

Dirk Wentura
Christian Frings

Kognitive Psychologie

LEHRBUCH



BASISWISSEN PSYCHOLOGIE



Springer VS

Basiswissen Psychologie

Herausgegeben von

J. Kriz, Osnabrück, Deutschland

Die Lehrbuchreihe im VS Verlag: Das Basiswissen ist konzipiert für Studierende und Lehrende der Psychologie und angrenzender Disziplinen, die Wesentliches in kompakter, übersichtlicher Form erfassen wollen.

Eine ideale Vorbereitung für Vorlesungen, Seminare und Prüfungen: Die Bücher bieten Studierenden in aller Kürze einen fundierten Überblick über die wichtigsten Ansätze und Fakten. Sie wecken so Lust am Weiterdenken und Weiterlesen.

Neue Freiräume in der Lehre: Das Basiswissen bietet eine flexible Arbeitsgrundlage. Damit wird Raum geschaffen für individuelle Vertiefungen, Diskussion aktueller Forschung und Praxistransfer.

Herausgegeben von

Prof. Dr. Jürgen Kriz
Universität Osnabrück

Wissenschaftlicher Beirat:

Prof. Dr. Markus Bühner
Ludwig-Maximilians-Universität
München

Prof. Dr. Jochen Müsseler
Rheinisch-Westfälische
Technische Hochschule Aachen

Prof. Dr. Thomas Goschke
Technische Universität Dresden

Prof. Dr. Astrid Schütz
Otto-Friedrich-Universität Bamberg

Prof. Dr. Arnold Lohaus
Universität Bielefeld

Dirk Wentura • Christian Frings

Kognitive Psychologie



Springer VS

Dirk Wentura
Universität des Saarlandes,
Saarbrücken, Deutschland

Christian Frings
Universität Trier,
Deutschland

ISBN 978-3-531-16697-1
DOI 10.1007/978-3-531-93125-8

ISBN 978-3-531-93125-8 (eBook)

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

Springer VS

© Springer Fachmedien Wiesbaden 2013

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer VS ist eine Marke von Springer DE. Springer DE ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media.
www.springer-vs.de

Inhalt

Vorwort	7
1 Einführung: Was ist Kognitive Psychologie?	9
1.1 Drei Beispiele: von verpassten Gorillas und anderen Kuriositäten	11
1.2 Eine kurze Geschichte der Kognitiven Psychologie	15
2 Wie funktioniert Kognitive Psychologie?	29
2.1 Ein Beispiel: Semantisches Priming und der Begriff des Paradigmas	29
2.2 Welcher Art sind die Theorien der Kognitiven Psychologie?	32
2.3 Mit welchen Methoden arbeitet die Kognitive Psychologie?	44
3 Wahrnehmung	57
3.1 Zwei Pfade der visuellen Wahrnehmung	61
3.2 Wahrnehmung im Dienste der Objekterkennung	64
3.3 Wahrnehmung im Dienste des Handelns	77
4 Aufmerksamkeit	83
4.1 Aufmerksamkeitsfunktionen	84
4.2 Arten von Aufmerksamkeit	88
4.3 Selektive Aufmerksamkeit: Aktivierung und Inhibition	90
4.4 Aufmerksamkeit und Arbeitsgedächtnis	93
4.5 Automatische Aufmerksamkeitsallokation	95
4.6 Weitere Aspekte von Aufmerksamkeit und ein Fazit	98
5 Gedächtnis	101
5.1 Eine prozessorientierte Einführung	102
5.2 Eine strukturorientierte Einführung	118
5.3 Die Repräsentation von Wissen	125

6 Denken, Urteilen und Entscheiden	139
6.1 Denken unter sicheren Gegebenheiten	140
6.2 Denken unter unsicheren Gegebenheiten	143
6.3 Denken unter neuen Gegebenheiten	149
7 Die kognitionspsychologische Perspektive in den anderen Teilfächern der Psychologie	153
7.1 Der Standort der Kognitiven Psychologie innerhalb der Psychologie	153
7.2 Kognition, Emotion und Motivation	161
7.3 Sozialpsychologie	165
7.4 Persönlichkeitspsychologie und Differentielle Psychologie	172
7.5 Rechtspsychologie	175
8 Die Kognitive Psychologie und das menschliche Bewusstsein	181
8.1 Unbewusste Informationsverarbeitung	182
8.2 Die experimentelle Veränderung phänomenalen Erlebens	185
8.3 Der freie Wille	186
Literaturverzeichnis	191
Personenregister	209
Sachregister	215

Vorwort

Als wir die Anfrage zu diesem Buch erhielten und einen Blick auf das Gesamtkonzept der Reihe warfen, drängte sich uns natürlich als erstes die Frage auf, welche Rolle ein Einführungsbuch über Kognitive Psychologie spielen soll, wenn zugleich Bücher über die Themen der Allgemeinen Psychologie I (Wahrnehmung, Aufmerksamkeit, Gedächtnis, Denken) erscheinen werden. Jeder „Insider“ weiß, dass – zumindest mit einem „groben Pinsel gezeichnet“ – die Kognitive Psychologie im Kern genau der Teil der Psychologie ist, der diese Grundfunktionen zum Thema hat. Ein Blick auf viele Prüfungspläne im Fach Allgemeine Psychologie I wird dies bestätigen: Sehr häufig findet man dort Bücher aus dem anglo-amerikanischen Raum mit dem Titel *Cognitive Psychology*. Wenn schon die Bände zur Allgemeinen Psychologie einen Extrakt aus der Fülle des im Prinzip Wissenswerten darstellen, sollte dann der Band Kognitive Psychologie der Extrakt des Extraktes sein? Wohl kaum; er wäre – um im angedeuteten Bild zu bleiben – wohl vollends unverdaulich.

Nun, wir haben genau in dieser Redundanz eine Chance gesehen. Es kann nicht der Sinn dieses Buches sein, zu versuchen, auf 200 Seiten die vielfältigen Theorien und Erkenntnisse aus den angesprochenen Bereichen auch nur halbwegs vollständig darzustellen. Dafür können wir versuchen, zweierlei zu leisten. Erstens kann besser als bei den Bänden, die die einzelnen Funktionen thematisieren, herausgearbeitet werden, was Kognitive Psychologie ist, wie sie funktioniert, wie sie arbeitet. Insofern kann dieser Band eine ergänzende Rolle zu den anderen Bänden sein, indem er als eine Heranführung an die Themen fungiert. Wir werden hierbei aber herausstellen, dass die aktuelle Kognitive Psychologie so etwas wie das Herzstück von Psychologie insgesamt ist.

Denn, zweitens, ist Kognitive Psychologie die essentielle Klammer zwischen „personaler“ Psychologie – also der aus Alltagspsychologie geborenen Psychologie, die die *Person* mit ihren Zielen, Absichten, ihrem Selbstkonzept in den Vordergrund stellt – und biologisch/neurowissenschaftlichen Perspektiven auf den Menschen. Insofern steht Kognitive Psychologie nicht neben den anderen Teilfächern der Psychologie, sondern sie ist auch Teil dieser Fächer.

Dieses Buch ist nicht als Nachschlagewerk gedacht, sondern als ein Buch, dass idealerweise von vorne bis hinten gelesen werden sollte. Möchte man

ausschnitthaft lesen (da möglicherweise schon Vorkenntnisse vorhanden sind), können die folgenden Einordnungen hilfreich sein.

Das Buch gliedert sich im Wesentlichen in drei große Teile: Der erste Teil umfasst die Kapitel 1 und 2; er ist eine generelle Einführung in die Kognitive Psychologie: Was ist Kognitive Psychologie? Wo kommt sie her? Wie arbeitet sie? Der zweite und umfangreichste Teil umfasst die Kapitel 3 bis 6; in diesen Kapiteln werden die großen Teilgebiete in Grundzügen erläutert. Der dritte umfasst die Kapitel 7 und 8; hier wird beispielhaft erläutert, in welcher Weise die Kognitive Psychologie Teil anderer Subdisziplinen der Psychologie ist. Das Unterkapitel 7.1 *Der Standort der Kognitiven Psychologie innerhalb der Psychologie* hat dabei eine Doppelrolle. Wir haben es hier als Bindeglied zwischen Teil 2 und 3 gesetzt. Es könnte aber genauso am Ende des ersten Teils (also im Kapitel 2) stehen und auch so gelesen werden, da es die Antwort auf die Frage, was Kognitive Psychologie ist, abrundet.

Herzlich bedanken möchten wir uns bei Frau Brahms, Frau Brechtel-Wahl vom VS-Verlag für die kompetente Unterstützung sowie Prof. Dr. Kriz für die Einladung zu diesem Buch und für seine hilfreichen Anregungen.

Saarbrücken, Januar 2012

Dirk Wentura und Christian Frings

1

Einführung: Was ist Kognitive Psychologie?

Steven Pinker, ein bekannter Kognitiver Psychologe, betitelte eines seiner populärwissenschaftlichen Bücher mit *How the mind works* (wörtlich: wie unser „Kopf“ funktioniert; 1997). Eine kürzere und kraftvollere Umschreibung von dem, was Kognitive Psychologie ist und sein will, lässt sich wohl nicht denken. *Wie das Denken im Kopf entsteht* – so der etwas holperige deutsche Titel – davon handelt Kognitive Psychologie. Und *Denken* ist hier in einem umfassenden Sinne gemeint: Wie funktionieren zum Beispiel die Prozesse der visuellen Wahrnehmung, die vom Abbild der Welt auf der Netzhaut bis hin zum Erkennen von Objekten reichen? Wie funktionieren die Prozesse der Aufmerksamkeitssteuerung, die uns das momentan Relevante aus der Vielfalt des Irrelevanten herausstellen hilft? Wie funktioniert unser Gedächtnis, sowohl das für das kurzfristige Behalten, das Gedächtnis für Ereignisse unseres Lebens, als auch dasjenige für das Wissen über die Welt? Wie schlussfolgern wir, wie kommen Urteils- und Entscheidungsprozesse zustande? Wie planen wir Handlungen und wie führen wir sie aus?

All diese Prozesse haben die Eigenschaft, dass wir keinen direkten Zugang zu Ihnen haben. Was meinen wir damit? Nun, Sie lesen diese Sätze und verstehen sie, aber Sie haben keine Möglichkeit, in sich hineinzuschauen und sich dabei zu beobachten, was in Ihnen vorgeht, wenn Sie die Buchstaben wahrnehmen, die Wörter und ihre Verbindungen erkennen. Angenommen, Sie würden jetzt eine Frage formulieren: Sie hätten keinerlei Zugang zu dem Prozess der Formulierung, der zum Beispiel einen Zugriff auf ihr Wissensgedächtnis einschließt. Vielleicht möchten Sie ihre Frage mit einem Beispiel verdeutlichen und erinnern sich an eine Episode ihres Lebens. Wie geht das, dass Ihnen aus der Vielzahl von Erinnerungen diese eine von ihrem Gedächtnis zur Verfügung gestellt wird? Sie ziehen möglicherweise Schlussfolgerungen aus dem, was Sie bislang erfahren; wie funktioniert das, dass ein Satz die Gültigkeit eines anderen nach sich zieht? Auf all diese Fragen versucht die Kognitive Psychologie Antworten zu finden.

Der Titel von Pinkers Buch ist deshalb so treffend, weil er das Wort *mind* benutzt. Es wird ins Deutsche mit „Geist“, mit „Psyche“ oder aber in einem bestimmten Sinne mit „Kopf“ – ein *master mind* ist ein „kluger Kopf“ – übersetzt. Es wird aber keinesfalls mit „Gehirn“ übersetzt. Das ist ein wichtiger Punkt und wenn man ihn richtig verstanden hat, ist man schon ein ganzes Stück weiter im Verständnis dessen, was Kognitive Psychologie (und Psychologie insgesamt) ausmacht. Natürlich ist das Gehirn letztlich die „Maschine“, die hinter diesen Prozessen steckt. Das wird heutzutage in der Regel von niemandem geleugnet, am allerwenigsten von Kognitiven Psychologen. Aber ein Gehirn denkt nicht. Ein Gehirn nimmt nicht wahr. Ein Gehirn hat keine Erinnerung. Falls jemand anderes behauptet, begeht er einen Kategorienfehler oder er redet in einem laxen, übertragenen Sinne. (Er sagt die Anführungszeichen – Das Gehirn „denkt“ grade – sozusagen immer mit.) Ein Gehirn ist zunächst nichts anderes als ein biologisches System, dessen Prozesse naturgesetzlich ablaufen. Die psychischen Prozesse sind offenbar auf einer anderen Abstraktionsebene definiert. Als grobe Analogie (die später wieder aufgenommen und auf ihre Tragfähigkeit überprüft werden wird) können wir nehmen, dass Sie auch nicht sagen würden, die elektronischen Schaltkreise ihres Computers sortieren die Liste der Vereinsmitglieder nach dem Alphabet. Es ist ein Computerprogramm, das dieses tut, obschon letztlich der Sortiervorgang ganz bestimmten Prozessen in den elektronischen Bauteilen korrespondiert. Wäre der Computer nicht von Menschenhand gemacht, sondern „vom Himmel gefallen“, so hätten sich gewiss Wissenschaftler daran gemacht, zum einen die Programme zu verstehen, zum anderen die Elektronik zu verstehen und zum dritten zu verstehen, wie das eine – der Ablauf der Programme – durch das andere – die Prozesse der Elektronik – realisiert wird. Ähnlich arbeiten Kognitive Psychologen und Neurowissenschaftler zusammen, um zu ergründen, wie die Prozesse der Wahrnehmung, der Aufmerksamkeit, des Gedächtnisses und des Denkens im Gehirn realisiert sind.

Mit dieser knappen Heranführung haben wir versucht, eine erste Idee davon zu geben, was Kognitive Psychologie ist. Wir wollten hier nicht mit einer abstrakten Definition beginnen. Definitionen sind allenfalls das Endprodukt eines langen Prozesses und dann in der Regel für den Anfänger vollständig unverständlich. Zudem haben Definitionen häufig die unangenehme Nebenwirkung, dass sie zu kategorisch sind, das heißt, scharfe Grenzen zwischen dem ziehen, was eingeschlossen ist, und dem, was ausgeschlossen bleibt. Gerade bei der Skizzierung eines Wissenschaftsgebietes ist das unangemessen, da es immer viele Randströmungen und Seitenarme gibt, die sich nicht genau zuordnen lassen. Laien und Neulinge haben manchmal das Verlangen nach

derartigen Definitionen, damit Sie etwas haben, an dem sie sich „festhalten können.“ Die dadurch vermittelte Sicherheit ist aber nur eine scheinbare; die wirkliche Antwort auf eine Frage „was ist X?“ ergibt sich immer erst durch längere Beschäftigung mit einem Gegenstand. Bis dahin muss man die Unsicherheit aushalten lernen.

Wir wollen die weitere Einführung über zwei Wege leisten. Beginnen wollen wir, in dem wir drei kleine Ausschnitte aus der Kognitiven Psychologie darstellen, Ausschnitte, die unzweifelhaft prototypisch für die Kognitive Psychologie sind, so dass ein allererster Eindruck davon entsteht, was gemeint ist. Zum zweiten werden wir einen kurzen Abriss der Geschichte der Kognitiven Psychologie geben. Hieraus sollte deutlich werden, dass Kognitive Psychologie eine Antwort auf die Frage bietet, wie man ganz generell wissenschaftliche Psychologie betreiben kann.

1.1 Drei Beispiele: von verpassten Gorillas und anderen Kuriositäten

Die drei Beispiele, die wir ausgewählt haben, haben mehrere Merkmale gemeinsam: Sie beziehen sich zunächst auf alltägliche Phänomene – Aufmerksamkeit (bzw. Unaufmerksamkeit), das Lernen von Informationen, das Lesen –, haben aber immer einen etwas überraschenden Aspekt. Es wird jeweils klar, dass es hier um Phänomene geht, deren Erklärung „unterhalb“ dessen liegen muss, was von uns als bewusst erlebende Personen durch unser Handeln und unsere Ziele begründbar ist. Und es wird deutlich, dass hierzu systematische Forschung benötigt wird, die objektiv messbare Größen untersucht. Diese Merkmale gelten durchweg für Kognitive Psychologie. Was nicht immer gilt: Unsere Beispiele lassen sich auch für den Laien sehr leicht erzählen; das macht sie so gut geeignet für den Einstieg. Zudem haben sie immer etwas Kurioses; auch das ist gut für eine Einführung. Natürlich sind die Beispiele in dieser letztgenannten Hinsicht nicht sehr prototypisch für das Gesamt an Forschung in der Kognitiven Psychologie.

