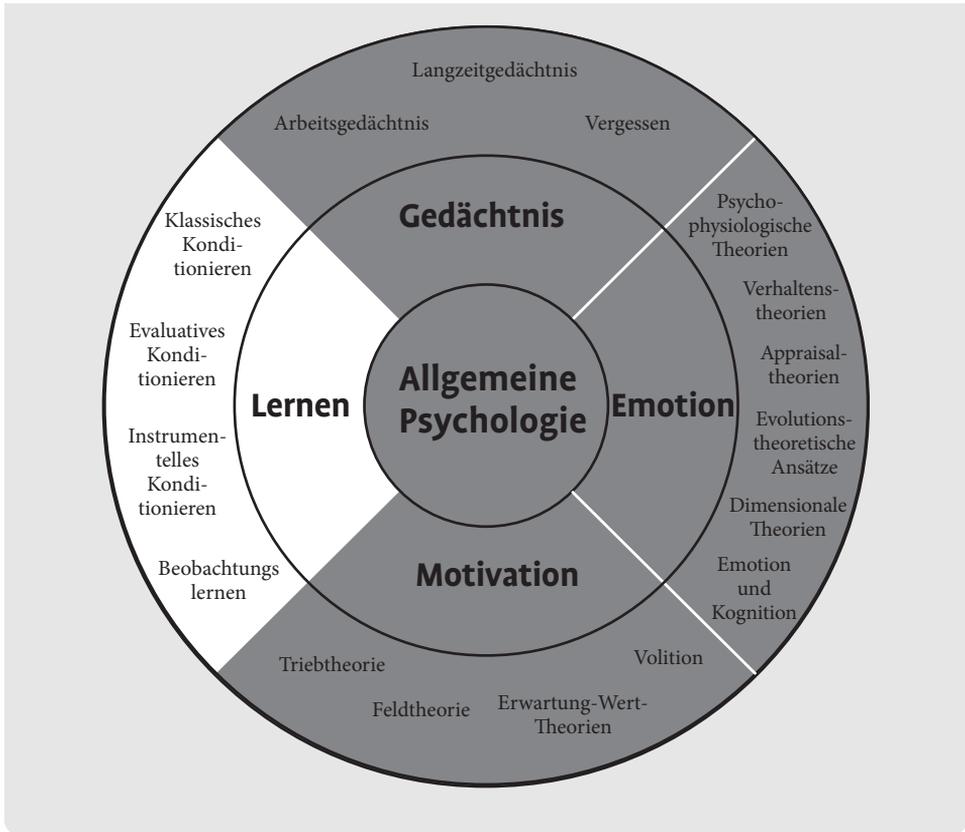


# 1 Lernen

## Was Sie in diesem Kapitel erwartet

Lernen ist ein Begriff der Alltagssprache und kann unterschiedliche Bedeutungen haben. Zwei wichtige Bedeutungen sind das Lernen durch Erfahrung und das Lernen in der Schule. Durch Erfahrung – am eigenen Leib oder durch Beobachtung – haben Sie zum Beispiel gelernt, mit einem Hammer oder einem Messer vorsichtig zu sein, weil unvorsichtiges Handeln zu schmerzhaften Verletzungen führen kann. Die grundlegenden Prozesse des Lernens, die dem Lernen durch Erfahrung zugrunde liegen, sind Gegenstand des vorliegenden Kapitels. Prozesse des Wissenserwerbs, die etwa beim schulischen Lernen im Vordergrund stehen, werden unter anderem in der Gedächtnispsychologie behandelt.

Im vorliegenden Kapitel lernen Sie also die Lernpsychologie kennen. Wir beginnen mit dem klassischen Konditionieren. Das klassische Konditionieren ist eine elementare Form des assoziativen *Lernens*, bei dem – im weitesten Sinne – etwas über die Beziehung zwischen zwei Reizen gelernt wird. Klassisches Konditionieren kann etwa erklären, wie ein Kind Furcht vor einem Hund erwirbt, wie wir eine Geschmacksaversion erwerben oder wie uns bestimmte stressbesetzte Situationen regelrecht krank machen können. Wir fahren fort mit dem instrumentellen Lernen und operanten Konditionieren. Hier wird etwas über die Beziehung zwischen Verhaltensweisen und ihren Konsequenzen gelernt. Instrumentelles Lernen ist im Wesentlichen Lernen durch Belohnung und Bestrafung. Theorie und Forschung zum instrumentellen Lernen sind auch die Grundlage der Verhaltenstherapie und ihrer Anwendungen in Erziehung und klinischer Praxis. Wir schließen mit dem Beobachtungslernen: Insbesondere Menschen lernen viel durch die Beobachtung anderer Personen und müssen nicht alle Erfahrungen selbst machen.



Eine Besonderheit der Lernpsychologie ist die relativ große Bedeutung von Experimenten mit Tieren. In kaum einem anderen Gebiet der Psychologie beruhen so viele Erkenntnisse auf der Untersuchung des Verhaltens von Tieren. Hierin drückt sich auch das Ziel der Lernpsychologie aus, solche Mechanismen des Lernens zu untersuchen, die biologisch universell und elementar sind, die sowohl beim Menschen als auch bei vielen Tierarten zu finden sind und die nicht von den fortgeschrittenen kognitiven Fähigkeiten des Menschen abhängig sind.

Die allgemeine gesellschaftliche Einschätzung von Tierexperimenten hat sich in den letzten Jahrzehnten erheblich verändert. Experimente mit Tieren werden heute weitaus kritischer gesehen als früher. Viele Experimente sind aus heutiger Sicht sicherlich nach wie vor unproblematisch; einige von den Experimenten, über die im Folgenden berichtet wird, erscheinen aus heutiger Sicht jedoch grausam und würden wohl so nicht mehr durchgeführt werden.

## 1.1 Was ist Lernen?

### Definition

**Lernen** im Sinne der Lernpsychologie ist eine relativ überdauernde Veränderung im Verhaltenspotential eines Organismus als Folge von Erfahrung.