Beispiel 1: Von verpassten Gorillas

Sie treten voll auf die Bremse ihres Wagens und vermeiden damit im letzten Augenblick einen Zusammenstoß mit einem anderen Auto. „Hast Du den nicht gesehen?“, schreit ihr Beifahrer. Nein, Sie haben nicht – oder, genauer gesagt: Sie haben diesen Wagen erst so spät registriert, dass Sie selbst in höchstem Maße verwundert und entsetzt darüber sind. „Wie konnte ich das übersehen?“, fragen Sie sich.

Sowohl in unserer Alltagssprache als auch in der wissenschaftlichen Psychologie würden wir hier von einem Fall mangelnder *Aufmerksamkeit* sprechen. Was uns hier erstaunt ist die Tatsache, dass, obwohl Sie willentlich die Aufmerksamkeit auf das Verkehrsgeschehen gerichtet haben und obwohl das andere Fahrzeug schon in ihrem Blickfeld war, eben dieses Fahrzeug un bemerkt blieb, so dass fast ein Unfall passiert wäre.

Gibt es solche Ereignisse? In der Tat lässt sich unter kontrollierten Bedingungen demonstrieren, dass solch ein Übersehen verblüffend drastisch auftreten kann. Simon und Chabris (1999) produzierten einen kurzen Film, der (fast) nichts anderes zeigt als sechs Personen, die sich vor einem neutralen Hintergrund auf engem Raum sich ständig neu mischend bewegen und sich dabei Bälle zuspielen. Es erfordert hohe Konzentration, die Ballwechsel zu verfolgen. Gibt man einem Zuschauer die Aufgabe, die Ballwechsel zu zählen, so kann man mit hoher Wahrscheinlichkeit folgenden Dialog führen: „Und, wie viele Ballwechsel waren es?“ „Ich habe 14 gezählt!“ „Mmmh, ok – Ist Dir sonst etwas aufgefallen?“ „Nein ...“ „Hast Du den Gorilla gesehen, der durch das Bild lief?“ „Gorilla? Welchen Gorilla?“ In der Tat, wird der Film ein zweites Mal gezeigt (und man muss dabei nicht mehr die Pässe zählen), ist es auch für unseren Versuchsteilnehmer unübersehbar, dass etwa in der Hälfte des Films eine mit einem Gorillakostüm verkleidete Person von rechts nach links durch das Bild läuft, in der Mitte sogar anhält, sich dem Zuschauer zuwendet und sich mit den Fäusten auf die Brust trommelt. Das Gorilla-Video ist eine besonders spektakuläre Demonstration eines Phänomens, das in der Kognitiven Psychologie *inattentional blindness*, Blindheit bei Unaufmerksamkeit, genannt wird.

Besonders interessant wird es, wenn diese *Demonstration* zu einem *Experiment* wird: Tatsächlich teilen sich die Ballspieler in zwei Gruppen à drei Personen auf; die einen tragen weiße, die anderen schwarze T-Shirts. Beide Gruppen haben einen Ball, den sie nur innerhalb ihrer Gruppe aneinander zuspielen. Wir können also die Zuschauer bitten, entweder die Ballwechsel der weißen oder der schwarzen Gruppe zu zählen. In diesem Experiment von Simon und Chabris (1999) zeigte sich, dass nur 17 % der „Schwarz“-Zähler, aber 58 % der „Weiß“-Zähler den (dunklen) Gorilla verpassten. Offenbar hängt die „Blindheit“ davon ab, auf welche Merkmale der Umwelt gerade die Aufmerksamkeit gerichtet wird.

Aufmerksamkeit ist ein zentrales Thema der Kognitiven Psychologie. Was heißt das, dass die Aufmerksamkeit auf etwas gerichtet ist? Ist (visuelle) Aufmerksamkeit eher auf einen räumlichen Ausschnitt meines Blickfeldes gerichtet oder „objekt-gebunden“ (also z. B. auf weiße Ballspieler gerichtet)?

Was ist mit all den (visuellen oder akustischen) Informationen, auf die meine Aufmerksamkeit gerade nicht gerichtet ist – sind wir wirklich blind und taub dafür? Wenn nicht: Gibt es Informationen, die meine Aufmerksamkeit unwillkürlich auf „sich ziehen“ kann?

All diese Fragen (auf die wir in Kap. 3.2 näher eingehen werden) beschäftigen Kognitive Psychologen. Sie versuchen einerseits, Annahmen über die zugrundeliegenden Prozesse und Strukturen zu formulieren, andererseits Experimente zu gestalten, die diese Annahmen testen. Das „Gorilla“-Experiment ist einigen Merkmalen nicht sehr typisch für solche kognitionspsychologischen Experimente: Man kann nur ein einziges Mal testen; man kann die Teilnehmer nur sehr unspezifisch fragen („Ist Dir sonst etwas aufgefallen?“). Typischer sind Experimente, bei denen ganz einfache Konstellationen wiederholt am Computerbildschirm dargestellt werden und die Versuchsteilnehmer jeweils eine einfache Aufgabe bearbeiten, so dass die Schnelligkeit und Genauigkeit unter verschiedenen Bedingungen gemessen werden.

Beispiel 2: Auswendig lernende Taucher

Sie sind Zeuge eines bewaffneten Banküberfalls geworden. Bei der späteren Zeugenvernehmung legt der ermittelnde Beamte sehr viel Wert darauf, dass Sie sich zunächst möglichst gut in die damalige Situation wieder hineinversetzen. Er möchte, dass Sie sich überlegen, was Sie damals zu erledigen hatten, wie Ihre Stimmung an dem Tag war, was Ihrem Bankbesuch voranging, was Sie als nächstes Ziel hatten – lauter Dinge, die nichts mit dem zu tun haben, was Sie bezeugen sollen: den Ablauf des Überfalls, wer wann was getan und gesagt hat, wie die Täter aussahen. Sie ahnen natürlich, dass er glaubt, Sie würden sich so besser an die Einzelheiten erinnern – aber hat er recht damit? Kann der *Kontext*, in dem ich mir Informationen gemerkt habe, wirklich hilfreich beim Erinnern sein, auch wenn dieser Kontext inhaltlich nichts mit dem zu Lernenden zu tun hat?

Die kurze Antwort ist: Ja. Tatsächlich sieht es so aus, als wenn der Beamte eine Befragungstechnik nutzt, die auf Erkenntnissen der Kognitiven Psychologie beruht (das sogenannte *Kognitive Interview*; aktueller Überblick bei Fisher & Schreiber, 2007) und die – neben anderen Elementen – die sogenannte *Wiederherstellung des Kontexts* (*context reinstatement*) vorsieht.

Diese Empfehlung basiert auf experimentellen Ergebnissen, die mit zum Teil kurios anmutenden Studien erzielt wurden. So ließen Godden und Baddeley (1975) Taucher entweder an Land oder sechs Meter unter Wasser eine Liste von Wörtern lernen, um sie dann – vier Minuten später – zu bitten, entweder im selben Kontext (also an Land oder unter Wasser) oder in der jeweils

anderen Umgebung möglichst viele der Wörter zu erinnern. Das Ergebnis war deutlich: Wenn Lern- und Abrufkontext übereinstimmten, wurden deutlich mehr Wörter erinnert als wenn ein Wechsel stattfand. Offenbar müssen wir uns Gedächtnis so vorstellen, dass jedwede Information, die in einer Episode abgespeichert wurde, ein nützlicher „Schlüssel“ ist zu inhaltlich völlig anderen Informationen, die in der gleichen Episode aufgenommen wurde. Diese Erkenntnis hilft uns zum Beispiel auch, einen anderen als den alltagspsychologisch üblichen Blick auf das Vergessen zu bekommen. Während wir Vergessen typischerweise als Verlust einer Gedächtnisspur interpretieren, kann es ebenso gut das Fehlen des richtigen „Schlüssels“ sein, der dazu führt, dass ich mich nicht erinnern kann.

Beispiel 3: Lesbarer Buchstabensalat

Diese Notiz kursierte vor einigen Jahren (etwa um das Jahr 2003) via E-Mail und Internet:

Afugrnuđ enier Sduite an enier Elingshcen Unvirestitiit ist es eagl, in wleher Rienhneffoge die Bcuhtsbaen in eniem Wrot sethen, das enizg wchitge dbaei ist, dsas der estre und lzete Bcuhtsbae am rcihgiten Paltz snid. Der Rset knan ttolaer Bölsdinn sien, und du knasnt es torzteđm onhe Porbelme lseen. Das ghet dseahlb, wiel wir nchit Bcuhtsbae für Bcuhtsbae enizlen lseen, snodren Wröetr als Gnaezs.

Stimmt das? Nun, was zunächst nicht stimmt ist, dass 2003 dazu eine Studie einer englischen Universität vorlag – das war erfunden. Eine Gruppe von Kognitiven Psychologen fühlte sich aber offenbar dadurch herausgefordert und untersuchte das Phänomen mit geeigneten Methoden (Rayner, White, Johnson, & Liversedge, 2006). Sie präsentierten ihren Probanden – ähnlich wie in dem Text oben – Sätze, bei denen die Wörter korrekte Anfangs- und Endbuchstaben, aber Vertauschungen bei den mittleren Buchstaben hatten. Zum Vergleich wurden (a) Sätze in normaler Form, (b) mit Wortvertauschung von letztem und vorletztem Buchstaben und (c) mit Wortvertauschung von erstem und zweitem Buchstaben präsentiert. Die Leseleistung wurde mit einer Blickbewegungsapparatur gemessen. Müheloses Lesen eines Satzes ist dadurch gekennzeichnet, dass nicht jedes Wort mit dem Blick fixiert werden muss. Wenn ein Wort fixiert wird, ist wiederum die Dauer dieser Fixation ein Hinweis darauf, wie leicht das Wort verarbeitet werden kann. Schließlich gibt die Anzahl der Rücksprünge des Blickes beim Lesen eines Satzes – zum Beispiel der Leser fixiert noch mal ein Wort am Anfang des Satzes, obschon er schon fast am Ende angelangt ist – einen Hinweis darauf, wie leicht verstehbar der Satz ist.

Es zeigte sich, dass das Lesen normaler Sätze in allen Parametern überlegen war. Besonders schlecht war die Bedingung (c), während sich die Bedingungen mit den internen und den End-Vertauschungen nur wenig unterschieden; dort wo sie sich unterschieden, war das Ergebnis aber zu Gunsten der Bedingung mit den internen Vertauschungen. Das Fazit der Autoren: Es gibt „Kosten“ der Vertauschung. Die Internet-Notiz war aber insofern korrekt, als dass interne Vertauschungen weniger Probleme bereiten als vor allem Vertauschungen am Anfang der Wörter. Dies lässt sich nicht nur zeigen, sondern auch theoretisch erklären; wir kommen darauf im Kapitel 3.2 zurück.

Was ist an unseren Beispielen prototypisch für Kognitive Psychologie? Erstens, das Ansetzen an alltagspsychologischen Begrifflichkeiten und Beschreibungen (z. B. „Aufmerksamkeit wird auf etwas gerichtet“); zweitens, das Denken in kausalen Prozessen, die für die thematisierten Phänomene verantwortlich sein können; drittens, das minutiöse Beschreiben der „Feinstruktur“ der Prozesse durch die Ergebnisse ausgefeilter experimenteller Anordnungen; viertens, die Formulierung von Theorien in einer „funktionalen“ Sprache, die noch offen lässt, durch welche biologischen Strukturen und Prozesse die Vorgänge realisiert sind; fünftens, sowohl die Theorien als auch die experimentellen Anordnungen liefern das Grundgerüst, um sinnvoll neurowissenschaftliche Untersuchungen über die verantwortlichen biologischen Strukturen und Prozesse zu betreiben.

Wir werden diese methodischen Herangehensweisen sehr viel genauer betrachten (insbesondere im Kapitel 2). Im Folgenden wollen wir uns aber zunächst ansehen, wie die wissenschaftliche Psychologie dazu gekommen ist, in dieser Art an psychologische Phänomene heranzugehen.

1.2 Eine kurze Geschichte der Kognitiven Psychologie

Mit einem Blick für die groben Konturen wird die Geschichte der wissenschaftlichen Psychologie gern in drei Akten erzählt: Vor dem Hintergrund abendländischer Philosophie wurde in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts das Fach Psychologie an (zunächst wenigen) Universitäten etabliert. Wilhelm Wundt, Gustav Theodor Fechner und William James sind hier die zu nennenden Namen. Der Fokus dieser ersten Phase der Psychologie lag auf dem Verhältnis von objektiver Wirklichkeit und bewusstem subjektivem Eindruck. Diese Psychologie hat bis in die Gegenwart reichende Traditionen mit dem Teilgebiet der Wahrnehmungspsychologie „Psychophysik“ geschaf-

fen. Bis heute ist es zum Beispiel ein viel beforschtes Thema, unter welchen Darbietungsbedingungen wir „Reize“ (z. B. ein Wort, ein Bild) bewusst erkennen können. Hierbei kann man zu sehr präzisen und wiederholbaren Ergebnissen gelangen, insbesondere wenn man durch den zufälligen Wechsel von Darbietung eines schwachen Reizes (z. B. ein kaum hörbarer Ton) und Nicht-Darbietung die Wahrnehmungsleistung der Beobachter vom Raten zu trennen versucht. Dieses Gebiet der frühen Psychologie hat durchaus seinen Platz in der aktuellen Kognitiven Psychologie.

Problematisch wird es, wenn wir von unseren Untersuchungsteilnehmern zu viel verlangen, etwa wenn wir sie bitten, Prozesse zu beschreiben, die prinzipiell nicht Gegenstand des Bewusstseins sein können, zum Beispiel, weil sie viel zu schnell ablaufen. Wenn wir noch einmal die Beispiele aus dem letzten Kapitel aufnehmen: (a) Der Fahrer hat keinen Zugang zu diesen schnell ablaufenden Prozessen der Aufmerksamkeitsausrichtung, die entscheidend sind, ob ich im Verkehr ein anderes Objekt rechtzeitig wahrnehme oder nicht. (b) Wenn wir etwas vergessen (z. B. den Geburtstag eines Freundes; das Brot beim Einkauf; den Termin an der Universität) können wir nicht bewusst Auskunft darüber geben, welche Prozesse dazu geführt haben, dass uns die Information nicht rechtzeitig eingefallen ist. (c) Über die Schwere oder Leichtigkeit des Lesens eines Textes haben wir einen subjektiven Eindruck. Wenn es aber um feine Unterschiede geht, bedarf es anderer Tests. Diese Beispiele wären sicher unfair gegenüber der frühen sogenannten „Introspektions“-Psychologie, aber in der Tat wurde das Instrument einer „Innenschau“, einer auf die internen Prozesse gerichteten Beobachtung überstrapaziert (vgl. für die Beschreibung eines Beispiels Greve & Wentura, 1997).

Durchaus weiterführend war die dann folgende Hauptströmung der Psychologie, der so genannte Behaviorismus, setzte er doch auf wissenschaftliche Standards, die in den klassischen Naturwissenschaften längst etabliert waren, insbesondere auf die Objektivität empirischer Ergebnisse – Objektivität im Sinne einer Wiederholbarkeit von Untersuchungsergebnissen. Im Vordergrund standen jetzt Beziehungen zwischen objektiv beschreibbaren Reizen und objektiv beschreibbarem Verhalten. Nicht nur alltagssprachliche Begriffe, die auf innerpsychische Vorgänge abzielen („Ich möchte X.“) waren verpönt, sondern weitgehend auch Annahmen über innerpsychische Vorgänge selbst. Das Tiermodell wurde zum gängigen Untersuchungsansatz, um das Lernen einfacher Zusammenhänge in der Umwelt zu studieren: Wenn die Futtergabe stets durch ein Glöckchenläuten eingeleitet wird, läuft der Speichel beim Hund schon bald nur aufgrund des Glöckchenläutens; wenn das Drücken eines Hebels durch eine Ratte die Herausgabe einer Futterpille auslöst, wird

bald sehr häufig der Hebel gedrückt werden. Diese (und natürlich weitere, viel differenziertere) Erkenntnisse sind bis heute sehr wichtig geblieben und sind zur Erklärung menschlichen Verhaltens notwendig. Allerdings ist die Beschränkung, auf innerpsychische Vorgänge und Zustände in der Erklärung zu verzichten, heute kaum noch nachzuvollziehen, da wir es inzwischen gewohnt sind, bei jedem halbwegs komplexen technischen Apparat zu bedenken, dass es sehr entscheidend sein kann, korrekte Annahmen über seinen inneren Zustand zu haben: Drücke ich die Löschtaste auf der Tastatur, während der Computer im Textverarbeitungsprogramm ist, lösche ich einen Buchstaben, drücke ich sie, während er im „Arbeitsplatz“-Modus ist, lösche ich (unter Umständen) das ganze Buch.

In den Fünfziger-Jahren des 20. Jahrhunderts begannen viele, *diesen* Aspekt etwas „entspannter“ zu sehen. Dies hat sicherlich auch mit dem Aufkommen der Computertechnologie zu tun. Mit dem Computer wurde ein technisches System geschaffen, bei dem es wesentlich war, erstens, mehrere Beschreibungsebenen zu unterscheiden und, zweitens, sein Wirken als komplexes Wechselspiel von Eingaben und inneren Zuständen zu sehen. Zum ersten Punkt: Auf der untersten Ebene besteht ein Computer aus elektronischen Bauelementen und elektronischen Schaltkreisen. Dies ist aber typischerweise nicht die Ebene, auf der wir uns einen Computer verständlich machen. Ein ganzes Bündel aus Bauelementen ist jeweils zu Modulen zusammengeschaltet, die eine bestimmte *Funktion* realisieren: Arbeitsspeicher, Prozessor, Graphikkarte. Wenn wir lernen, wie ein Computer funktioniert, so heißt dies zunächst, die Funktion dieser Module und ihr Ineinandergreifen zu verstehen. Es heißt nicht (zumindest nicht im ersten Schritt), die Physik dieser Module zu verstehen.

Für einen Computer ist es, zum zweiten, wesentlich, dass es *interne Repräsentationen* gibt. Was ist damit gemeint? Wiederum mehrerlei. Einerseits das, was schon oben mit dem Beispiel der Löschtaste angesprochen wurde: Zu jedem Zeitpunkt definieren *interne Prozeduren*, wie eine neue Eingabe zu verarbeiten ist. Die meisten dieser Prozeduren sind dabei nicht durch das Zusammenschalten der elektronischen Bauteile fix gegeben, sondern sie sind als Programme in einer bestimmten symbolischen Kodierung intern abgespeichert und werden bei Bedarf „gestartet“. Andererseits greifen diese internen Prozeduren auf rein passive Datenbestände zurück. Diese Daten lassen sich in der Regel in einer Form beschreiben, bei der wir erkennen können, für welchen Aspekt der Welt sie stehen, oder: welchen Aspekt der Welt sie wie repräsentieren. Nehmen wir das Beispiel eines Routenplanungsprogramms: Sobald wir Ziel- und Startadresse eingegeben haben, wird eine Prozedur gestartet,

die den kürzesten (oder schnellsten) Weg zwischen Ziel und Start ermittelt. Diese Prozedur greift dabei auf eine Datenbasis zu, in der die Orte mit ihren Koordinaten und deren Straßenverbindungen so repräsentiert sind, dass die Prozedur diese Information verarbeiten kann.

Ist der Computer nicht somit, so meinte man zu dieser Zeit zu erkennen, auf einer abstrakten Ebene ein gutes Denkmodell, um zu verstehen, wie beim Menschen grundlegende Wahrnehmungs- und Denkvorgänge ablaufen? In der Tat war schon während der Hochphase des Behaviorismus von Edward Tolman (zum Überblick Tolman, 1948) erkannt worden, dass das Konzept einer „mentalen Landkarte“ sich zur Erklärung des Verhaltens von Ratten in Labyrinthen aufdrängt. Besonders aufschlussreich waren hier Versuche, bei denen Ratten ein Labyrinth erkunden konnten, ohne dass bestimmte Wege durch Futtergaben belohnt wurden. Wurde dann ein bestimmter Weg durch die üblichen Lernprozeduren „verstärkt“ (d. h. am Ende des Weges winkte eine Belohnung), lernten diese Ratten sehr viel schneller als Tiere, die das Labyrinth noch nicht vorher erkunden konnten. Es drängt sich auf, anzunehmen, dass sich bei den Ratten in der Erkundungsphase eine mentale Repräsentation des Labyrinths aufgebaut hat, die dann, als sie belohnungsrelevant wurde, genutzt wurde.

Die Kognitive Psychologie spricht allgemein von *mental*en Repräsentationen. Damit ist gemeint, dass es sinnvoll ist, eine Beschreibungsebene in der Psychologie anzunehmen, bei der (a) eine Repräsentation von Aspekten der Außenwelt und (b) Prozesse, die auf diese Repräsentationen zugreifen und sie gegebenenfalls verändern, die zentrale Rolle spielen. Da dies ähnlich ist zu der entsprechenden Ebene bei der Beschreibung und Erklärung eines Computers, wird manchmal auch von der *Computermetapher* in der Psychologie gesprochen (vgl. Kasten *Computermetapher*).

Computermetapher

Metaphern zu bilden heißt nur, in einem oder mehreren Aspekten eine Ähnlichkeit zwischen zwei Dingen oder Sachverhalten zu betonen. In der Kognitiven Psychologie und ihrer Kritik wurde manchmal von der Computermetapher oder dem Computermodell des Geistes gesprochen. Da nicht immer klar ist, welche Ähnlichkeit hiermit gemeint ist, lauern hier große Missverständnisse.

Sicherlich niemals gemeint war, den Menschen mit einem Computer (in seinem typischen Aufbau mit Prozessor, Arbeitsspeicher, Langzeitspeicher, Ein- und Ausgabegeräten) gleichzusetzen. Ein derart krudes

Verständnis des Wortes wurde vermutlich nur von Kritikern als „Stroh-puppe“ aufgebaut. Gemeint ist vielmehr die Ähnlichkeit in zweierlei Hinsicht: Erstens, psychische Vorgänge werden als das Zusammenspiel von Modulen beschrieben, die durch ihre Funktionen definiert sind, deren genaue physische Realisierung zunächst aber nicht thematisiert zu werden braucht. Die Module sind aber gleichzeitig so einfach konzipiert, dass wir ihre physische Realisierbarkeit als unproblematisch annehmen können. Ein Hinweis darauf, dass etwas „physisch einfach realisierbar“ ist, ergibt sich dadurch, dass man den entsprechenden Vorgang durch ein Computerprogramm simulieren kann – denn wir wissen ja, dass Computer physisch realisierbar sind.

Zweitens wird die Ähnlichkeit darin gesehen, dass es – ähnlich wie beim Computer – sinnvoll ist, zwischen *Datenstrukturen* (den mentalen Repräsentationen) und *Prozessen*, die auf diese Strukturen zugreifen und verändern, zu unterscheiden. Diese Annahmen sind so allgemein, dass sie kaum kritisierbar sind.

Ein (Miss-)Verständnis der Computermetapher könnte noch sein, dass man Psyche und physische Realisierung direkt mit Software und Hardware eines Computers identifiziert. Dies implizierte dann zweierlei: Das Verständnis des Gehirns ist nicht notwendig für das Verständnis psychischer Vorgänge. (Hirnforscher – so könnte man fortsetzen – müssten nur herausfinden, wie das Gehirn den Ablauf von Programmen realisiert.) Zweitens, psychische Vorgänge sind im Wesentlichen gleich, egal, durch welche Art von Computer sie „abgespielt“ werden. Es mag sein, dass es in der Frühphase der Kognitiven Psychologie ein Verständnis in dieser Art gab. Die aktuelle Kognitive Psychologie ist – wie wir noch sehen werden – so stark mit der Neurowissenschaft verbunden, dass dieses Verständnis heute wohl kaum noch anzutreffen sein dürfte.

Die frühe Kognitive Psychologie ist also durch zwei Merkmale charakterisiert. Zum einen hat sie aus der Zeit des Behaviorismus das experimentelle Vorgehen übernommen, also das gezielte Vergleichen von präzise definierten Situationen und das Messen möglichst objektiver Verhaltensdaten. Zum anderen traute sie sich aber, Theorien über interne Prozesse und Zustände zu formulieren.

Die frühe Kognitive Psychologie hatte eine große Nähe zur *Künstlichen-Intelligenz-Forschung*, die parallel zur Entwicklung der Computertechnologie entstand. Die Frage dieser Forschung ist: Wie kann ich mit Hilfe von Com-

putertechnik Produkte zu erzeugen, deren Verhalten wir als „intelligent“ erleben, also als eine komplexe Denkleistung, die wir bis dahin als nur dem Menschen möglich angesehen hätten? In der Frühphase der Kognitiven Psychologie wie auch der *Künstlichen-Intelligenz*-Forschung hatte man die Haltung, in einem *Künstliche-Intelligenz*-Programm auch eine Theorie über das menschliche Denken zu sehen. (Das hat sich verändert. Als „Deep Blue“ – ein IBM-Computer – 1996 den damals amtierenden Schachweltmeister Garri Kasparow schlug, steckte dahinter eine technische Meisterleistung. Klar war aber, dass die Art, wie „Deep Blue“ Schach spielte, nur wenig mit der Art zu tun hatte, wie Kasparow seine Züge plante.) Diese Haltung führte in der frühen Kognitiven Psychologie zu Theorien, deren typische Merkmale wir kurz herausstellen wollen.

Symbolische Kodierung

Menschliches Denken heißt im einfachsten Fall, Objekte und Ereignisse einzuordnen, zu kategorisieren und damit mit Hintergrundwissen anzureichern: Der Pilzsammler weiß genau, welche Sorte er genießen kann und welche er verschmähen muss. Denken heißt aber auch, sich von dem Gegebenen zu lösen und mental (d. h. „im Geiste“) Szenarien durchzuspielen, also Hintergrundwissen zu nutzen, um zu fiktiven Konstellationen von Objekten und Ereignissen zu gelangen. Das ist sehr abstrakt formuliert, kann aber an den banalsten Überlegungen des Alltags festgemacht werden. Planen Sie einmal Ihre nächste Geburtstagsparty! Angenommen, Ihnen steht ein Garten zur Verfügung, dann wird Ihnen vermutlich durch den Kopf gehen, dass Gartenparties viele Vorteile haben: man kann mehr Leute einladen; eine Gartenparty kommt besser bei den Gästen an; die Wohnung muss nachher nicht renoviert werden. Mindestens 7/12 der Leser werden jetzt aber spontan denken: Mein Geburtstag liegt aber in einer zu kühlen Jahreszeit! Die triviale Schlussfolgerung, dass für Sie keine Gartenparty in Frage kommt, drängt sich Ihnen unweigerlich auf. (Es sei denn, Sie halten es wie die Queen von England und verlegen Ihren Geburtstag in den Sommer.)

Die Sache ist nicht ganz so trivial, wie sie zunächst erscheint. Ein Versuch in dem Grenzbereich zwischen Kognitiver Psychologie und *Künstlicher-Intelligenz*-Forschung war und ist, das Wissen und die Überzeugungen über die Welt in einer sprachähnlichen, aber streng formalen Form zu kodieren und damit logische Schlussfolgerungen zu erlauben. Die Objekte der Welt sind somit symbolisch repräsentiert: WINTER ist zunächst nichts als eine Kette von Buchstaben; diese ist aber ein Schlüssel für den Abruf sehr vieler Wissensbausteine: (WINTER; TEMPERATUR: KALT); (WINTER; ANFANG: DE-

ZEMBER); (WINTER; ENDE: FEBRUAR). Der Philosoph Jerry Fodor hat diese These symbolischer Repräsentationen am konsequentesten entwickelt (z. B. Fodor, 1975). Er schreibt von einer Sprache des Denkens (*language of thought*; bisweilen etwas scherzhaft „Mentalesisch“ genannt), die wir annehmen müssten, um uns menschliches Denken erklären zu können.

In der Kognitiven Psychologie trifft man sehr häufig auf Veranschaulichungen, bei denen derartige Symbole eine Rolle spielen. Zum Beispiel ist eine gängige Annahme, dass die Präsentation eines Wortes in visueller (*Winter*) oder auditiver (jemand sagt: „*Winter*“) Form in der Regel zur Aktivierung der entsprechenden internen, symbolischen Repräsentation (also des symbolischen Codes WINTER) und direkt damit eng verknüpfter Wissens Elemente (z. B. KALT) führt. Wir werden darauf später noch eingehen.

Eingabe-Ausgabe-Transformationen

„Teile und herrsche“ galt als eine alte Taktik der Kriegskunst, wird aber heute eher als Strategie bei Problemlösungen insbesondere der Informatik gesehen: Zerlege das Gesamtproblem in immer kleinere Teilprobleme, die letztlich einfach bewältigbar sind. Das Ergebnis einer Teillösung ist die Eingabe des nächsten Lösungsschrittes. Übertragen auf die Psychologie führte dies zu einfachen modul-orientierten Theorien, bei denen die Ausgabe des einen Moduls die Eingabe des nächsten ist. Zum Beispiel schlugen Atkinson und Shiffrin (1968) in einem viel beachteten Text das *Mehr-Speicher-Modell des Gedächtnisses* vor, das viele bis damals bekannte Befunde der Gedächtnispsychologie zusammenfasste. *Abbildung 1* zeigt die wesentlichen Komponenten und

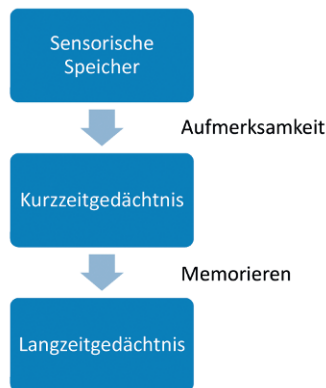


Abbildung 1 Das Mehr-Speicher-Modell von Atkinson & Shiffrin (1968)

die wichtigsten Prozesse, die zur Überführung des Inhalts des einen Moduls in das nächste Modul führen. Da es so nicht mehr aktuell ist, wollen wir es nur soweit kurz erläutern, wie es für den hier interessierenden, eher methodischen Punkt nötig ist: Die Sinnesreize werden nicht direkt verarbeitet, sondern in sogenannten *Sensorischen Speicher* ganz kurz präsent gehalten; nur mit *Aufmerksamkeit* bedachte Reize gelangen in ein *Kurzzeitgedächtnis*. Nur diejenigen Informationen, die innerlich wiederholt werden (*memorieren*), werden in das Langzeitgedächtnis aufgenommen.

Eine solche modulare Sichtweise hat den großen Vorteil, dass die einzelnen Module getrennt zum Gegenstand der Forschung gemacht werden können. Sie steht und fällt allerdings damit, dass die empirischen Befunde mit der jeweiligen Modularisierung übereinstimmen. Ein Modul muss eigenständig, also in seinen internen Prozessen unbeeinflusst von anderen Modulen arbeiten. Das kann und wird bei modularen Modellen aber häufig in Frage gestellt.

Eine ganz einfache Sicht auf das Kurzzeitgedächtnis wäre zum Beispiel, sich eine Reihe von Speicherplätzen vorzustellen, die eine begrenzte Anzahl von „Einheiten“ (z. B. Wörter oder Ziffern) aufnehmen können. Die Speicherung verblasst sehr schnell, es sei denn, die jeweilige Information wird durch einen Kontrollprozess wieder aufgefrischt. Der Übergang in das Langzeitgedächtnis hängt vor allem davon ab, wie lange Sie die Information durch *Memorieren* aktiv halten können. Stellen Sie sich folgenden Versuch vor (vgl. hierzu Baddeley, 1999, S. 28 f): Sie lesen drei Wörter, die für einen kurzen Moment auf einem Bildschirm stehen; dann folgt eine Ziffer (z. B. 5) und im schnellen Rhythmus Rechenanweisungen (z. B. +1, -2, +3), wiederum gefolgt von „... ist gleich?“, so dass Sie das Ergebnis eingeben können (für das Beispiel: 7). Dadurch hatten Sie keine Zeit, die drei Wörter „aufzufrischen“; dementsprechend werden Sie nicht immer alle Wörter korrekt wiedergeben können. Falls wir aber bei diesem Versuch in jedem Durchgang Wörter immer wieder derselben inhaltlichen Kategorie vorgeben (zum Beispiel *Tiere*: im ersten Durchgang *Schaf, Ameise, Drossel*; im zweiten Durchgang *Tiger, Ratte, Pudel* usw.) wird ihre Leistung immer weiter absinken. Das liegt nicht daran, dass man generell ermüdet, da die Leistung sofort wieder auf das Ausgangsniveau hochgeht, wenn die Kategorie gewechselt wird (zum Beispiel auf *Früchte*). Dieser Befund stellt in Frage, dass das Kurzzeitgedächtnis ein vom Langzeitgedächtnis abgekapseltes Modul ist.

Die traditionelle Kognitive Psychologie, so wie sie etwa seit den fünfziger Jahren des 20. Jahrhunderts entstanden ist, hat sich im Laufe der Jahrzehnte gewandelt, an neue Grundorientierungen angepasst, auf das Aufkommen neuer Techniken insbesondere der Gehirnforschung reagiert und ist heute mit

dieser Flexibilität zum „Herzstück“ der Psychologie geworden. Wir möchten insbesondere drei Aspekte der Wandlung in eigenen Abschnitten hervorheben.