Betrachten wir die Bestandteile dieser Arbeitsdefinition im Einzelnen.

**Verhalten und Verhaltenspotential.** »Verhalten« ist im Kontext der Lernpsychologie ein breiter Begriff. Er umfasst insbesondere willkürliches Verhalten, instinktive Reaktionen, Reflexe und physiologische Reaktionen. Die Lernpsychologie interessiert sich hierbei zumeist nicht für das Verhalten selbst, sondern dafür, wie Veränderungen des Verhaltens, insbesondere Veränderungen der Wahrscheinlichkeit oder Häufigkeit des Verhaltens, bewirkt werden.

Lernen muss sich nicht sofort im Verhalten äußern, teilweise muss erst die richtige Gelegenheit vorliegen, damit das Gelernte sichtbar wird. Wir unterscheiden daher auch zwischen *Kompetenz* und *Performanz*. Lernen kann man mit Kompetenzerwerb gleichsetzen; Kompetenz kann, muss aber nicht in Performanz – dem Zeigen des Gelernten – münden.

**Lernen betrifft relativ überdauernde Veränderungen.** Nicht alle Verhaltensänderungen sind eine Folge von Lernen. Wenn Sie mit einem Hammer Ihren Finger statt den Nagel treffen, wird wohl eine sofortige Verhaltensänderung resultieren: Sie rufen »Autsch« und untersuchen Ihren Finger. Die unmittelbare Veränderung des Verhaltens auf einen neuen Reiz ist aber kein Beispiel für Lernen. Demgegenüber offenbart sich Lernen in relativ überdauernden Veränderungen, wenn Sie etwa nach dem Missgeschick vorsichtiger mit dem Hammer sind.

**Erfahrung.** Damit von Lernen gesprochen werden kann, müssen die Veränderungen eine Folge vorausgegangener Erfahrungen sein. Dies bedeutet, dass Veränderungen durch organische Faktoren wie biologische Reifung oder Evolution ebenso wenig Gegenstand der Lernpsychologie sind wie Veränderungen des Gehirns etwa durch eine Hirnschädigung.

### Assoziatives und nicht-assoziatives Lernen

Das vorliegende Kapitel beschäftigt sich vorwiegend mit dem assoziativen Lernen, bei dem die Bildung einer Verknüpfung (Assoziation) zwischen zwei Elementen betrachtet wird. Nach einem Missgeschick mit einem Hammer wird man vielleicht beim Anblick des Hammers an den Schmerz im Finger denken. Dies bedeutet, dass es eine Assoziation zwischen den Repräsentationen des Hammers und des Schmerzes gibt.

Tatsächlich gibt es aber auch nicht-assoziatives Lernen, wenn nämlich der erfahrungsabhängigen Veränderung im Verhaltenspotential keine Veränderungen

in einer Assoziation zugrunde liegen. Eine wichtige Form des nicht-assoziativen Lernens ist die Habituation. Habituation ist die Abnahme der Reaktionsstärke nach wiederholter Darbietung des die Reaktion auslösenden Stimulus. Ein offensichtliches Beispiel ist der Schreckreflex. Schreck ist ein Schutzreflex, der durch einen abrupt einsetzenden, intensiven Reiz (etwa einen sehr lauten Donner bei einem nahen Gewitter) ausgelöst wird; er äußert sich unter anderem in reflexhaften Muskelkontraktionen (»Zusammenzucken«). Wird der Stimulus (hier der Donner) wiederholt, nimmt die Reaktionsstärke ab. Der Schreckreflex ist am stärksten beim ersten und unerwarteten Donner und er fällt bereits nach wenigen Wiederholungen deutlich schwächer aus.

Der Habituation liegt keine muskuläre Erschöpfung zugrunde. Dies zeigt sich zum Beispiel darin, dass nach der Habituation des Donners ein anderes lautes Geräusch, etwa das Knallen einer Tür, durchaus wieder eine Reaktion auslöst; dies wird *Dishabituation* genannt. Habituation ist also *stimuluspezifisch*. Wie man sich vielleicht denken kann, ist das Ausmaß der Dishabituation abhängig von der Ähnlichkeit zwischen dem Habituationsstimulus und dem neuen Stimulus; ein unähnlicher Stimulus hat eine stärkere Dishabituation zur Folge als ein ähnlicher Stimulus.

## 1.2 Klassisches Konditionieren

Können Dinge oder Personen die Fähigkeit erwerben, unwillkürlich Emotionen wie Freude oder Angst auszulösen, physiologische Reaktionen wie Herzklopfen oder Schweißausbrüche zu bewirken, oder sogar die Immunabwehr zu stärken oder zu schwächen? Das Interesse für solche Fragen ist sicherlich ein wesentlicher Grund für die Beschäftigung mit dem klassischen Konditionieren.

### Experiment

#### Pawlows Beobachtung

Iwan Petrowitsch Pawlow (1849–1936) war der erste Wissenschaftler, in dessen Labor klassisches Konditionieren systematisch untersucht wurde (vgl. Yerkes & Morgulis, 1909). Pawlow und seine Mitarbeiter führten ursprünglich Experimente zur Physiologie der Verdauung durch (für die Pawlow 1904 mit dem Nobelpreis ausgezeichnet wurde). In einem Teil dieser Experimente wurde die Speichelmenge gemessen, die der Hund während des Fressens absonderte.

Die Hunde zeigten einen hohen Speichelfluss, wenn ihnen Fleischpulver als Futter gereicht wurde; dies ist zu erwarten, denn die Einleitung der Verdauung ist die biologische Funktion der Speichelproduktion. Die

Forscher beobachteten aber auch, dass der Speichelfluss laborgewohnter Hunde schon während der Vorbereitungen zur Fütterung begann (z. B. wenn die Hunde den weißen Kittel der Assistenten sehen, die das Futter bringen). Pawlow vermutete, dass diese Reaktion gelernt ist: Die Vorbereitungen zur Fütterung lösen deshalb den Speichelfluss aus, weil sie den Erhalt des Futters ankündigen.