„Handeln“ statt „Erkennen“ als Hauptfokus

In der frühen Kognitiven Psychologie stand die Frage im Vordergrund: Wie muss ein „kognitiver Apparat“ beschaffen sein, um ihm ein „Erkennen der Welt“ zuzuschreiben? Die Transformation von Eingabe-Informationen (*input*) in eine Ausgabe (*output*) war das Grundschema. Prototypische Beispiele aus der frühen Zeit haben wir oben genannt. Die Betonung lag dabei eher auf „höheren“ kognitiven Prozessen, also Denkprozessen, die auf symbolischen Repräsentationen basieren. In mehrerlei Hinsicht greifen diese Modelle zu kurz.

Man erkannte zum Beispiel, dass in Handlungskontexten ein Problem auftrat, dass auf den ersten Blick und vor dem Hintergrund unserer Alltagswirklichkeit geradezu bizarr erscheint: Wenn man die aktuelle Situation intern in Form symbolischer Ausdrücke repräsentiert, die aufgrund von logischen Regeln ineinandergreifen, so dass Schlussfolgerungen möglich sind, dann stellt sich das Problem der Aktualisierung (*updating*), sobald durch irgendeine Handlung die Situation verändert wurde: Was ändert sich auch als Nebeneffekt und was nicht? Dies Problem ist als das so genannte *frame*-Problem in die Literatur eingegangen; es wird in einem Kasten erläutert.

Das „frame“-Problem

Das „frame“-Problem wurde zunächst als ein Problem der Künstliche-Intelligenz-Forschung erkannt (vgl. Pylyshyn, 1987), betrifft aber gleichwohl auch die Kognitive Psychologie. Dennett (1984) macht das Problem an einer kleinen Geschichte deutlich: Angenommen, es gäbe einen Roboter R₁; das einzige Ziel, welches in ihn „eingebaut“ wurde, ist die Selbsterhaltung. Um ihn zu testen, sagt man ihm, seine einzige Ersatzbatterie befinde sich auf einem Wagen in einem Raum, in dem eine Bombe deponiert wurde. R₁ plant die nötige Rettung aufgrund seines Wissens. Er schließt, dass die Aktion HERAUSHOLEN (WAGEN, RAUM) das Problem lösen wird. R₁ hat Pech: nachdem er den Wagen herausgezogen hat, wird er durch die Bombe zerstört: sie befand sich auf dem Wagen. Tatsächlich „wusste“ R₁, dass sich die Bombe auf dem Wagen befand; er versäumte es nur, den Nebeneffekt seiner Handlung einzukalkulieren. Die Ingenieure bauen also in das Nachfolgemodell R₁D₁ genau diesen Algorithmus ein: Alle Implikationen einer Handlung werden in die

Überlegung einbezogen. Diesmal explodiert die Bombe, als R1D1 gerade berechnet, ob sich die Farbe der Tapeten verändert, wenn er den Raum verlässt. Der Nachfolger R2D1 ist wiederum etwas cleverer: es kann relevante von irrelevanten Nebeneffekten unterscheiden und berücksichtigt für die Entscheidung nur die relevanten. Zum Entsetzen der Konstrukteure harrt R2D1 Minute um Minute still neben der Bombe aus. Auf ein mahnendes „Tu doch etwas!“ antwortet der Roboter: „Mach ich doch: ich habe schon tausende von Implikationen durchgearbeitet und in der Liste der irrelevanten gespeichert, und ...“ – die Bombe explodiert. Wie man an der letzten – von der Intelligenz des *Star Wars*-Roboters R2D2 noch weit entfernten – Konstruktion R2D1 erkennen kann, geht es im Kern um das Problem der Auswahl und Veränderung der *situationsrelevanten* Überzeugungen durch frühe Situationswahrnehmungen.

Menschen überblicken durchaus auch nicht immer alle Implikationen ihrer Handlungen. Gleichwohl unterliegen wir offensichtlich nicht den Problemen der Roboter in Dennetts Beispiel. Wir reagieren auf nicht vorhersehbare Ereignisse in angemessener Weise, weil „höheres“ menschliches Denken (also schlussfolgerndes Denken) viel enger mit Wahrnehmungs- und Handlungsmodulen verknüpft zu sein scheint als man anfangs meinte. Heute fragt man in der Kognitiven Psychologie also eher: Wie muss ein „kognitiver Apparat“ beschaffen sein, der erlaubt, sich erfolgreich handelnd in einer komplexen Umwelt zu bewegen und sich an sie anzupassen? Weite Bereiche der aktuellen Kognitiven Psychologie beschäftigen sich inzwischen mit der engen Beziehung von Wahrnehmung und Handlung.

Subsymbolische Kognition

Wie wir oben ausgeführt haben, war die frühe Kognitive Psychologie sehr stark orientiert an der Vorstellung, dass die Kategorien der Außenwelt intern symbolisch repräsentiert sind. Man könnte auch sagen: Kognitive Theorien gehen häufig von der Annahme aus, dass die „Datenstruktur“ des Gedächtnisses ein „lesbares Format“ hat. Diese Vermutung ist aber nicht zwingend. Letztlich lässt sich die Computermetapher (siehe oben) auf die voraussetzungsärmere Formulierung bringen, dass Eingabe und aktueller Zustand des Systems zu einem neuen Zustand und einer Ausgabe führen. Dass Eingabe und Zustand in einem *simply* Abbildungsverhältnis stehen (vgl. oben: Sie lesen *Winter* und das Symbol *WINTER* wird im Gedächtnis aktiviert), ist dabei nicht gesagt.

Symbolischen Modellen wurde gern mit der Kritik begegnet, dass zum einen unklar bleibt, wie symbolische Repräsentationen entstehen. Zum anderen ist der erkenntnistheoretische Status unklar; dies kann mit dem „Chinesischen Zimmer“-Argument des Philosophen John Searle zumindest angedeutet werden (vgl. den Kasten *Das Chinesische Zimmer*).

Das Chinesische Zimmer

Wie schon das „frame“-Problem ist auch das Argument des Chinesischen Zimmers zunächst ein Problem der Künstliche-Intelligenz-Forschung (vgl. Searle, 1980), aber damit auch eines der Kognitiven Psychologie. Stellen Sie sich vor, Sie sitzen in einem Raum. Unter der Tür werden Ihnen Zettel mit Texten in chinesischer Sprache durchgeschoben. Sie haben keine Kenntnis der chinesischen Sprache, aber der Raum enthält gedruckte Regelwerke, die Ihnen genaue Anweisungen geben, wie sie die chinesischen Symbole umwandeln müssen, um zu einem sinnvollen deutschen Text zu gelangen. Diesen schreiben Sie auf und schieben den Antwortzettel unter der Tür zurück. In welchem Sinne sind die Beobachter des Geschehens außerhalb des Raumes dazu berechtigt zu sagen: „Was immer in diesem Raum stecken mag – es *versteht* Chinesisch!“ Searle bezweifelt, dass man *verstehen* hier in dem Sinne anwenden kann, wie wir das berechtigterweise tun würden, wenn jemand Chinesisch als Fremdsprache gelernt hat und möglicherweise sogar einige Zeit in China verbracht hat.

In der Tat kamen etwa ab Mitte der achtziger Jahre des 20. Jahrhunderts die so genannten „parallel verteilten“ Modelle auf (manchmal auch konnektionistische Modelle oder neuronale Netzwerke genannt), bei denen die Sache etwas komplizierter ist. Wir werden darauf im Kapitel 2 näher eingehen.

Kritik an den symbolischen Ansätzen, die stärkere Hinwendung zu Fragen der Wahrnehmungs- und Handlungsintegration, sowie eine deutlichere Orientierung an der biologischen Basis beim Verständnis unserer psychischen Prozesse führte auch zu einer neueren Strömung in der Kognitiven Psychologie, die die Basis auch von abstrakten Kategorien in den konkreten Wahrnehmungs- und Handlungserfahrungen sieht, die wir mit den Exemplaren dieser Kategorien gemacht haben (sog. *Embodiment*-Ansatz vgl. z. B. Barsalou, 2008; De Vega, Glenberg, & Graesser, 2008; vgl. auch Kapitel 5).

Integration neurowissenschaftlicher Erkenntnisse

Die möglicherweise wichtigste, aber sicherlich die auffälligste Wandlung der Kognitiven Psychologie ist ihre mittlerweile starke Orientierung in Richtung Neurowissenschaft. Ein Begriff, der in diesem Zusammenhang häufig fällt, ist derjenige der *Cognitive Neuroscience*. Neurowissenschaftliche Forschung und Kognitive Psychologie stehen in einem fruchtbaren Ergänzungsverhältnis. Moderne Kognitive Psychologie ist nicht mehr ohne neurowissenschaftliche Methodik zu denken; neurowissenschaftliche Forschung benötigt das Fundament der Kognitiven Psychologie.

Welche Bedeutung haben hirnpfysiologische Untersuchungen für die Kognitive Psychologie? Wir hatten weiter oben schon darauf hingewiesen, dass die traditionelle Kognitive Psychologie durchaus mit der Auffassung einhergehen konnte: Keine. Zugespitzt: Das Gehirn ist die Hardware, die die „geistigen Programme“ ablaufen lässt; Theorien der Kognitiven Psychologie sind in diesem Sinne die Programme, deren Struktur es herauszufinden gilt. Dies wäre aus heutiger Sicht aus mehrerlei Gründen kurzsichtig, auch wenn man prinzipiell diese Auffassung wohl aufrechterhalten könnte.

Zum einen wäre es kurzsichtig, weil die Kognitive Psychologie auf neue und interessante Variablen zur Testung ihrer Theorien verzichten würde. In der Frühphase der Kognitiven Psychologie waren Methoden zur Untersuchung des Gehirns nicht sehr weit entwickelt. Die Frage, *wie* ein bestimmtes funktionales Modul im Gehirn realisiert ist, konnte also gar nicht zufriedenstellend beantwortet werden. Es waren dann technische Entwicklungen, die hier neue Möglichkeiten boten. Inzwischen gibt es eine Vielzahl von Methoden, die mit verschiedener räumlicher und zeitlicher Auflösung Gehirnprozesse messbar machen. Wir werden in Kapitel 2.3 darauf eingehen. Häufig machen Theorien der Kognitiven Psychologie Aussagen über zeitliche Verläufe. EEG-Messungen (vgl. Kap. 2.3) können hier zum Beispiel sehr wichtige Informationen liefern. Unter dieser Perspektive wird die Kognitive Psychologie um neue Möglichkeiten des Testes ihrer Theorien bereichert.

Zum anderen leidet die Auffassung der Trennung von geistiger Software und Gehirn-Hardware unter dem Manko, das es zwar richtig ist, dass ein Universalcomputer alles berechnen kann, was sich berechnen lässt, dabei aber offen bleibt, in welcher Zeit er die jeweilige Aufgabe löst. Insbesondere nach dem Wandel der Kognitiven Psychologie vom „Erkennen“ zum „Handeln“ als Hauptthema ist der zeitliche Aspekt der Prozesse in den Vordergrund gerückt. Wenn deutlich ist, dass bestimmte komplexe Wahrnehmungs- und Denkprozesse sehr schnell ablaufen, gleichzeitig aber klar ist, dass neuronale Prozesse um Größenordnungen langsamer sind als die Prozessoren moderner Compu-

ter, dann verlagert sich das Interesse fast zwangsläufig in Richtung der physischen Realisierung kognitiver Prozesse.

Drittens führen neurokognitive Erkenntnisse zur Erweiterung und Reformulierung kognitionspsychologischer Überlegungen. Wenn sich in hirnelementarphysiologischen Untersuchungen herausstellt, dass bestimmte Phänomene mit qualitativ sehr genau zu unterscheidenden Mustern in der Hirnaktivität verbunden sind, liegt es nahe, auch auf kognitionspsychologischer Ebene qualitativ andere Prozesse oder die Beteiligung verschiedener Strukturen anzunehmen. Genau umschriebene Hirnschädigungen, die mit präzise beschreibbaren kognitiven Ausfällen einhergehen, liefern Hinweise auf die physischen Module, deren Funktionieren bestimmten psychischen Phänomenbereichen zu Grunde liegt. Es wäre töricht, diese Hinweise beim Konzipieren von kognitionspsychologischen Theorien zu ignorieren.

Heute gibt es also ein fruchtbares Hand-in-Hand-Gehen von Kognitiver Psychologie und Neurowissenschaft. So notwendig die ordnende Strukturierung durch funktionale, zunächst von der physischen Realisierung abstrahierende Theoriebildung ist, so wichtig ist das ständige Rückversichern, wie denn diese abstrakt formulierten Module und Prozesse neuronal realisiert sein können.



Weiterführende Literatur

Eine gut lesbare Einführung in die Geschichte der Kognitiven Psychologie findet sich bei Gardner (1989). Ein aktuelles, umfassendes Lehrbuch zur Kognitiven Psychologie ist das Buch von Eysenck und Keane (2010).

2

Wie funktioniert Kognitive Psychologie?

Kognitive Psychologie ist durch die Art ihrer Theorien und durch ihr methodisches Vorgehen gekennzeichnet. Daher drängt es sich pragmatisch auf, dieses Kapitel in zwei große Abschnitte zu teilen, die sich diesen beiden Themen widmen. Allerdings sind Methoden und Theorien in einer charakteristischen Weise miteinander „verbandelt“, dass es uns angeraten schien, zunächst mit einem Beispiel zu beginnen.

2.1 Ein Beispiel: Semantisches Priming und der Begriff des Paradigmas

Stellen Sie sich vor, Sie sitzen vor einem Computerbildschirm und Ihnen wird – Durchgang für Durchgang – entweder ein gängiges Wort der deutschen Sprache (z. B. *Banane*) oder eine wortähnliche, aber sinnlose Buchstabenkette (z. B. *Banake*) in der Mitte des Bildschirms dargeboten (vgl. *Abbildung 2*).

Ihre Aufgabe ist es, so schnell wie möglich, aber ohne viele Fehler zu machen, per Tastendruck zu entscheiden, ob es sich um ein Wort oder ein Nicht-Wort handelt. Kurz vor jedem Stimulus wird ganz kurz (zum Beispiel für 100 Millisekunden) ein anderes Wort an derselben Stelle eingeblendet. Variiert wird bei dieser Anordnung, ob dieser sogenannte *Prime* in inhaltlicher Beziehung zu dem Zielreiz steht oder nicht. Zum Beispiel könnte dem *Stuhl* das Wort *Tisch* oder aber das Wort *Auto* vorangehen. Führt man dieses Experiment durch (mit 100 bis 200 Durchgängen), so wird man feststellen, dass die Versuchsteilnehmer im Mittel ein wenig schneller sind, wenn dem Zielwort ein inhaltlich verbundenes Primewort vorangeht, im Vergleich zu einer Bedingung, in welcher dem Zielwort ein inhaltlich nicht verbundenes Primewort vorangeht. Es handelt sich dabei im Durchschnitt um subjektiv kaum merkbare 20 bis 30 Millisekunden. Dieser Befund wird in der Regel als Evidenz dafür gewertet, dass unser *semantisches Gedächtnis*, also das Gedächtnis für Wissen im weitesten Sinne, so aufgebaut sein muss, dass allein die Präsen-

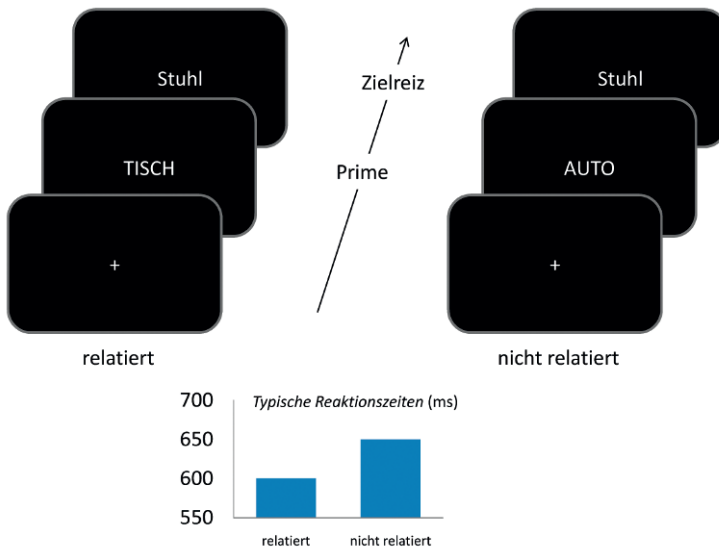


Abbildung 2 Ablaufdiagramm des semantischen Primings (vgl. z. B. McNamara, 2005)

tation eines Begriffs inhaltliche benachbarte Begriffe zugänglicher (das heißt: leichter abrufbar) und damit schneller verarbeitbar macht.