Um diese Annahme zu belegen, beschloss Pawlow den angenommenen Lernvorgang unter kontrollierten Bedingungen nachzuvollziehen. Er wollte zeigen, dass ein ursprünglich neutraler Reiz, der wiederholt gemeinsam mit dem Futter präsentiert wird, die Fähigkeit erwirbt, alleine den Speichelfluss auszulösen. Als neutralen Reiz wählte er das Geräusch einer Glocke. Wie er vor Beginn des Versuchs prüfte, hatte die Glocke keine Auswirkungen auf den Speichelfluss, war also in Bezug auf den Speichelfluss neutral. Die Hunde zeigten auf das Läuten lediglich eine *Orientierungsreaktion*: Sie unterbrachen ihre Aktivität, wandten den Kopf in die Richtung der Geräuschquelle und verharrten einen Moment in dieser Position.

In der *Akquisitionsphase* (Aneignungsphase) des Versuchs erklang das Geräusch der Glocke kurz vor der Darreichung des Fleischpulvers. Diese Abfolge von Glocke und Futter wurde einige Male wiederholt. Während der Akquisitionsphase konnte Pawlow natürlich nicht feststellen, ob eine Konditionierung stattgefunden hatte, denn der zu beobachtende Speichelfluss wurde ja ohnehin durch das Fleischpulver ausgelöst, das immer gemeinsam mit der Glocke dargeboten wurde. Um die Konditionierung festzustellen, wurde die Akquisitionsphase beendet und nun das Geräusch der Glocke alleine dargeboten. Tatsächlich löste das Geräusch der Glocke nun auch ohne das Fleischpulver den Speichelfluss aus. Somit hatte Pawlow belegt, dass es tatsächlich möglich ist, eine reflexive Reaktion wie den Speichelfluss durch wiederholte Paarung eines vormals neutralen Reizes mit dem Fleischpulver auszulösen.

### 1.2.1 Definition des klassischen Konditionierens

Pawlows Vorgehen (s. Kasten *Experiment*) lässt sich wie folgt schematisieren: Es werden zwei Reize verwendet, wobei der unkonditionierte Stimulus (US, z. B. Fleischpulver) automatisch und zuverlässig die unkonditionierte Reaktion (UR; z. B. Speicheln) hervorruft, während der konditionierte Stimulus (CS, z. B. Glocke), der ursprünglich keine besondere Reaktion hervorrief, nach wiederholter

gemeinsamer Darbietung von CS und US die konditionierte Reaktion (CR; z. B. Speicheln) hervorruft.

Wie wir später noch sehen werden, spricht jedoch einiges für folgende noch allgemeinere Definition.

### Definition

**Klassisches Konditionieren** ist ein Lernvorgang, bei dem zwei Reize – US und CS – zusammen dargeboten werden; als Folge davon verändert sich die Reaktion auf den CS. Die veränderte Reaktion auf den CS wird CR genannt.

### Übersicht über häufig verwendete Abkürzungen

**US** – Unkonditionierter Reiz (unconditional stimulus)

**CS** – Konditionierter Reiz (conditional stimulus)

**UR** – Unkonditionierte Reaktion (unconditional response)

**CR** – Konditionierte Reaktion (conditional response)

## 1.2.2 Grundlegende Paradigmen des klassischen Konditionierens

Die konditionierte Speichelsekretion ist das erste systematisch untersuchte Phänomen der klassischen Konditionierung. Weitere häufig vorkommende experimentelle Paradigmen sind: die Lidschlusskonditionierung, die Konditionierung der elektrodermalen Reaktion (EDR), die konditionierte emotionale Reaktion und das Geschmacksaversionslernen. Lidschlusskonditionieren und EDR ähneln in ihrer Struktur dem beschriebenen Versuchsaufbau von Pawlow (s. Mackintosh, 1974).

**Lidschlusskonditionierung.** Bei der Lidschlusskonditionierung ist der US ein Luftstoß, der auf die Hornhaut des Auges gerichtet ist. Ein solcher US löst als Schutzreflex einen Lidschluss aus. Wird dieser Luftstoß mit einem CS gepaart (z. B. ein Ton), löst dieser mit der Zeit die CR aus, die ebenfalls ein Lidschluss ist, aber meist schwächer ausfällt. Ein konditionierter Lidschluss ist nicht leicht zu konditionieren und benötigt viele Lerndurchgänge. Lidschlusskonditionierung kann sowohl mit Menschen als auch mit Tieren durchgeführt werden. In einigen Experimenten wird eine elektrische Reizung in der Nähe des Auges anstelle eines Luftstoßes verwendet.

**EDR.** Die EDR (electrodermal response) ist eine leicht messbare Veränderung der elektrischen Hautleitfähigkeit, die aus einer Veränderung der Aktivität der

Schweißdrüsen resultiert. Die Veränderung der Hautleitfähigkeit wiederum ist eine Reaktion auf emotionale, insbesondere bedrohliche Reize; sie tritt etwa ein bis zwei Sekunden nach dem Reizbeginn auf. Man kann z. B. eine starke EDR als Reaktion (UR) auf einen Elektroschock oder ein lautes Geräusch (US) beobachten. Im Unterschied zum konditionierten Lidschluss kommen als CS nicht nur einfache physikalische Reize (Töne, Lichter) in Frage, sondern auch komplexe Reize wie Gesichter oder Wörter, auf die in Folge der Konditionierung dann ebenfalls mit einer EDR reagiert wird.

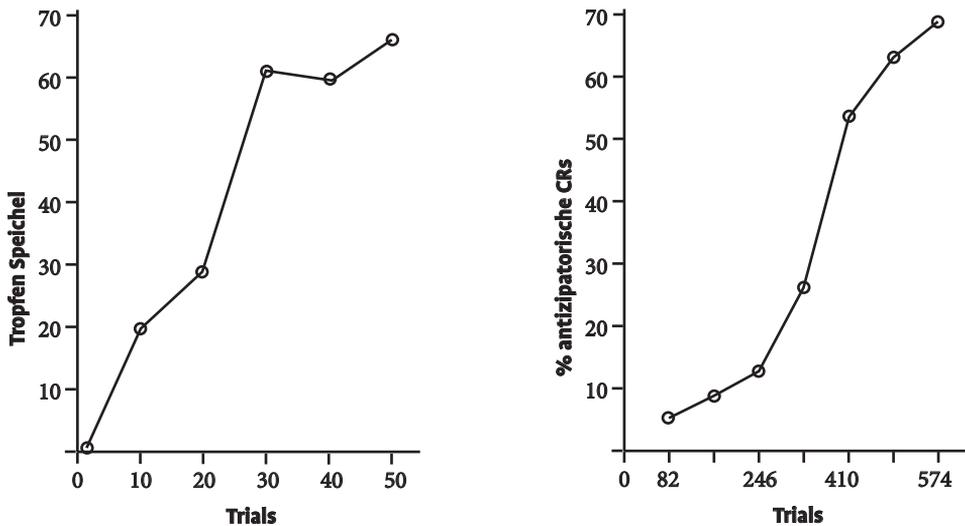
**Konditionierte emotionale Reaktion.** Bei der konditionierten emotionalen Reaktion ist der CS ein beliebiger Reiz (z. B. ein Ton) und der US ein Schmerzreiz, in der Regel ein Elektroschock. Der CS wird hier relativ lange (z. B. 30 Sekunden) präsentiert. Nach einigen Wiederholungen können während des CS behaviorale Anzeichen von Furcht beobachtet werden, insbesondere die Abnahme natürlicher Aktivitäten wie Essen oder Trinken. Wenn Ihnen also bereits beim Geräusch des Zahnarztbohrers mulmig wird, können Sie davon ausgehen, dass diese Reaktion klassisch konditioniert wurde. In der englischsprachigen Literatur wird dieses Paradigma als CER (conditioned emotional response) bezeichnet.

**Geschmacksaversionslernen.** Beim Geschmacksaversionslernen ist der CS ein Geschmacksreiz und der US ein Agens, das zu starker Übelkeit führt. Der CS kann zum Beispiel der Süßstoff Sacharin sein, der ins Trinkwasser gegeben wird. Nach CS-US-Paarung wird das süße Wasser gemieden. Geschmacksaversionslernen hat einige für klassisches Konditionieren untypische Eigenschaften: (a) eine Geschmacksaversion tritt häufig bereits nach einem Lerndurchgang auf und (b) es können Stunden zwischen CS und US liegen – ein solch langes Intervall ist viel zu lang, um etwa eine EDR oder einen Lidschluss zu konditionieren. Wenn Sie nachmittags ein verdorbenes Krabbenbrötchen essen und Ihnen abends übel wird, werden Sie vermutlich die nächsten Monate Krabbenbrötchen meiden, trotz des langen Zeitintervalls zwischen Essen und Übelkeit und trotz der nur einmaligen Lernerfahrung. Geschmacksaversionslernen ist darüber hinaus ein gutes Beispiel für die Bedeutung von Erfahrung für das (verhaltenswirksame) Lernen. Berichte über Lebensmittelskandale der neueren Zeit, sei es Dioxin in Eiern oder so genanntes Gammelfleisch, haben immer nur sehr kurzfristige Auswirkungen auf das Verbraucherverhalten gezeigt. Aus lernpsychologischer Sicht wäre zu erwarten, dass erst die tatsächlich durchlittene Übelkeit nach dem Verzehr belasteter Speisen zur Vermeidung dieser Produkte führen würde.

## 1.2.3 Grundlegende Prinzipien des klassischen Konditionierens

### Akquisition

In der Akquisitionsphase werden CS und US gemeinsam dargeboten. Die Akquisitionsphasen aus zwei Experimenten sind in Abbildung 1.1 dargestellt. Das linke Panel zeigt ein Experiment zur konditionierten Speichelsekretion, und das rechte eine Lidschlusskonditionierung. Auf der x-Achse ist die Anzahl der Wiederholungen abgetragen. Die y-Achse gibt eine Messung der Stärke der konditionierten Reaktion wieder.



**Abbildung 1.1** Die Akquisitionsphasen aus zwei Experimenten (nach Mackintosh, 1974). Die x-Achse zeigt jeweils die Anzahl von Trials (Wiederholungen der experimentellen Prozedur). Die y-Achse gibt die Stärke der CR wieder. Links: Ein Experiment zur konditionierten Speichelsekretion mit einem 5 s Ton als CS und Fleischpulver im Napf als US. Die CR wurde in gesonderten Testdurchgängen gemessen, die in die Akquisitionsphase eingefügt waren. Rechts: Ein Experiment zum konditionierten Lidschluss. Der CS war ein Lichtblitz von 600 ms Dauer und der US war ein Luftstoß. Die CR wurde als antizipatorischer Lidschluss gemessen, der zwischen CS und US auftrat

Der Vergleich zeigt dreierlei:

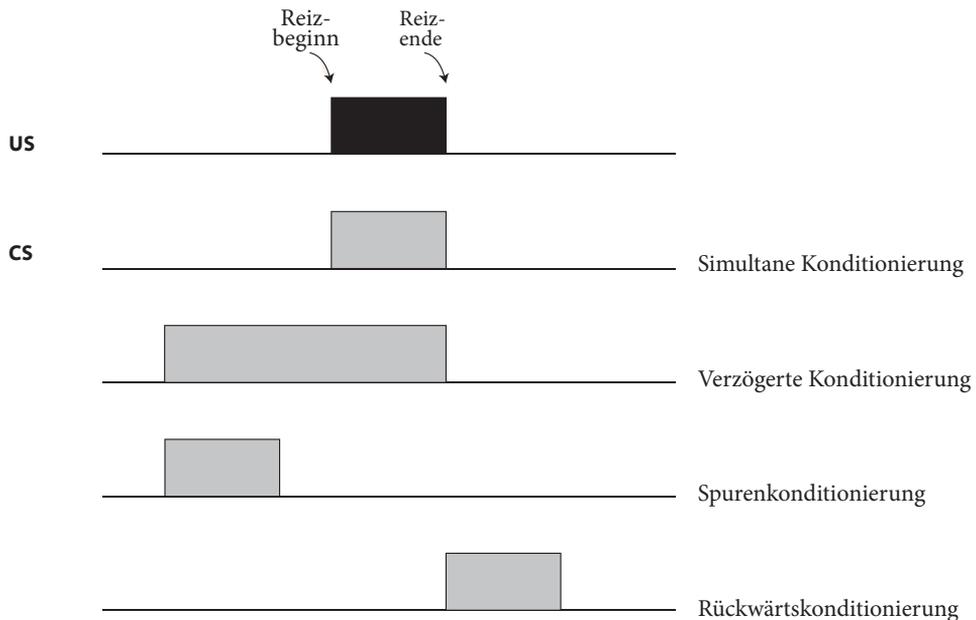
- ▶ Erstens wird die Stärke der CR je nach Experiment unterschiedlich gemessen. Bei der konditionierten Speichelsekretion wird die Menge des Speichels in gesonderten Testtrials gemessen, in denen der CS alleine dargeboten wird. Bei der Lidschlusskonditionierung wird der Anteil antizipatorischer Reaktionen

dargestellt, die zwischen der 500 ms andauernden alleinigen Darbietung des CS und dem Beginn des US (ein 100 ms andauernder Luftstoß) registriert wurden – also wie häufig ein Lidschluss gezeigt wird, bevor der Luftstoß auf das Auge trifft. In vielen Experimenten wird die Stärke der CR in einer gesonderten Phase des Experiments – der Lösungsphase – gemessen, in der es keine US mehr gibt.

- ▶ Zweitens zeigt sich ein typischer Verlauf der Kurve. Der Lernzuwachs ist negativ beschleunigt – das heißt, zu Beginn des Trainings sind die Lernzuwächse größer als zum Ende des Trainings. Zum Ende des Trainings werden die Lernzuwächse immer kleiner und die Kurve nimmt einen asymptotischen Verlauf – sie nähert sich also einem stabilen Niveau an.
- ▶ Drittens sieht man, dass die Anzahl von Durchgängen bis zum Erreichen der Asymptote sehr unterschiedlich sein kann. Während bei der Lidschlusskonditionierung ca. 400 Durchgänge notwendig waren, um die Asymptote zu erreichen, brauchte es für die Speichelflusskonditionierung nur 30 Durchgänge.

**Welche zeitlichen Verhältnisse zwischen CS und US während der Akquisition sind wichtig?** Wir haben bisher davon gesprochen, dass CS und US gemeinsam dargeboten werden. Dies könnte vielleicht nahelegen, dass CS und US zeitgleich präsentiert werden. Tatsächlich ist eine solche *Simultankonditionierung* aber nicht optimal und führt zu keiner oder einer nur schwach ausgeprägten CR. Ein guter Erfolg wird nur erzielt, wenn der CS vor dem US beginnt. Hierbei sind zwei Vorgehensweisen grundsätzlich möglich: Bei der *verzögerten Konditionierung* wird zunächst der CS alleine präsentiert und der US später hinzugefügt, wobei sich CS und US kurzzeitig überlappen können; bei der *Spurenkonditionierung* wird zunächst der CS alleine präsentiert und anschließend der US alleine präsentiert, wobei die zwei Reize durch eine kurze Pause getrennt sind. In der Regel ist die verzögerte Konditionierung erfolgreicher als die Spurenkonditionierung. Es gibt jedoch auch Ausnahmen: Bei der konditionierten emotionalen Reaktion etwa funktioniert ein 1,5 Sekunden langer CS, der 30 Sekunden vor dem US beginnt, ebenso gut wie ein 30 Sekunden langer CS.

Bringt die zeitversetzte Darbietung von CS und US deshalb bessere Ergebnisse als die zeitgleiche, weil Reize nacheinander einfach besser verarbeitet werden können als gleichzeitig? Dies scheint – wenn überhaupt – jedenfalls nicht der einzige Grund für die Unterlegenheit der Simultankonditionierung zu sein, denn sonst müsste eine Präsentation des CS nach dem US ebenfalls erfolgreich sein. Dies ist aber nicht der Fall – die *Rückwärtskonditionierung* ist nämlich normalerweise völlig unwirksam oder führt sogar zur Hemmung einer Konditionierung (*inhibitorische Konditionierung*). Offenbar ist es wichtig, dass der CS dem US vorangeht.



**Abbildung 1.2** Vier verschiedene Möglichkeiten der Darbietung des CS relativ zum US

Wie groß der optimale zeitliche Vorsprung des CS ist, hängt von der Art des US ab. Bei der Lidschlusskonditionierung beträgt er etwa 200 bis 500 ms, bei der konditionierten Speichelsekretion unter Verwendung einer schwachen Säure als US fünf bis zehn Sekunden, bei der Herzrate ebenfalls mehrere Sekunden, bei der konditionierten emotionalen Reaktion führen Intervalle zwischen einer Sekunde bis zu drei Minuten zu gleichen Resultaten. Wie bereits gesagt, kann der zeitliche Abstand beim Geschmacksaversionslernen sogar mehrere Stunden betragen; aber auch hier sind die Ergebnisse stärker mit kurzer Verzögerung. Die Wirksamkeit unterschiedlicher CS-US-Zeitabstände ist möglicherweise funktional begründet: Während der Luftstoß auf das Auge eine schnelle Schutzreaktion verlangt, ist es für das Geschmacksaversionslernen gerade wichtig, auch lange nach dem Essen verdorbener oder giftiger Stoffe noch den Verursacher der Übelkeit zu erkennen, um eben diese unbekömmliche Speise künftig zu meiden.