Man kann innerhalb dieser Grundanordnung eine Reihe weiterer Variationen unterbringen. Um nur einige zu nennen: Man kann die Zeit zwischen dem Beginn des Primes und dem Beginn des *Targets* variieren, um festzustellen, wie die zeitliche Charakteristik des Effektes ist. Man kann die Primedauer verkürzen und ihn gar mit einer sinnlosen Folge von Konsonanten überschreiben lassen (ihn „maskieren“), um zu sehen, ob auch bei unbewusstem Darbieten der Effekt eintritt. Man kann das *Target* in schwer verarbeitbarer Form (z. B. %S%t%u%h%l%) darbieten, um zu sehen, ob die Verarbeitung dann mehr von dem Prime profitiert. Eine solche Grundanordnung nennt man auch *Experimentalparadigma* oder kurz *Paradigma*. Wir werden auf diesen Begriff im Kapitel 2.3 näher eingehen.

Im nächsten Schritt kann man sich dann fragen, wie eine Theorie des Gedächtnisses im Detail aussehen muss, um eine derartige Prozess-Charakteristik zu zeigen. Immer noch sehr beliebt (wenngleich inzwischen etwas „angestaubt“) ist der Gedanke, sich begriffliches Wissen in einem Netzwerk

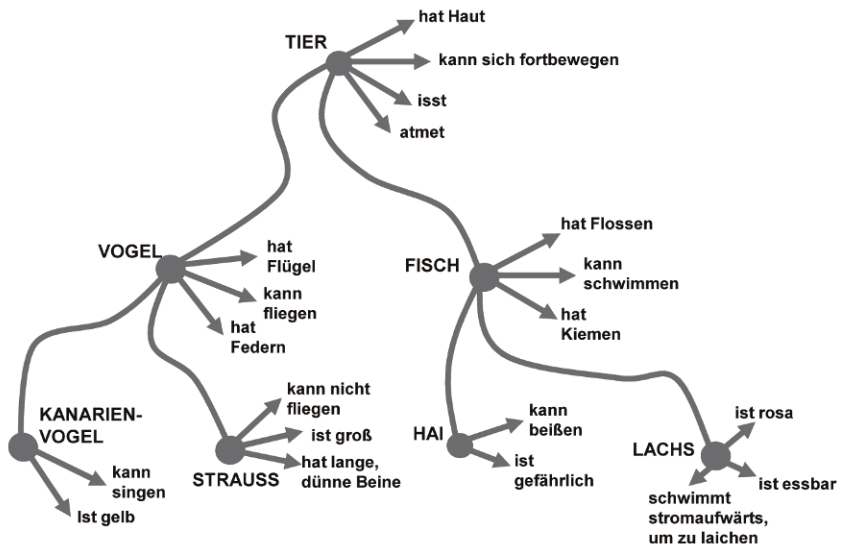


Abbildung 3 Das semantische Netzwerk von Collins und Quillian (1969, S. 241)

repräsentiert vorzustellen, bei dem Begriffe intern über sprachähnliche Symbole repräsentiert sind, die miteinander vernetzt sind (*Semantisches Netzwerk*; Collins & Quillian, 1969; vgl. Abbildung 3).

Begriffe können mehr oder weniger aktiviert sein; dies ist in der Theorie ein direktes Pendant der *Zugänglichkeit* (d. h. der Leichtigkeit des Abrufes; *accessibility*) dieses Begriffes. Wird ein Begriff verarbeitet (z. B. ein *Prime*), aktiviert er seine interne Repräsentation; die dadurch erhöhte Aktivität breitet sich zu den direkt damit verbundenen Begriffen (z. B. ein *Target*) aus, so dass diese leichter zugänglich werden. „Aktivation“ und „Aktivationsausbreitung“ sind hierbei nicht als physikalische (physiologische) Begriffe zu interpretieren. Sie sind als abstrakte Begriffe in einem funktionalen Geschehen zu interpretieren. (Wenn Ihnen das zu abstrakt formuliert ist, ersetzen Sie den letzten Satz durch: Sie sind in Prozesse eines Computerprogramms übersetzbar.)

2.2 Welcher Art sind die Theorien der Kognitiven Psychologie?

Beginnen wir dieses nicht ganz einfache Kapitel mit einer Fortsetzung der Diskussion des semantischen Netzwerks aus dem vorangegangenen Unterkapitel. Nicht, dass diese Theorie besonders zentral wäre, aber an ihr lassen sich manche Eigenarten von Theorien der Kognitiven Psychologie gut erläutern, ihr Erklärungswert und ihre Erklärungsreichweite bestimmen. Zudem kann man von diesem Beispiel ausgehend andere Typen von Theorien einführen. Um etwas Übersicht in die vielfältige Landschaft der Theorien zu bringen, möchten wir hier zwischen Theorien kleiner, mittlerer und großer Reichweite unterscheiden. Während Theorien mittlerer Reichweite eine mehr-oder-weniger umfangreiche auch alltagssprachlich formulierbare Frage zu beantworten suchen („Wie ist räumliche Aufmerksamkeit gesteuert?“; „Wie ist das semantische Gedächtnis strukturiert?“), fokussieren Theorien kleiner Reichweite auf die Erklärung eines experimentellen Befundes. Sie sind sozusagen nur vor dem Hintergrund eines Experimentalparadigmas verständlich. Darüber hinaus gibt es einige wenige Versuche, Theorien über das Gesamt unseres kognitiven Apparates zu formulieren, die möglichst viele Einzelphänomene integrieren (Theorien großer Reichweite). Wir möchten hier mit den Theorien mittlerer Reichweite beginnen, da sie im Zentrum der Kognitiven Psychologie stehen und sich die beiden anderen Theorietypen von dort aus besser beschreiben lassen.

Theorien mittlerer Reichweite: Funktionsorientierte Theorien

Die Theorie semantischer Netzwerke ist ein typischer Vertreter von Theorien mit mittlerem Umfang: Es wird ein Aspekt, ein Phänomen oder eine Fragestellung in den Fokus gerückt und ein „So-könnte-es-sein“-Vorschlag gemacht. Sie kümmert sich nicht um das Vorher („Welche Wahrnehmungsprozesse führen zur Aktivierung des Begriffes?“) und Nachher („Wie wird ein aktivierter Begriff weiter verarbeitet?“). Es bleibt also vieles offen, inklusive der Frage, wie eine solche Struktur entsteht. Man kann es daher auch angemessen finden, von einer *Metapher* zu sprechen. Hat dann eine solche Theorie überhaupt einen Wert? Durchaus. Dies soll an zwei Beispielen deutlich gemacht werden: Erstens, falls man versucht, ein semantisches Netzwerk als Computerprogramm zu realisieren, merkt man sehr schnell, dass man sehr präzise Annahmen über den Prozess der Aktivationsausbreitung benötigt. Zum Beispiel muss die Aktivität, die von einem Begriff zum nächsten übergeht, davon abhängen, mit wie vielen Begriffen der „Start“-Begriff zusammenhängt. Führt man nicht eine solche Begrenzung ein, so wird schnell das ganze Netz lawi-

nenartig aktiviert. Diese Annahme führt aber zu einer testbaren Hypothese: Semantisches Priming sollte umso geringer ausfallen, mit je mehr Begriffen der Prime-Begriff zusammenhängt. Dafür gibt es Hinweise (Anderson, 1974). Zweitens, wenn die Netzwerkmetapher angemessen ist, sollte „mediertes“ Priming feststellbar sein. Zum Beispiel sollte *Löwe* den Begriff *Streifen* zugänglicher machen, da es die Verbindungen erster Ordnung *Löwe-Tiger* und *Tiger-Streifen* gibt und Aktivierung von *Löwe* über *Tiger* zu *Streifen* gehen sollte. Auch dafür gibt es Hinweise (zum Überblick McNamara, 2005). Immerhin führte also die einfache Metapher zu testbaren Vorhersagen und erweiterte damit den Bestand der Phänomene, die jedwedes Gedächtnismodell erklären können muss.

Die Theorie des semantischen Netzwerkes ist in manchen ihrer Variationen (z. B. Anderson, 1983) formalisiert, das heißt, sie kann als Computerprogramm realisiert werden, um das Verhalten und die Widerspruchsfreiheit zu simulieren. Das trifft allerdings nicht auf alle Theorien der Kognitiven Psychologie zu.

Theorien mittleren Umfangs haben häufig den Charakter einer Zergliederung eines bestimmten Bereichs in Teilfunktionen und -module. An der Oberfläche bestehen diese Theorien aus beschrifteten Kästchen mit Pfeilen dazwischen und wirken dadurch zunächst häufig etwas trivial. Vielleicht das berühmteste dieser Kästchenmodelle in der Kognitiven Psychologie ist das Arbeitsgedächtnismodell von Baddeley (1986). Es soll kurz erläutert werden, um dann aufzuzeigen, worin der Gewinn solcher Theorien liegen kann.

Zunächst zum Begriff des „Arbeitsgedächtnisses“. Ihm nähert man sich am besten an, indem wir Sie bitten, im Kopf die Multiplikation 23×14 auszuführen. Da passiert eine ganze Menge: Sie müssen die beiden Zahlen kurzfristig behalten; sie müssen den Auftrag zu multiplizieren bewahren; sie müssen Zwischenergebnisse festhalten; sie müssen festhalten, an welcher Stelle des komplexen Ablaufs Sie gerade sind. Postuliert man ein Modul, in dem diese Vorgänge stattfinden, so nennt man es Arbeitsgedächtnis.

In der aktuellen Version der Arbeitsgedächtnistheorie von Baddeley gibt es vier Kästchen (Baddeley, 2003); es reicht aber für diese übergeordneten Betrachtungen, es in seiner Drei-Kästchen-Version zu skizzieren. Auch hier gilt wieder, dass die Theorie nicht deswegen skizziert wird, weil sie wichtiger oder gar „wahrer“ ist als andere, sondern weil sich an ihr gut Allgemeineres erläutern lässt. (In der Tat ist das Modell von Baddeley keineswegs unumstritten oder gar die einzige Arbeitsgedächtnistheorie; vgl. Kapitel 3.3.) Es handelt sich bei den drei Modulen um die so genannte *Zentrale Exekutive*, einer Steuerungseinheit, die zwei Hilffssysteme kontrolliert: den *visuell-räumlichen*

Notizblock und die *phonologische Schleife*. Diese beiden Hilfssysteme können kurzfristig Informationen speichern, der *visuell-räumliche Notizblock* visuelle Informationen, die *phonologische Schleife* sprachliche Informationen in einem Format gesprochener Sprache (phonologisches Format).

Worin liegt nun der Erkenntnisgewinn? Zunächst können Probleme nach dem Prinzip „Teile und herrsche“ unter Umständen dadurch gelöst werden, dass man sich zunächst Teilproblemen (also hier: den Details eines Teilmoduls) zuwendet. Zum Beispiel ist viel Aktivität in die Erforschung der phonologischen Schleife geflossen. Die phonologische Schleife besteht zum einen aus einem Speicher, der akustische, insbesondere sprachliche Informationen sehr kurz bewahrt (etwa zwei Sekunden) und einem artikulatorischen Kontrollprozess, der zwei Funktionen hat: Zum einen dient er dazu, die Informationen, die im Speicher sind, in Form eines „inneren Nachsprechens“ (*subvocal rehearsal*) aufrechtzuerhalten. Zum anderen wird er genutzt, um visuell präsentierte sprachliche Information in ein phonologisches Format und damit in den Speicher zu überführen. Diese wenigen Annahmen führen zu testbaren Hypothesen. Zum Beispiel wird vorhergesagt, dass die zeitliche Länge von sprachlichen Informationen bestimmt, wie viel wir kurzfristig behalten können. Lasse ich Sie fünf beliebige, inhaltlich nicht zusammenhängende Wörter lesen und bitte Sie, diese sofort wiederzugeben, so wird ihre Leistung im Fall der Liste *Pfeil, Tisch, Weg, Lampe, Korn* besser sein als im Fall der Liste *Balkon, Schaufel, Telefon, Strauch, Speicher*, weil die Wörter der ersten Liste weniger Buchstaben haben und damit in ihrer Aussprechdauer kürzer sind. Die phonologische Schleife ist zeitlich begrenzt und der artikulatorische Kontrollprozess kommt mit dem Aufrechterhalten durch das stumme Nachsprechen bei der Liste der längeren Wörter nicht nach. Dies mag wenig spektakulär erscheinen. Allerdings gibt es Hinweise auf individuelle Unterschiede in der Kapazität der phonologischen Schleife, die durchaus Bedeutung über die Grundlagenforschung hinaus haben. Diese Kapazität lässt sich zum Beispiel dadurch messen, dass aussprechbare Nicht-Wörter vorgegeben und sofort wiedergegeben werden sollen. Nicht-Wörter (z. B. *harambu*) werden genutzt, da es ausschließlich um die Fähigkeit gehen soll, phonologische Informationen kurzfristig zu behalten. Die Anzahl wiedergegebener Nicht-Wörter variiert von Person zu Person. Es gibt Studien, die zeigen, dass im Kindesalter dieses Maß den Erfolg beim Erwerb einer Fremdsprache in gewissem Maße vorherzusagen kann (Baddeley, Gathercole & Papagno, 1998).

Die Zergliederung in Module muss natürlich auch empirisch Unterstützung erfahren. Postulierung von Teilmodulen heißt auch immer, dass wir zeigen müssen, dass diese Module unabhängig voneinander arbeiten können.

Die Arbeitsgruppe um Baddeley hat dies mit dem so genannten Doppelaufgaben-Paradigma gezeigt. Hierbei müssen die Teilnehmer eine Hauptaufgabe lösen, während sie gleichzeitig eine möglichst einfache Nebenaufgabe bearbeiten müssen. Die Nebenaufgabe sollte dabei plausiblerweise lediglich eines der Module belasten. Dies führt zu solch putzigen Instruktionen an Teilnehmer, fortlaufend „see – saw“ vor sich hinzusagen, da man innerhalb der Baddeleyschen Theorie annehmen kann, dass dies den artikulatorischen Kontrollprozess in Beschlag nimmt, so dass die Nutzung der phonologischen Schleife weitgehend für das Bearbeiten der Hauptaufgabe unterbunden ist. Das Pendant zur Störung des visuell-räumlichen Notizblockes ist zum Beispiel das Drücken von kreisförmig angeordneten Tasten im Uhrzeigersinn. Das Gemeinsame dieser Nebenaufgaben ist, dass sie sehr einfach und gleichzeitig sehr spezifisch sind. Wird eine Hauptaufgabe mehr durch das parallele Drücken der Tasten als durch das „see – saw“-Sagen gestört, kann man dies nicht auf die unterschiedliche Schwierigkeit der Nebenaufgaben, sondern nur auf ihre spezifische Anforderung zurückführen.

Die Arbeitsgruppe um Baddeley hat dieses Untersuchungsprinzip in einer Reihe von Experimenten mit Schachspielern genutzt (z. B. Baddeley, 1992). Warum Schachspielen? Nun, Schachspielen dient hier als Musterfall für eine komplexe geistige Leistung, die aber gleichzeitig so strukturiert und regelhaft ist, dass man sinnvolle Experimente planen kann. So kann man sich leicht vorstellen, dass sich Experten bei einer gegebenen Schachkonstellation einig darüber sind, als wie gut oder schlecht bestimmte Folgezüge zu bewerten sind. Nun kann man Schachspieler mit den verschiedenen Konstellationen konfrontieren und sie bitten, sich für den nächsten Zug zu entscheiden. Wird die Güte dieses Zuges davon abhängen, ob die Schachspieler parallel zu ihrer Überlegung Tasten im Uhrzeigersinn drücken oder „see – saw“ vor sich hin zu murmeln? Das Ergebnis war sehr klar: „see – saw“ murmeln störte im Vergleich zur Kontrollbedingung ohne Nebenaufgabe überhaupt nicht; sprachliche Kodierungen der Schachsituation scheinen somit keine große Rolle zu spielen. Die sehr einfache, aber visuell-räumliche Verarbeitungsprozesse bedingende Aufgabe des Tastendrückens störte dagegen genauso wie eine komplexe Nebenaufgabe, die die *Zentrale Exekutive* zusätzlich belastete. Das Ergebnis wurde also so gedeutet, dass das Hilffssystem des visuell-räumlichen Notizblocks in hohem Maße bei der Bearbeitung der Schachprobleme benötigt wurde.

Es sollte bei dieser Betrachtung deutlich geworden sein, dass funktionsorientierte Theorien einen bestimmten abgrenzbaren Bereich herausgreifen, ihn begrifflich „sezieren“, um dann zu angemessenen experimentellen Über-

prüfungen zu gelangen, die durch die Theorie diktiert werden. So ist die Theorie semantischer Netzwerke stark am Paradigma des semantischen Primings orientiert und die Arbeitsgedächtnistheorie von Baddeley an Kurzzeitgedächtnistests und dem Doppelaufgaben-Paradigma.