### Löschung der CR

Vielleicht werden Sie nach der bisherigen Lektüre vermuten, dass auch Sie die eine oder andere klassisch konditionierte Reaktion erworben haben, etwa eine konditionierte Speichelflussreaktion bei der bloßen Erwähnung einer Leckerei, eine konditionierte Herzschlagbeschleunigung beim Blick auf eine geliebte Person, oder Anzeichen von Furcht beim Geräusch des Zahnarztbohrers. Und vielleicht stellen Sie sich nun die Frage, ob denn diese CR irgendwann auch wieder

verschwindet – was je nach CR ja mehr oder weniger erwünscht sein kann. Darum geht es in diesem Abschnitt.

Eine einmal etablierte CR ist sehr stabil: Ob etwa ein Konditionierungsexperiment für einige Stunden oder einige Tage ausgesetzt wird, wirkt sich kaum auf den Lernverlauf aus. Tatsächlich wird angenommen, dass etwa eine gelernte Furcht auch nach vielen Jahren auftreten kann, in denen das gefürchtete Objekt nicht in Erscheinung trat. Die CR wird offenbar nicht einfach als Folge des Verstreichens von Zeit vergessen.

Um eine einmal etablierte CR wieder zu beseitigen, muss in der Lösungsphase der CS wiederholt ohne US vorgegeben werden. In diesem Fall nimmt die CR mit zunehmender Wiederholung des CS ohne US ab. Dieser Vorgang wird *Extinktion* oder Löschung genannt. Extinktion ist allerdings ein irreführender Begriff und bezieht sich ausschließlich auf die beobachtbare CR. Dass die der CR zugrunde liegende Assoziation nämlich gerade nicht ausgelöscht wurde, zeigen drei Phänomene: Spontanerholung, Disinhibition und schneller Wiedererwerb.

- ▶ **Spontanerholung.** Erstens kann man während der Lösungsphase *Spontanerholung* beobachten. Wird nämlich die Lösungsphase für einige Zeit unterbrochen, dann ist die CR nach der Pause stärker als vor der Pause. Nehmen wir zum Beispiel an, dass die Löschung auf vier Tage mit je zehn Darbietungen des CS verteilt ist, so ist die Stärke der CR bei dem ersten CS am neuen Tag größer als bei dem zehnten CS am Vortag. Dies ist auch der Fall, wenn die Lösungsphase an jedem Tag so lange dauert, bis keine CR mehr auftritt.
- ▶ **Disinhibition.** Zweitens kann man nach der Lösungsphase ein Phänomen beobachten, das *Disinhibition* (Enthemmung) genannt wird. Wird nämlich kurz vor dem CS ein weiterer neuer Reiz präsentiert, kann eine Erholung der CR beobachtet werden.
- ▶ **Schneller Wiedererwerb.** Drittens erfolgt der *Wiedererwerb* der CR nach der vollständigen Löschung beschleunigt.

Alle drei Phänomene zeigen, dass nur die beobachtbare CR, nicht aber die zugrunde liegende Assoziation gelöscht wird, denn alle drei Phänomene weisen darauf hin, dass die zugrunde liegende Assoziation zumindest in abgeschwächter Form noch besteht.

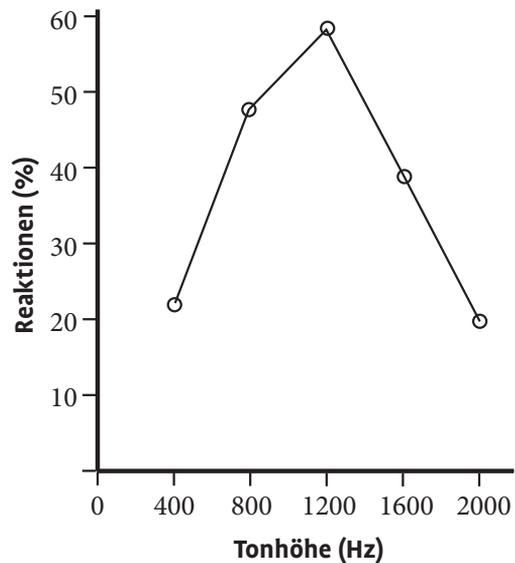
Eine verbreitete Erklärung für Spontanerholung, Disinhibition und beschleunigten Wiedererwerb besagt, dass während der Löschung eine *konditionierte Hemmung* ausgebildet wird, die der Aktivierung der CR entgegenwirkt. Wenn sich Hemmung und Aktivierung die Waage halten, wird die CR unterdrückt. Allerdings ist die Hemmung weniger stabil als die Aktivierung. Wird also durch das Verstreichen von Zeit (Spontanerholung) oder durch Ablenkung (Disinhibition) die Hemmung geschwächt, kommt es zu einem Überwiegen der Aktivierung und somit zur Erholung der CR.

Zusammenfassend wird angenommen, dass eine einmal etablierte CR weder vergessen noch verlernt wird. Während der Extinktion (Löschung) wird die CR offenbar vor allem gehemmt, ohne dass die ursprüngliche CS-US-Assoziation ganz verloren geht.

### 1.2.4 Generalisierung

Ein weiteres Phänomen, das nach der Akquisition auftreten kann, ist die Generalisierung. Bisher wurde davon ausgegangen, dass immer der gleiche CS präsentiert wird. Man kann sich aber leicht vorstellen, dass die wahrgenommenen Merkmale selbst bei gleichbleibendem CS natürlichen Schwankungen unterliegen; der gleiche Ton wird immer etwas anders klingen, je nachdem wo man sich im Raum befindet. Welchen Einfluss hat also die Veränderung des CS auf die CR? Denken Sie an das Beispiel der Geschmacksaversion: Wenn Sie sich nach einem Fischbrötchen übergeben mussten, werden dann auch andere Fischgerüche Übelkeit auslösen?

Um den Einfluss der Ähnlichkeit von Testreiz und Trainingsreiz auf die Stärke der CR zu demonstrieren, wurden unter anderem Töne verwendet. Töne haben den Vorteil, dass man ihr Merkmal Tonhöhe systematisch variieren kann, indem man die Frequenz der Schwingung variiert. Moore (1972) verwendete einen Ton von 1200 Hz als CS für eine Lidschlagkonditionierung und variierte in einer nachfolgenden Testphase die Tonhöhe in 400 Hz Schritten. Am stärksten war die CR beim Originalreiz (maximale Ähnlichkeit), etwas abgeschwächt bei geringer Veränderung (800 und 1600 Hz) und am schwächsten bei starker Veränderung (400 und 2000 Hz). Je mehr sich also der Testreiz vom Trainingsreiz unterscheidet, desto geringer wird die CR ausfallen.



**Abbildung 1.3** Stärke der CR (y-Achse) in Abhängigkeit vom Testreiz (x-Achse). Die Ergebnisse zeigen, dass die Ähnlichkeit zwischen dem Trainingsreiz (1200 Hz) und dem Testreiz ein wesentlicher Faktor für die Stärke der CR ist



Dies ist ein allgemeines Prinzip des Lernens: Ein gelerntes Verhalten wird umso wahrscheinlicher gezeigt, je ähnlicher sich die Trainings- und die Testsituation sind.

### 1.3 Theorien und Hypothesen: Was wird bei der klassischen Konditionierung gelernt?

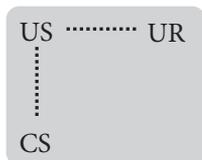
Im Folgenden werden experimentelle Paradigmen und Phänomene besprochen, die das heutige Verständnis vom klassischen Konditionieren geprägt haben. Anschließend werden wir ein formales Modell der klassischen Konditionierung vorstellen, das auf elegante Weise eine große Anzahl der vorauslaufend dargestellten Phänomene erklärt.

#### 1.3.1 Wird eine Assoziation zwischen CS und US oder zwischen CS und UR gebildet?

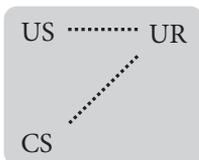
Die meisten Theoretiker sehen klassisches Konditionieren als Lernform an, bei der etwas über die Beziehung zwischen zwei Reizen – CS und US – gelernt wird. Häufig wird daher klassisches Konditionieren als *Signallernen* bezeichnet: Der CS wird zu einem Signal für den US. Betrachtet man aber die Abfolge der Ereignisse etwa bei der Speichelflusskonditionierung, wo der CS nach der Konditionierung eine ähnliche Reaktion (Speichelfluss) hervorruft wie der US, scheint eigentlich eine andere Erklärung genauso naheliegend zu sein – dass nämlich eine Assoziation zwischen CS und UR gelernt wird. Nach der ursprünglich von Pawlow entwickelten Theorie der *Stimulussubstitution* wird der CS zu einem Substitut (= Ersatz) des US und erlangt die eigenständige Fähigkeit, die UR hervorzurufen (s. Abb. 1.4).

Im Folgenden werden einige Befunde dargestellt, die für (oder gegen) die Bildung von CS-US- oder CS-UR-Assoziationen sprechen. Das genaue Wissen über die der Konditionierung zugrunde liegenden Assoziationen ist nicht nur für das theoretische Verständnis des klassischen Konditionierens wichtig, sondern auch für praktische Fragen wie etwa der Veränderung von ungewünschten Assoziationen im Falle einer Phobie.

#### Signallernen



#### Stimulus-substitution



**Abbildung 1.4** Die theoretisch angenommenen Assoziationen beim Signallernen und bei der Stimulussubstitution

## Definition

Als **Signallernen** bezeichnen wir die Ausbildung einer S-S (Stimulus-Stimulus)-Assoziation zwischen CS und US. Als **Stimulussubstitution** bezeichnen wir die Ausbildung einer S-R (Stimulus-Response)-Assoziation zwischen CS und UR.

### **Erstes Argument gegen Stimulussubstitution: CR ist nicht gleich UR**

Wenn der CS den US als Auslöser ersetzt, dann sollten UR und CR identisch sein. Tatsächlich ist häufig die CR (a) schwächer und (b) langsamer als die UR; zudem (c) fehlen in der CR Komponenten der UR: Auf das Fleischpulver reagiert der Hund auch mit Kau- und Schluckbewegungen, auf das Geräusch der Glocke dagegen nicht; schließlich (d) kann die CR sogar der UR entgegengesetzt sein (Konditionierung der Effekte von Drogen, s. Abschn. 1.3.6). Es sei angemerkt, dass die Unterschiede zwischen UR und CR für die Theorie des Signallernens nicht minder problematisch sind.

### **Zweites Argument gegen Stimulussubstitution: Die CR wird erworben, auch wenn die UR unterdrückt wird**

Wenn Konditionierung auf der Bildung einer Assoziation zwischen CS und UR beruht, sollte keine Konditionierung stattfinden, wenn die UR künstlich unterdrückt wird. Dies trifft jedoch nicht zu. Tatsächlich kann eine periphere Unterdrückung der UR eine erfolgreiche Konditionierung nicht verhindern. So wurde etwa bei Hunden während der Akquisitionsphase (CS + US) die Speichelabsonderung durch Atropin blockiert. Trotz der Verhinderung der UR während der Akquisition zeigten die Hunde anschließend die konditionierte Reaktion (CR, Speichelfluss) bei alleiniger Darbietung des CS. Offenbar ist eine beobachtbare UR für das Konditionieren nicht notwendig.

### **Drittes Argument gegen die Stimulussubstitution: Sensorische Präkonditionierung zeigt CS-CS-Assoziationen**

Ein letztes Argument gegen die Stimulussubstitutionstheorie ist das Phänomen der sensorischen Präkonditionierung. Hier gibt es zwei CS, zum Beispiel Ton und Licht. Eine sensorische Vorkonditionierung erhält man, wenn man etwa wiederholt die Abfolge Ton-Licht vorgibt. Anschließend erfolgt eine übliche klassische Konditionierung durch Paarung des Lichts mit dem US. Nach erfolgter Konditionierung wird nun der Ton vorgegeben (der nie mit dem US gepaart wurde). Sensorische Vorkonditionierung zeigt sich darin, dass auch der Ton eine CR hervorruft. Dieses Ergebnis ist kaum anders zu erklären, als dass eine Stimulus-Stimulus (CS-CS)-Assoziation – hier von Ton und Licht – gebildet wurde. Der Ton

wurde ja nie mit dem US gepaart, sodass die Konditionierung nicht auf einer Stimulus-Response (CS-UR)-Assoziation beruhen kann.