Theorien kleiner Reichweite: Paradigmenorientierte Theorien

Wir haben gerade noch einmal daran erinnert, dass die Theorie des semantischen Netzwerkes eng mit dem Paradigma des semantischen Primings verbunden ist. Wir haben auch kennen gelernt, dass der semantische Primingeffect im Idealfall unwillkürliche, quasi automatische Zugänglichkeitserhöhungen eines Begriffes durch die voraus laufende Präsentation eines anderen Begriffes reflektiert. Nun ist es aber so, dass der Kognitive Psychologe wie jeder gute Wissenschaftler unter anderem von der Frage angetrieben ist: „Könnte es auch anders sein?“ Dies führt mitunter zu Theorien, die sehr viel stärker auf die Erklärung des beobachtbaren Effektes fokussiert ist („Wie kann man erklären, dass die mittlere Reaktionszeit bei der Wortentscheidungsaufgabe kürzer ist, wenn ein inhaltlich benachbartes Wort vorangeht?“) als auf die Erklärung der übergeordneten Frage („Wie muss das semantische Gedächtnis aufgebaut sein, damit ein Primingeffect erklärt werden kann?“). Das muss näher erläutert werden.

Erinnern Sie sich an den Grundaufbau des Primingeffectes (vgl. Kap. 2.1): Zum einen werden den Versuchsteilnehmern Wörter präsentiert, denen in der Hälfte der Fälle ein assoziiertes Wort vorangeht, in der anderen Fälle ein nicht assoziiertes Wort. Zum anderen werden Nicht-Wörter präsentiert. Damit die Aufgabe Wörter von Nicht-Wörtern zu unterscheiden, nicht zu einfach wird, nimmt man hierzu in der Regel Wörter, die leicht verändert werden (*Banake*). Selbstverständlich gehen den Nicht-Wörtern auch Prime-Wörter voran; sonst könnten die Teilnehmer schon an der An- oder Abwesenheit des Primes erkennen, welche Taste sie drücken müssten. Nun ist es aber in frühen Untersuchungen so gewesen, dass zwischen dem Prime und dem nachfolgenden Nicht-Wort (besser: dem Wort das dem Nicht-Wort zu Grunde lag) niemals eine inhaltliche Beziehung bestand: Der *Banake* ging nicht *Affe* voran. Menschen sind gut darin, Regelmäßigkeiten in der Welt festzustellen. Man kann also argumentieren, dass Versuchsteilnehmer die Regelmäßigkeit bemerken, dass in einigen Fällen assoziative Beziehungen zwischen Prime und Target bestehen und das dies nur in Durchgängen gilt, in denen die „Wort!“-Taste zu drücken ist. Das führt möglicherweise zu folgendem Prozess: Sowohl *Banane* als auch *Banake* aktivieren die interne Repräsentation von BANANE. Wollte die Person sich also – weil sie schnell reagieren will – allein auf einen aller-

ersten Vertrautheitseindruck verlassen, könnte sie nicht gut zwischen Wort und Nicht-Wort entscheiden. Sie muss jetzt jedwede Zusatzinformation nutzen, um zur richtigen Entscheidung zu gelangen. Im Regelfall wird sie die Entscheidung so lange hinauszögern, bis sich entweder eine klare Stimmigkeit zwischen Reiz (*Banane*) und interner Repräsentation (zum Begriff BANANE gehört die Wortform *Banane*) oder Unstimmigkeit (bei *Banake*) ergeben hat. In dem Fall aber, dass *Affe* als Prime vorangeht, kann unser Versuchsteilnehmer den Eindruck der assoziativen Passung direkt in eine „Wort!“-Reaktion umsetzen, da er weiß, dass diese Passung nur bei Wort-Targets vorkommt. Teilnehmer werden also dazu neigen, durch einen schnellen Abgleich „Gibt es eine Beziehung des Targets zum Prime?“ zu einer etwas beschleunigten „Wort!“-Reaktion zu gelangen (Neely, Keefe & Ross, 1989).

Schaut man in die Fachzeitschriften, so wird ein guter Teil der dort veröffentlichten Artikel den Charakter der Prüfung paradigmensorientierter Theorien haben. Dies macht auf den Außenstehenden häufig den Eindruck, dass diese Art von Psychologie nur noch „in ihrem eigenen Saft kocht“: Experimentaleffekte, die es ohne die Kognitive Psychologie gar nicht gäbe, werden durch Marginalien des Experimentalaufbaus erklärt. Diese Kritik könnte man nachvollziehen, falls die gesamte Forschungsarbeit der Kognitiven Psychologie diesen Charakter hätte. Das ist aber nicht der Fall. Es gibt ein gutes Zusammenspiel zwischen Forschungen, die auf die übergreifenden Fragen gerichtet ist, und Forschungen, in denen – um es mit einer Alltagsmetapher zu sagen: – „das Kleingeld gezahlt wird“, also akribisch überprüft wird, ob sich bestimmte Annahmen, die häufig implizit bei der Etablierung eines Paradigmas gemacht werden, halten lassen. Ohne paradigmensorientierte Theorien würde man mitunter nicht bemerken, dass ganze Theoriegebäude auf Sand gebaut sind. Wissenschaftlicher Fortschritt gleicht dem Bohren dicker Bretter und das Hinterfragen auch liebgewonnener Annahmen ist das tägliche Geschäft.

Theorien großer Reichweite: Kognitive Architekturen

Theorien mittlerer und kleiner Reichweite stellen sicherlich das Gros der Theorien in der Kognitiven Psychologie. Gleichwohl gibt es einige wenige Versuche, schon jetzt ein Gesamtbild des „Kognitiven Apparates“ zu zeichnen, also eine Theorie zu konstruieren, die im Prinzip gestattet, für alle Phänomenbereiche Vorhersagen zu machen.

Der bekannteste Ansatz ist sicherlich die *adaptive control of thought*-Theorie von John R. Anderson, deren Anfänge in den Siebziger-Jahren des 20. Jahrhunderts liegt und die seitdem kontinuierlich weiterentwickelt wurde. Die

derzeitige Fassung ist die ACT-R-Theorie (Anderson et al., 2004). Es liegen Arbeiten zu allen wesentlichen Bereichen der Kognitiven Psychologie (Wahrnehmung, Aufmerksamkeit, Lernen, Gedächtnis, Problemlösen, Entscheiden, Sprache) vor.

ACT-R wird von den Autoren als „Kognitive Architektur“ bezeichnet. Gemeint ist damit, dass eine Grundstruktur aus Modulen vorgeschlagen wird, die ausreichen sollen, das Gesamt an Kognitiven Prozessen zu modellieren. Das System ist so flexibel, dass Modelle für spezifische Phänomenbereiche (also in unserer Terminologie „Theorien mittlerer Reichweite“) integriert werden können. Die Module sind zudem so formalisiert, dass die Prozesse innerhalb und zwischen den Modulen computersimuliert werden können. ACT-R eignet sich daher hervorragend, um diese wichtige Facette kognitionspsychologischer Theoriebildung zu diskutieren. Dies soll aber unter einer eigenen Überschrift geschehen.

Computersimulationen

Computersimulationen als „Werkzeug“ der Wissenschaft, das ist auch für den Laien eine nachvollziehbare Vorstellung. Wir werden jeden Abend im Wetterbericht damit konfrontiert, wenn gezeigt wird, wie sich zum Beispiel das Tiefdruckgebiet „Kunigunde“ von einem Tag zum nächsten weiterentwickeln wird. Sofern man für ein Phänomen so gute Theorien hat, dass sie formalisierbar sind, kann man ein entsprechendes Computerprogramm schreiben, setzt Anfangsparameter ein, um dann zu simulieren, wie sich das Geschehen fortentwickelt. Im Prinzip gilt dies auch für die Psychologie so. Insofern kann man die Frage stellen, warum wir Computersimulationen zu einem Thema machen. Nun, weil es letztlich für die Kognitive Psychologie doch ganz anders ist.

Falls der Leser auf die Internet-Seite zu ACT-R (www.act-r.com) geht und sich über diese „Kognitive Architektur“ informiert, wird er auf folgenden Satz stoßen (hier in eigener Übersetzung): „ACT-R ist eine hybride kognitive Architektur. Die symbolische Struktur ist ein Produktionssystem; die subsymbolische Struktur ist repräsentiert durch eine Menge massiv paralleler Prozesse, die durch eine Reihe mathematischer Gleichungen zusammengefasst werden können.“ Wir vermuten, dass dieser Satz für den Laien äußerst unverständlich ist. Gleichwohl eignet er sich wie kein zweiter, um die *Besonderheit* von Computersimulationen in der Kognitiven Psychologie herauszustellen.

ACT-R ist eine hybride Architektur – offenbar integriert sie zwei sehr unterschiedliche Herangehensweisen, die mit *symbolisch* und *subsymbolisch* bezeichnet werden. Vielleicht erinnern Sie sich, dass wir in Kapitel 1.2 schon

auf diese Repräsentationsformen hingewiesen hatten. In der Tat verbirgt sich hinter diesen beiden Begriffen eine Kontroverse um die richtige Art, Kognitive Psychologie zu betreiben, die seit Mitte der Achtziger Jahre des 20. Jahrhunderts geführt wird (z. B. Smolensky, 1988). Nachdem es zwischenzeitlich eine durchaus „hitze“ Debatte war, scheint es zur Zeit ein Nebeneinander dieser beiden Grundtypen zu geben bis hin zu den Integrationsversuchen wie in ACT-R. Was verbirgt sich also dahinter?

Symbolische Modelle. Die zunächst dominierende Form von Computersimulationen waren die symbolischen Modelle: Theorien darüber, wie menschliches Wissen gespeichert und miteinander in Denkprozessen verknüpft wird, nehmen zum Beispiel häufig an, dass dieses Wissen in sprachähnlicher, also symbolischer Form repräsentiert ist. Um von den konkreten Spracheigenarten zu abstrahieren, werden so genannte *Propositionen* eingeführt. Der Satz „Napoleon verlor die Schlacht bei Waterloo gegen eine Allianz aus Briten, Niederländern und Preußen.“ drückt weitgehend dasselbe aus wie „Eine Allianz aus Preußen, Briten und Niederländern besiegte Napoleon bei Waterloo.“ Es ist plausibel anzunehmen, dass dieser Sachverhalt in einer von den konkreten Formulierungen abstrahierenden Form gespeichert ist, zum Beispiel: BESIEGEN (Allianz, Napoleon, Waterloo). BESIEGEN ist hier ein *Prädikat* mit drei *Argumenten*: Wer? Wen? Wo? Um den in den Alltagssprachlichen Sätzen ausgedrückten Sachverhalt vollständig zu repräsentieren, benötigen wir eine weitere Proposition: ALLIANZ (Briten, Niederländer, Preußen). „Napoleon“ und „Waterloo“ sind hier zunächst nur Symbole; weiteren Gehalt bekommen sie dadurch, dass andere Propositionen im Wissensspeicher existieren, die zum Beispiel festhalten, dass Napoleon Kaiser von Frankreich in der nachrevolutionären Epoche war oder dass Waterloo damals ein Dorf in der Nähe von Brüssel war. Die theoretische Vorstellung ist hier also, dass Wissen in einer symbolischen Form und miteinander verknüpfbar repräsentiert ist. Ein Symbol (z. B. die Buchstabenfolge N-a-p-o-l-e-o-n) ist der Schlüssel, um Verbindungen herzustellen.

Eine Menge von Propositionen ist statisch. Wie sieht die „Maschine“ aus, die die Informationen zu sinnvollen gedankenartigen Ketten zusammenfügt? Eine der prominentesten funktionalen Architekturen ist das sogenannte „Produktionssystem“; es ist auch der Kern von ACT-R (wie uns das Zitat oben bestätigt). Ein „Produktionssystem“ ist zunächst *eine* mögliche formale Vorstellung darüber, was ein Computer ist (also eine Maschine die alles bearbeiten kann, was sich durch die strikte Anwendung von Regeln überhaupt bearbeiten lässt). Anderson und andere Kognitive Psychologen haben darin ein sinnvolles Modell für menschliche Denkprozesse gesehen.

Das ACT-R-Produktionssystem hat im Wesentlichen einen Arbeitsspeicher, ein Gedächtnis für Abläufe (das *prozedurale Gedächtnis*) und ein Gedächtnis für Wissen (das *deklarative Gedächtnis*) sowie ein Modul des Musterabgleich (der *pattern matcher*). Das prozedurale Gedächtnis besteht aus einer Menge von *Wenn ... dann ...*-Regeln, der so genannten *Produktionenmenge*. Die *Wenn ... dann ...*-Regeln sind in einer formalen, symbolischen Sprache abgespeichert. Der Musterabgleichprozess überprüft fortlaufend, ob der Inhalt des Arbeitsspeichers mit dem *Wenn*-Teil irgendeiner Regel übereinstimmt. Falls das der Fall ist, wird der *Dann*-Teil ausgeführt. Dies kann eine Antwort des Systems sein, aber auch einfach eine Änderung des Inhaltes des Arbeitsspeichers unter Einbezug des Wissensspeichers. Das heißt, dass nach dem Ausführen einer Produktion ein neuer Zustand des Systems etabliert wurde, so dass nun der *Wenn*-Teil einer anderen Produktion passt. Auf diese Weise lassen sich komplexe Abläufe simulieren.

Subsymbolische Modelle. Unabhängig von den verschiedenen Varianten dieser Modelle (vgl. z. B. Grossberg, 1987; Rumelhart, McClelland, & PDP-Research-Group, 1986), kann die Grundlogik etwa wie folgt skizziert werden (vgl. *Abbildung 4*). Im einfachsten Fall ist die interne Datenstruktur eine Reihe von Einzelementen, die jeweils nur *Aktivierungszustände* annehmen können. Diese Elemente sind hochgradig miteinander vernetzt. Jede Verbindung ist durch einen *Gewichtswert* gekennzeichnet, der positive oder negative Werte annehmen kann. Sie stehen für fördernde bzw. hemmende Verbindungen zwischen den Elementen. Diese Gewichte sind das Ergebnis vorheriger Lernerfahrungen. Der Lernprozess braucht hier nicht im Detail nachvollzogen werden; es gibt verschiedene Vorschläge hierzu und er ist in den Modellen spezifiziert. Zum Beispiel ist ein möglicher Lernprozess, dass das Gewicht für zwei Elemente einen positiven Wert annimmt, wenn sie in der Regel gleiche Zustände annehmen, aber negative Werte, wenn sie in der Regel entgegengesetzte Zustände annehmen. Eine Konsequenz dieses Lernprozesses ist, dass nur bestimmte Muster von Aktivitätszuständen der vielen Elemente möglich sind.

Die *Abbildung 4* veranschaulicht die Prinzipien an einem einfachen Beispiel. Die obere Reihe von Elementen nimmt ein bestimmtes Aktivitätsmuster an, wenn ein bestimmtes Wort (im Beispiel „Butter“) gesehen wird. Dies ist das Ergebnis von Wahrnehmungsprozessen, die wir für einen Moment außer Acht lassen wollen. Die untere Reihe von Elementen steht für die Ausgabe des Systems. Auch hier müssen wir mit ein wenig Fantasie arbeiten und zum Beispiel annehmen, dass durch weitere Module dieses Muster in die Produktion von Sprachlauten übersetzt wird. Vor dem Lernprozess wird das Verhalten

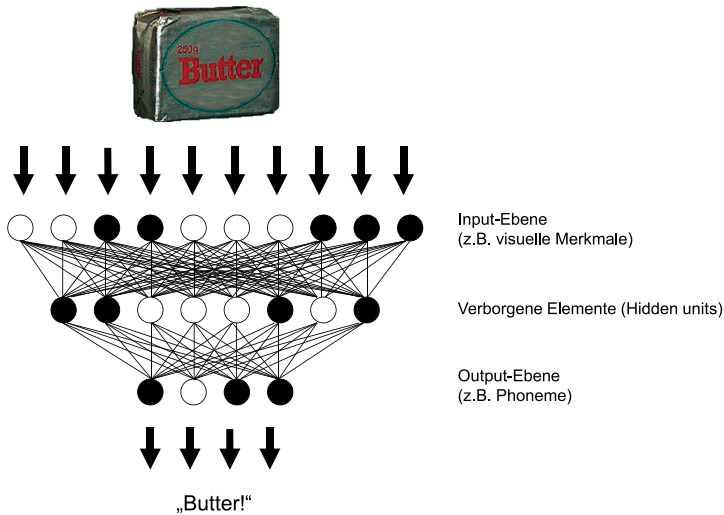


Abbildung 4 Ein „subsymbolisches“ („parallel-verteiltes“) Modell

dieses Systems „Kauderwelsch“ produzieren, da die Startwerte der Gewichte zufällig sind. Das System lernt aber aus der Diskrepanz zwischen der faktischen Ausgabe und der gewünschten Ausgabe und die Gewichte werden dementsprechend verändert. Am Ende wird dieses System viele Wörter „lesen“ können: Das heißt, wenn das Wort visuell präsentiert wird (lies: die Elemente der oberen Reihe werden auf ein ganz bestimmtes An/Aus-Muster eingestellt), wird das Wort akustisch ausgegeben (lies: die Elemente der unteren Reihe sind dann auf ein ganz bestimmtes An/Aus-Muster eingestellt): Die Festlegung der Eingabeeinheiten auf ein bestimmtes Muster plus der Struktur der Gewichte lässt nur noch *einen* Zustand der Ausgabeeinheiten zu. Wird ein anderes Wort präsentiert, ergibt sich aus dem Zusammenspiel des Musters der oberen Reihe mit den Gewichten des Systems ein anderer Ausgabezustand.