### **Abschließende Betrachtung der Stimulussubstitutionstheorie**

Die vorgebrachten Argumente sprechen gegen die Stimulussubstitutionstheorie in einer starken Form, in der die CR *ausschließlich* von einer S-R-Verknüpfung (zwischen CS und UR) abhängt. Sie widerlegen jedoch nicht die Annahme, dass neben S-S-Verknüpfungen (zwischen CS und US) *auch* S-R-Verknüpfungen gebildet werden. Tatsächlich fanden Rizley und Rescorla (1972) Belege für S-R-Assoziationen bei der sekundären Konditionierung (s. Kasten *Experiment*). Möglicherweise werden S-R-Assoziationen nur unter bestimmten Bedingungen gebildet, insbesondere bei sehr aversiven Stimuli. Dies stimmt mit der experimentellen Beobachtung überein, dass konditionierte Furcht auf traumatische Reize sehr schwer zu löschen ist (Solomon et al., 1953). Nach der Stimulussubstitutionstheorie würden traumatische Reize also direkt mit der Furchtreaktion verknüpft.

#### **Experiment**

Ein Experiment von Rizley und Rescorla (1972) erbrachte Belege für S-R-Assoziationen aus der sekundären Konditionierung. Bei der *sekundären Konditionierung* wird zunächst ein CS<sub>2</sub> mit einem US gepaart und eine CR etabliert. Anschließend wird der CS<sub>2</sub> in einem weiteren Training wie ein US verwendet: Der CS<sub>2</sub> wird also mit einem CS<sub>1</sub> gepaart, mit dem Ergebnis, dass auch auf den CS<sub>1</sub> eine CR gezeigt wird. In einem für die Unterscheidung von S-S- und S-R-Assoziationen kritischen Experiment von Rizley und Rescorla (1972) wurde anschließend die CR auf den CS<sub>2</sub> gelöscht. Wenn nur S-S-Assoziationen gebildet werden, sollte nun auch keine CR mehr auf den CS<sub>1</sub> gezeigt werden. Dies war jedoch der Fall, was mit einer S-R-Assoziation konsistent ist.

Bei der Klärung der Assoziationen beim Konditionieren können auch neurowissenschaftliche Methoden helfen. So zeigen etwa Studien multiple Verknüpfungen in der Amygdala, die sich als S-S- und als S-R-Assoziationen interpretieren lassen (Everitt et al., 2003). S-S-Verknüpfungen werden über den baso-lateralen Kern der Amygdala (BLA) vermittelt, während der zentrale Kern der Amygdala (CnA) die autonome Reaktion bestimmt. Ratten, deren BLA zerstört wurde, können weiterhin klassisch konditioniert werden; allerdings gibt es Hinweise darauf, dass diese Konditionierung auf S-R-Assoziationen beruht.

## Fazit

Die Position, dass klassisches Konditionieren ausschließlich über die Bildung von S-R-Verknüpfungen von Reizen (CS) und Reaktionen (UR bzw. CR) vermittelt wird, ist nicht haltbar. Die Ausbildung von S-S-Verknüpfungen zwischen den Reizen CS und US ist ein wichtiges Element beim klassischen Konditionieren.

### Wofür ist klassische Konditionierung gut?

Es ist eine plausible Anfangsannahme, dass jedes regelhaft und geordnet auftretende Merkmal oder Verhaltensmuster eine biologische Funktion hat, das heißt, dem Organismus hilft, zu überleben und sich fortzupflanzen. Einige Forscher haben dem klassischen Konditionieren eine sehr vordergründige Funktion zugeschrieben: Ein erwarteter Reiz sei einfach angenehmer als ein unerwarteter. Miller et al. (1983) haben in einem Experiment untersucht, ob ein erwarteter Schmerzreiz wirklich angenehmer ist als ein unerwarteter. Zunächst trainierten sie Ratten, einen schwachen und einen starken Schock zu »berichten«, indem sie einen linken oder rechten Hebel drückten (für die richtige Reaktion wurden sie belohnt). Anschließend bekamen sie einen mittleren Schock, der entweder durch einen CS angekündigt wurde oder nicht. Entgegen der Annahme, dass erwartete Schocks angenehmer sind, beurteilten die Ratten den angekündigten Schock seltener als »schwach« als den unangekündigten Schock.

Es ist also offenbar nicht die Funktion der konditionierten Furcht, den gefürchteten Reiz angenehmer zu machen. Vielmehr ermöglicht die konditionierte Furcht, die durch einen Hinweis auf eine Gefahr ausgelöst wird, proaktives Verhalten zur Verringerung der Gefahr; dies ist ein wichtiger Überlebensvorteil gegenüber rein reaktiven Verhaltens auf eine bereits bestehende Gefahr.

### 1.3.2 Kann auch das Ausbleiben des US gelernt werden?

Die bisherige Darstellung ging von der Etablierung einer *exzitatorischen* Konditionierung aus, bei der eine positive Korrelation zwischen dem CS und dem US besteht. Diese Korrelation ist im einfachsten Fall 1.0: Der US wird nur präsentiert, wenn vorher der CS präsentiert wurde. Der CS ist in diesem Fall ein zuverlässiger Prädiktor der Anwesenheit des US. Das andere Extrem ist aber ebenfalls möglich und wird als *inhibitorische* Konditionierung bezeichnet: Die Korrelation ist  $-1.0$ , was bedeutet, dass der US *nicht* präsentiert wird, wenn vorher der CS präsentiert wurde. Der CS wird zu einem Indikator der US-Abwesenheit.