Was bedeutet nun die mittlere Reihe von Elementen? Zunächst: Ohne dass dies hier näher ausgeführt werden kann, muss man feststellen, dass das gerade beschriebene Lernen nur stattfinden kann, wenn es diese Zwischeneinheiten gibt (Rumelhart, McClelland et al., 1986). Und natürlich wird das An-/Aus-Muster dieser Einheiten ganz spezifisch bei jedem Wort sein. Aber es ist ein vollkommen willkürliches Muster, das zunächst einmal in keinem erkennbaren Abbildungsverhältnis zu dem Wort oder zu dem durch das Wort

benannten Objekt steht. Zudem ist das Muster immer nur zum Zeitpunkt der entsprechenden Eingabe vorhanden. Wie ist „Butter“ in dem System repräsentiert? Nur implizit in den Gewichten! (Daher kommt auch der Name „parallel-verteilt“.) Auf den ersten Blick stehen diese Modelle somit in einem Gegensatz zu den symbolischen Modellen. Dementsprechend gab es eine Weile eine durchaus heftige Diskussion über die richtige Art, Modelle in der Kognitiven Psychologie zu bilden (z. B. Smolensky, 1988).

Wie so häufig, wandelt sich eine derartige Debatte vom „entweder-oder“ zu einem „sowohl-als auch“. In der Tat findet man zur Zeit ein munteres Nebeneinander von Modellvorstellungen. Das mag gerade Laien etwas verwundern, da sie denken, nur jeweils eines könne richtig sein. Hier nur zwei Anmerkungen dazu. Wie war zu Beginn dieses Kapitels geschrieben haben, sind Theorien häufig auf einen schmalen Realitätsausschnitt begrenzt, etwa auf die Erklärung *eines* Phänomens. Da ist mal der eine, mal der andere Typus von Modellen besser geeignet. Zum anderen wird diese „hybride“ Herangehensweise dadurch erträglich, dass es durchaus plausible „Versöhnungsversuche“ gibt. Stellen wir uns doch einfach vor, dass unser parallel-verteilt System erweitert wird, so dass wir eine mittlere Ebene von Elementen haben, die immer dann ein bestimmtes Muster annehmen, wenn *in irgendeiner Form* auf Butter Bezug genommen wird: egal ob das Wort *Butter* gelesen oder gehört wird, ob man ein Päckchen Butter sieht oder ob jemand sagt „Ich habe mir ein Brot geschmiert“. Vielleicht ist es ja so, dass ein bestimmter Teil der Elemente genau das gleiche Muster annimmt, wenn von „Margarine“ die Rede ist, ein anderer, wann immer Milchprodukte erwähnt werden und ein dritter, wenn quaderförmige Objekte gezeigt werden. Dann könnte man sagen, das Gesamtmuster symbolisiert das inhaltliche Konzept „Butter“ und Teile des Gesamtsymbolisieren bestimmte Eigenschaften („Brotaufstrich“; „Milchprodukt“; „quaderförmig“).

Zum Abschluss dieses Teilkapitels können wir resümieren: Theorien der Kognitiven Psychologie sind stets daran orientiert, wie bestimmte Grundfunktionen des psychischen Geschehens sich aus dem Zusammenspiel bestimmter *Strukturen* und *Prozesse*, die auf diesen Strukturen „arbeiten“ erklären lassen. Beispiele für *Strukturen* waren das semantische Netzwerke, die Module des Arbeitsgedächtnis-Modells von Baddeley, das Produktionssystem bei Anderson oder die subsymbolische Modellierung. Ein sehr wichtiger Begriff hierbei ist der der *mental*en *Repräsentationen*: In welcher Form sind die Dinge der Außenwelt intern repräsentiert? Welche Rolle spielen dabei sprachlich-symbolische Formen? Und welche Rolle spielen wahrnehmungsnahe, zum Beispiel bildähnliche Formen? Stehen mentale Repräsentationen

in einem einfachen Abbildungsverhältnis zum Repräsentierten? Oder sind die Repräsentationen nur „implizit“ wie bei den subsymbolischen Modellen? Diese Fragen haben die Kognitive Psychologie seit jeher beschäftigt und werden wohl auch weiterhin im Zentrum dieser Disziplin stehen.

Beispiele für *Prozesse* waren die Aktivationsausbreitung (im semantischen Netzwerk), der artikulatorische Kontrollprozess (im Arbeitsgedächtnismodell) oder der (nicht näher erläuterte) Lernprozess im subsymbolischen Modell. Immer handelt es sich um Prozesse, die simulierbar sind, also in einem bestimmten Sinne nicht mehr rätselhaft sind. Der Begriff, der hierbei stets drohend im Hintergrund steht, ist der des *Homunculus*. Ein *Homunculus* ist ein kleines Wesen, das über eine vergleichbar komplexe Leistungsfähigkeit wie der Mensch verfügt. Wenn man kritisch gegenüber einer psychologischen Theorie sagt: „Da lauert aber ein Homunculus!“, so meint man, dass Strukturen und Prozesse in der Theorie postuliert werden, die derart komplex und unverstanden sind, dass man wieder den kompletten Menschen in seiner Leistungsfähigkeit dafür benötigt. Man merkt dies daran, dass Begriffe verwendet werden, die wir gemeinhin nur auf Menschen beziehen. Um ein besonders triviales Beispiel zu verwenden: Falls jemand sagt: „Die Außenwelt wird über die Augenlinse auf die Netzhaut projiziert; *diese Projektion wird dann vom Gehirn interpretiert.*“, so ist das mindestens sehr leichtfertiges Gerede; im Grunde ist es Blödsinn. Ein Gehirn besteht aus sehr vielen hochgradig vernetzten Neuronen; in diesem Neuronennetz laufen physiologische Prozesse ab. „Interpretieren“ gehört sicherlich nicht zu diesen Prozessen. Mit Homunculus-Theorien laufen wir zum einen Gefahr, einen unendlichen Regress aufzubauen (der Homunculus muss ja wieder erklärt werden); zum anderen werden Sprachebenen vermischt. Auf dieses Problem werden wir im Kapitel 7.1 noch mal eingehen. Natürlich muss man Folgendes bedenken. Wir haben bei unserer Diskussion von Theorien mittlerer Reichweite oder auch bei unserer Diskussion der subsymbolischen Modelle (siehe oben) darauf hingewiesen, dass Kognitive Psychologen (mindestens implizit) häufig argumentieren: „Stell Dir bitte vor, diese-oder-jene Funktion hätten wir schon verstanden; sie hat als Ergebnis diese Struktur; dann können wir den nächsten Schritt so verstehen ...“. Ein Beispiel: „Stell Dir vor, wir wüssten, wie ein symbolisches semantisches Netzwerk entsteht; jetzt können wir uns Prozesse des assoziativen Gedächtnisabrufs über den Prozess der Aktivationsausbreitung verständlich machen.“ Kritisch wird dies dann, wenn der nicht näher erklärte Prozess (also hier: die Entstehung des semantischen Netzwerks) so mysteriös bleibt, dass die anderen Wissenschaftler nicht bereit sind, diesen Kredit des „Das-werden-wir-später-lösen“ zu vergeben. Eine prominente Theorie, die

sich immer mal wieder der Homunculus-Kritik ausgesetzt sieht, ist die Baddeleysche Arbeitsgedächtnistheorie (siehe oben): Die Hilffsysteme – phonologische Schleife und visuell-räumlicher Notizblock – sind so simpel, dass wir uns eine Simulation vorstellen können; aber was heißt „Kontrolle“ durch die „zentrale Exekutive“?

2.3 Mit welchen Methoden arbeitet die Kognitive Psychologie?

Die Kognitive Psychologie nutzt im Prinzip das gesamte Repertoire an Methoden der Psychologie. Gleichwohl gibt es sehr prototypische Herangehensweisen und diese sollen in diesem Kapitel näher beschrieben werden.

Wir werden dabei drei große Abschnitte haben: Zunächst soll der prototypische *Aufbau* einer kognitionspsychologischen Studie beschrieben werden. Prototypisch heißt in diesem Fall: es wird experimentell gearbeitet. Ein wichtiger Begriff in diesem Zusammenhang ist der des experimentellen Paradigmas. Im zweiten Abschnitt werden prototypische *Indikatoren* für kognitive Prozesse vorgestellt. Es sollte hierbei deutlich werden, warum Kognitive Psychologen gern Reaktionszeiten, Blickbewegungen oder EEG messen. Im dritten Abschnitt gehen wir auf *neuro-kognitive Methoden* ein. Hier steht im Vordergrund, welche Rolle Ergebnisse über an kognitiven Prozessen beteiligte Hirnstrukturen spielen.

Der methodische Aufbau: Experiment und experimentelle Paradigmen

Kognitive Psychologen arbeiten, wo immer es geht, experimentell. (Da sich Leser darin unterscheiden mögen, ob ihnen der von der Alltagsverwendung abweichende Gebrauch des Wortes Experiment in der Wissenschaft schon geläufig ist, haben wir hierzu einen Kasten geschrieben.) Sie haben eine Vorliebe dafür, ihren Versuchsteilnehmern sehr einfache Aufgabenstellungen zu geben, bei denen einfache Leistungsindikatoren wie die Reaktionsschnelligkeit, Fehlerraten oder Gedächtnisleistungen in Abhängigkeit von einfachen Variationen der Stimulusvorgaben erhoben werden. Wir hatten mit dem semantischen Primingparadigma im Kapitel 2.1 schon eine solche typische experimentelle Anordnung kurz kennen gelernt.

Das psychologische Experiment

Experimentieren im wissenschaftlichen Sinn ist ein Vorgehen, welches nicht spezifisch psychologisch ist. Im Gegenteil ist das Grundprinzip des Experimentes ähnlich in allen empirisch arbeitenden Naturwissenschaften zu finden (d. h. methodisch betrachtet unterscheidet sich ein psychologisches Experiment nicht von einem Experiment in der Physik). Generell versucht man, das zu untersuchende Merkmal oder Konzept möglichst gut empirisch abzubilden (das ist gerade in der Psychologie nicht immer einfach; speziell in der Kognitiven Psychologie nimmt man an, dass man z. B. Gedächtniszugriffe gut über Reaktionszeiten messen kann, s. u.) – man nennt diese Messung auch *Abhängige Variable*. Man unterstellt nun, dass Veränderungen in der *Abhängigen Variable* durch eine gezielte Veränderung von bestimmten Bedingungen, die der Experimentator kontrolliert, hergestellt werden können; diese gezielte Manipulation wird *Unabhängige Variable* genannt. Leider ist es jedoch oft so, dass sowohl die *Abhängige* als auch die *Unabhängige Variable* sowie die Wirkung der *Unabhängigen Variable* auf die Abhängige durch weitere Variablen beeinflusst werden, die Störvariablen. Ein gelungenes Experiment zeichnet sich dadurch aus, dass die *Abhängige Variable* eine plausible, nachvollziehbare (d. h. inhaltlich sinnvolle) Messung des zu untersuchenden Konzeptes ist, dass man perfekte Kontrolle über die *Unabhängigen Variable* hat, dass tatsächlich Veränderungen in der *Abhängigen Variable* gemessen werden konnten, und letztlich dass diese Veränderungen eindeutig auf die Manipulation der *Unabhängigen Variable* zurückzuführen sind (d. h., der Einfluss von Störvariablen weitestgehend ausgeschlossen wurde).

Bei unserem Beispiel des semantischen Primings gibt es Durchgänge, bei denen dem Target-Wort (z. B. *Banane*) ein inhaltlich in Beziehung stehendes vorangeht (*Affe*) oder ein nicht in Beziehung stehendes (*Ofen*), d. h. wir manipulieren die *Unabhängige Variable* ‚semantische Beziehung‘. Die *Abhängige Variable* ist die Reaktionszeit; wir haben dabei die Hypothese, dass die Reaktionszeit auf Target-Worte ein Index für den Zugriff auf das Konzept dieses Wortes in unserem Gedächtnis ist. Darüber hinaus haben wir die Hypothese, dass ein Prime-Wort den Zugriff auf das folgende Target-Wort in Abhängigkeit der semantischen Beziehung beeinflusst. Wichtig ist dabei, dass der geplante Unterschied der einzige Unterschied zwischen den beiden Bedingungen ist und nicht

etwa weitere Störvariablen diesen Vergleich belasten. Störvariablen sind zahlreich und sehr verschieden (z. B. können die Lichtverhältnisse im Testlabor variieren). Besonders schlimm sind jedoch so genannte *Konfundierungen*. Beim semantischen Priming wäre eine solche Konfundierung zum Beispiel dadurch gegeben, dass wir zwei unterschiedliche Listen von Wortpaaren für die Bedingungen ‚relatiert‘ und ‚nicht relatiert‘ nutzen. Falls wir damit einen Unterschied in der Bearbeitungsgeschwindigkeit der Target-Wörter finden, wissen wir nicht, ob es an der Variation der Prime-Target-Beziehung liegt oder daran, dass zum Beispiel die Target-Wörter der einen Liste generell schneller verarbeitet werden als die der anderen. Ein gutes Experiment zum semantischen Priming sähe daher so aus: Man nimmt eine Liste von in inhaltlicher Beziehung stehenden Prime-Target-Paaren, dann teilt man die Liste in Hälften. In jeder Halbliste mischt man die Primes und ordnet so jedem Target einen Kontroll-Prime zu. Eine Stichprobe von Teilnehmern erhält die erste Hälfte der Targets mit den semantisch verwandten Primes und die zweite Hälfte mit den Kontroll-Primes. Bei einer zweiten Stichprobe ist es genau umgekehrt.

Der Einfluss von Störvariablen lässt sich zudem dadurch minimieren, dass man alles, was sich konstant halten lässt, konstant hält. Das wären im Beispiel die exakten Präsentationsbedingungen der Wörter. Letztlich wird alles, was nicht variiert oder konstant gehalten werden kann, Zufallsvariationen unterworfen (es wird *randomisiert*). Im Beispiel wird bei jedem Teilnehmer eine neue Zufallsabfolge der Durchgänge erzeugt (damit nicht die experimentelle Variation mit der Reihenfolge konfundiert ist).

Derartige Anordnungen werden in der Psychologie (Experimental)-*Paradigma* genannt. Kurz zusammengefasst kann man diesen Begriff so umschreiben: Ein *Paradigma* ist ein experimenteller Grundaufbau, der einen typischen und nicht trivialen Effekt erbringt und in dessen Rahmen man Veränderungen einführen kann, um die Eigenschaften unseres „psychischen Apparates“ zu studieren.

So eine Anordnung fällt nicht vom Himmel. Sie wird in der Regel konstruiert, um einen bestimmten Aspekt des kognitiven Apparates in methodisch reiner Form zu untersuchen. Beim semantischen Priming ist es offensichtlich der Aspekt, dass unser semantisches Gedächtnis so organi-

siert ist, dass die Verarbeitung eines Begriffes sofort andere Begriffe evoziert. Wussten wir das nicht auch schon vor den Untersuchungen mit diesem Paradigma? Ja und nein. Selbstverständlich gab es schon länger etwa die Methode des freien Assoziierens („Ich nenne Dir gleich einen Begriff. Gib bitte spontan die Begriffe an, die Dir dazu einfallen!“), die auf einer ähnlichen Annahme basiert. Der Unterschied zwischen den Methoden liegt darin, dass die Methode des freien Assoziierens ein absichtsvolles Generieren der Assoziationsworte verlangt. Das Resultat ergibt sich aus einem Gemisch aus unwillkürlichen, nicht bewusst gesteuerten Prozessen und absichtsvollen Prozessen. Im semantischen Primingparadigma können wir die Situation im Idealfall so beschreiben: Wir bitten die Versuchsteilnehmer zwar absichtsvoll, eine sehr einfache Aufgabe zu bearbeiten (nämlich Wörter von Nicht-Wörtern zu unterscheiden). Sofern sie sich darauf einlassen – dies lässt sich bis zu einem gewissen Grad anhand der mittleren Reaktionszeit und der Fehlerrate kontrollieren – wird der Primingeffekt ein unabsichtsvolles, quasi „automatisches“ Nebenprodukt dieses Tuns sein. Dieses Merkmal soll noch etwas genauer betrachtet werden.

Sehr häufig werden in den Theorien der Kognitiven Psychologie einfache Strukturen und Prozesse thematisiert, die möglichst „homunculus-frei“ (siehe oben) formuliert werden. Die Aktivationsausbreitung im semantischen Netzwerk war dafür ein Beispiel. Um diese Annahmen „sauber“ zu testen, benötigen wir aber Paradigmen, bei denen es so plausibel wie eben möglich ist, dass das Ergebnis nicht bewusst von den Versuchsteilnehmern produziert wurde. Im Fall des semantischen Primings können wir davon ausgehen, dass die Teilnehmer irgendwann merken, dass den Wörtern, die sie kategorisieren sollen, häufig ein assoziiertes Wort vorangeht. Irgendwann fangen sie vielleicht an, bewusst Erwartungen darüber zu bilden, welche Wörter auf den Prime folgen könnten. Kommt dann ein solches Wort tatsächlich als Zielreiz, kann man es schneller als Wort kategorisieren als wenn ein unerwartetes Wort erscheint. Wäre dies die richtige Erklärung des semantischen Priming-Effektes, so würde der Effekt dadurch kognitionspsychologisch nicht völlig uninteressant – immerhin würde er immer noch zeigen, dass unser Gedächtnis so aufgebaut sein muss, dass assoziierte Begriffe sich wechselseitig schnell abrufbar machen –, aber von einer konkreten kognitionspsychologischen Gedächtnistheorie wären wir sehr weit entfernt; „Erwartungen bilden“ ist kein guter Begriff für eine solche Theorie.

Tatsächlich wurde viel Wert darauf gelegt zu zeigen, unter welchen Umständen der Primingeffekt Automatismen (in dem in den vorangegangenen

Absätzen entwickelten Sinne)¹ widerspiegelt. Neely (1977) teilte seinen Versuchspersonen mit, dass fast immer, wenn der Prime *Körper* kommt, ein Teil eines Gebäudes (z. B. *Tür, Fenster*) als Zielreiz folgt und wenn der Prime *Gebäude* ist, fast immer ein Körperteil (z. B. *Herz, Arm*) folgt. Manchmal kamen allerdings Wörter der natürlichen Zuordnung (also z. B. *Herz* als Zielreiz auf *Körper*). Neely schaffte es mit dieser Anordnung, die Erwartungen der Teilnehmer in Kontrast zu Automatismen des Gedächtnisses zu bringen (denn wir würden aufgrund von Aktivationsausbreitungstheorien vorhersagen, dass *Körper* automatisch *Herz* zugänglicher macht). Wie waren die Ergebnisse? Tatsächlich produzierten die Erwartungen einen großen Primingeffect: Nach *Körper* wurde auf *Fenster* schneller reagiert als auf *Herz*. Allerdings gab es diesen Effekt nur, wenn die Präsentation des Prime relativ lange (400 Millisekunden und mehr) vor dem Zielreiz begann! War diese Zeit deutlich kürzer, wurde – trotz der induzierten Erwartung – nach *Körper* schneller auf *Herz* reagiert als auf *Fenster*.

Experimentalparadigmen sollten also immer daraufhin überprüft werden, inwieweit sie gegen Alternativerklärungen abgesichert sind, die das fragliche Resultat in ganz anderem Lichte erscheinen lassen. Dabei muss die Alternativerklärung nicht einmal trivial oder belanglos sein. Erwartungsinduzierte Primingeffecte mögen genug Anlass für Folgeuntersuchungen sein; immerhin geht es dabei um das Zusammenspiel von absichtsvollem Verhalten (d. h. Handlungen) – der Teilnehmer nutzt den Prime, um Erwartungen über den Zielreiz zu bilden – und wiederum Automatismen des Gedächtnisabrufs. Wichtig ist nur, dass man sich das von vorneherein verdeutlicht, ob man den Effekt als rein absichtslos produziertes Nebenprodukt der Aufgabenbearbeitung oder als Ergebnis gezielten Verhaltens ansehen kann. Wir werden auf diese Problematik noch einmal im Kapitel 7.1 eingehen.

Es gibt ein großes Repertoire von Experimentalparadigmen. Da sie stets an eine inhaltliche Fragestellung gekoppelt sind, werden wir in den Kapiteln 3 bis 6 zu den großen Funktionsbereichen Wahrnehmung, Aufmerksamkeit, Gedächtnis und Denken einige solcher Paradigmen vorstellen.

¹ Der Begriff des automatischen Prozesses ist zu Recht problematisiert worden (Moors & De Houwer, 2006), weil die erläuternden Merkmale – unwillkürlich, unbewusst, nicht kontrolliert, keiner Aufmerksamkeitszuwendung bedürftig – nicht immer miteinander einhergehen. Es hieße aber, das „Kind mit dem Bade ausschütten“, wenn die Begrifflichkeit aufgegeben würde. Wir müssen lediglich immer mitdenken, welches Merkmal von „Automatizität“ jeweils gemeint ist.

Die Indikatoren: Reaktionszeit und Co.

Einer von uns (DW) machte an einem frühen Punkt seiner Laufbahn als akademischer Lehrer folgenden naiven Fehler: Stichwortartig wurden Themen für das empirische Praktikum der Drittsemester ausgehängt. Bei ihm stand „Reaktionszeitexperimente“ und ... seine Teilnehmerliste blieb weitgehend leer. Das war ein blöder Fehler, da jeder Laie natürlich denkt, es gehe einzig darum, zu untersuchen, wie das Reaktionsvermögen auf kurz aufblitzende Lichtsignale ist, eine Fragestellung, die sehr basal ist.

Tatsächlich hätte er mit dem gleichen Recht das Stichwort „Bewältigung negativer Lebensereignisse“ notieren können, denn tatsächlich ging es um die Fragestellung, ob angesichts von nicht mehr zu ändernden negativen Lebensereignissen emotional entlastende Gedanken unwillkürlich zugänglich werden (Wentura, 1995). Getestet wurde dies über die „Krücke“, die Probanden kurze Texte über solche Ereignisse lesen zu lassen, mit der Bitte, sich in die Situation hineinzusetzen. Direkt danach wurden einzelne Teile dieser Texte zum Wiedererkennen dargeboten und die Schnelligkeit des Wiedererkennens als Indikator der momentanen Zugänglichkeit einzelner Informationen (darunter potenziell emotional entlastende) genutzt. Sobald man beginnt, auch Themen, die zunächst der Kognitiven Psychologie sehr fern zu sein scheinen, kognitionspsychologisch aufzuarbeiten, landet man sehr schnell bei zeitbezogenen Vorhersagen. Dies liegt in der „Natur“ kognitionspsychologischer Theorienbildung: Es geht immer um *Strukturen*, in denen bestimmte *Prozesse* ablaufen. Es sind also letztlich dynamische Theorien und man gelangt sehr schnell zu Hypothesen über Zeitunterschiede zwischen verschiedenen Bedingungen.

Wichtig ist, dass es selten um die *absoluten* Reaktionsgeschwindigkeiten geht, sondern stets um Geschwindigkeitsdifferenzen zwischen klug gewählten Bedingungen. Wir haben das beim semantischen Priming gesehen: eigentlich ist hier nicht die Reaktionszeit der entscheidende Indikator, sondern die *Differenz* in der Reaktionszeit zwischen der Bedingung mit einem semantisch benachbarten Prime und der Kontrollbedingung. Viele Experimentalparadigmen der Kognitiven Psychologie haben diesen Charakter. Wichtig ist dabei, dass man nicht „Äpfel mit Birnen“ vergleicht: Die beiden mittleren Reaktionszeiten, die man voneinander abzieht, sollten sich auf den gleichen Antworttypus beziehen. Im Fall des Primings: In beiden Bedingungen werden nur die Zeiten für korrekte „Wort“-Antworten genutzt (wobei die Rate korrekter Antworten im Regelfall 90 Prozent und höher sein sollte).

Der natürliche „Bruder“ der Reaktionszeit ist die Fehlerrate. Tatsächlich ist in einigen Experimentalparadigmen, bei denen man typischerweise die

Reaktionszeitdifferenzen analysiert, die natürliche Vorhersage eher eine von Fehlerdifferenzen: Eines der ältesten und bekanntesten Paradigmen der Kognitiven Psychologie (aus einer Zeit stammend, als es den Begriff Kognitive Psychologie noch gar nicht gab) ist die Stroop-Aufgabe (Stroop, 1935). Den Teilnehmern wird in jedem Durchgang ein farbiges Wort präsentiert und sie müssen so schnell wie möglich die Farbe aussprechen. Der „Witz“ der Untersuchung besteht darin, dass das Wort selber die gleiche Farbe oder eine andere Farbe bedeutet. Als weitere Bedingung werden in der Regel noch farbneutrale Wörter dargeboten. Im Fall einer Diskrepanz zwischen der Farbe des Wortes und dem Inhalt reagiert man messbar verzögert. Die Bedeutung des Wortes wird offenbar unwillkürlich verarbeitet und steht im Konflikt zu der zu gebenden Antwort. Die Lösung dieses Konfliktes benötigt Zeit; deshalb finden wir den Effekt in den Reaktionszeiten. Würden wir die Teilnehmer aber instruieren, viel schneller als gewohnt zu reagieren, würden sie in der Konfliktbedingung sehr viel mehr Fehler machen als in der Kontrollbedingung. Sie würden möglicherweise nicht die falsche Farbe nennen, aber die mikrofontgesteuerte Messapparatur würde als Zeichen des Konfliktes sehr häufig durch ein „öhh ...“ oder Ähnliches ausgelöst. Genauso kann man bei einem Paradigma, das primär Zeitunterschiede vorhersagt – das semantische Priming ist hier wieder ein gutes Beispiel – durch entsprechende Instruktionen Unterschiede in den Fehlern verursachen. Die beiden Indikatoren – Zeiten und Fehler – sollten jedoch in keinem Fall gegensinnige Effekte zeigen. In einem solchen Fall wäre das Ergebnis fundamental anders zu interpretieren: Die Bedingungsvariation hätte offenbar nicht die Leistung als solche beeinflusst, sondern den vom Teilnehmer implizit gewählten Kompromiss zwischen Geschwindigkeit und Genauigkeit verändert.

Die Bedeutung von Fehlerraten geht aber weit über ihre Verwendung als alternatives Maß in den Reaktionszeitparadigmen hinaus. Ganz generell werden in der Kognitiven Psychologie Leistungsdaten unter den verschiedenen Bedingungen erhoben. Der Standardaufbau eines Gedächtnisexperimentes besteht aus einer Lernphase (oder: Enkodierphase), dem Zwischenintervall (dem sog. Retentionsintervall) und der Testphase. Erhoben wird, wie viele der in der Lernphase bearbeiteten Stimuli in der Testphase erinnert werden. Die Leistungsunterschiede im Gedächtnistest je nach Bedingung (z. B.: Unter welcher Aufgabenstellung wurde das Material in der Enkodierphase bearbeitet? vgl. Kapitel 5) sind dann im Sinne von Gedächtnistheorien interpretierbar.

Reaktionszeiten und Erinnerungsleistungen sind relativ einfach zu erheben. Sie haben aber einen Nachteil: Hypothesen, die nicht nur generelle Aussagen über Zeitunterschiede, sondern auch über den „Ort“ der Unterschiede

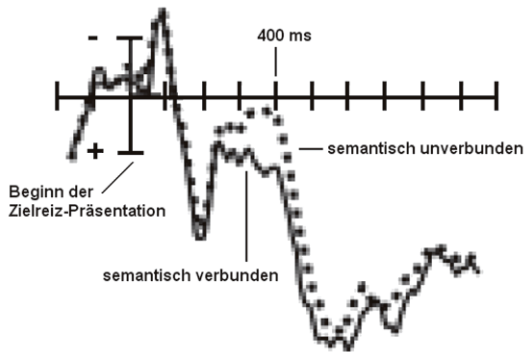


Abbildung 5 Die N400 in einem semantischen Primingexperiment (Grossi, 2006)

auf der Zeitachse machen, können nur noch sehr ungenügend getestet werden: Es ist den erhobenen Reaktionszeiten nur noch sehr eingeschränkt zu entnehmen, ob Unterschiede auf sehr frühen oder aber späten Verarbeitungsprozessen beruhen.

EEG und die ereigniskorrelierten Potentiale. Hier hilft eine Methode, die zunächst als rein neurowissenschaftliche Methode eingeführt wurde: das *Elektroenzephalogramm* (EEG). Aufgezeichnet wird die hirnelektrische Aktivität über auf der Kopfhaut platzierter Elektroden, die an sehr empfindliche Verstärker angeschlossen sind. Für die Kognitive Psychologie von besonderer Bedeutung ist die Erfassung *ereigniskorrelierter Potenziale* (EKP).

Auch hier bietet sich die Erläuterung am Beispiel des semantischen Primings an. Während die Probanden viele Durchgänge des semantischen Primings – die Hälfte mit semantisch benachbarten Prime-Zielreiz-Paaren, die Hälfte mit Kontrollpaaren – bearbeiten, wird das EEG aufgezeichnet. Die Daten werden nachher – genau wie Reaktionszeiten – getrennt für semantisch benachbarte und Kontroll-Paare gemittelt, stets beginnend mit dem Beginn der Zielreiz-Präsentation. Das gemittelte Muster wird dann demjenigen in *Abbildung 5* gleichen: Die Kurve für die semantisch unverbundenen Paare wird in einem Zeitfenster, dass typischerweise um 400 Millisekunden nach Reizbeginn liegt, stärker in Richtung negativer Spannungspotenziale verschoben sein als die Kurve für die semantisch verbundenen Paare.

Die EKP-Forschung kennt eine ganze Reihe solcher charakteristischer Muster, die zudem durch eine grobe Ortslokalisation gekennzeichnet sind: In

EEG-Experimenten werden die Potenziale an bis zu 256 Elektroden gemessen, die über den ganzen Kopf verteilt sind. Durch die Angabe, an welchen Elektroden Unterschiede auftraten (und an welchen nicht) wird ein EKP-Muster zusätzlich „identifiziert“. Dies hilft darüber hinaus, die Ergebnisse zu neuropsychologischen Vermutungen und Erkenntnissen über beteiligte Hirnstrukturen in Beziehung zu setzen.

Blickbewegungen und Pupillometrie. Eine weitere abstrakt vergleichbare Methode ist die Aufzeichnung von *Blickbewegungen*. Auch hier steht im Vordergrund, möglichst unwillkürliche Indikatoren – in diesem Fall Blickmuster auf Reiz-Präsentationen – zu erfassen, um Hinweise zur Verarbeitung zu erhalten. Wir hatten bei einem unserer Eingangsbeispiele („Lesbarer Buchstabensalat“) auf die Verwendung dieser Methode in der Leseforschung hingewiesen, in der sie eine besonders herausragende Stellung einnimmt. Aber auch in Aufmerksamkeits- und Gedächtnisforschung nimmt sie eine immer größere Stellung ein (vgl. generell Rayner & Kliegl, 2012). Wichtig ist, dass ein naives „mal schauen, wohin die Leute so schauen“ eine denkbare schlechte Strategie ist, da die erhobenen Daten ein „Kuddel-Muddel“ aus willkürlichen und unwillkürlichen Elementen ergeben. Auch hier gilt es also, in sehr klug gewählten Experimentalanordnungen interpretierbare Indikatoren zu finden. Das kann etwa die Dauer von Fixationen auf aufgabenirrelevante Reize sein, die als Index eines „Haftenbleibens“ der Aufmerksamkeit interpretiert werden können (z. B. auf Spinnenbilder bei Spinnenphobikern; Gerdes, Alpers & Pauli, 2008). Das kann etwa die Schnelligkeit sein, mit der eine Blickbewegung weg von einem ablenkenden Reiz gestartet wird (das sogenannte Anti-Sakkaden-Paradigma; Hutton & Ettinger, 2006). Es kann aber auch die Bewegungsbahn (*Trajektorie*) einer Blickbewegung sein, die sich von irrelevanten Reizen auf dem Weg zu einem Blicktarget subtil beeinflussen lässt (Doyle & Walker, 2001). Letztlich kann es natürlich durchaus auch der Ort sein, wohin der Blick fällt: Bemerkenswert ist zum Beispiel die Studie von Ryan, Althoff, Whitlow und Cohen (2000), in der Teilnehmern in einer Gedächtnistest wiederholt Bilder gezeigt werden, bei denen in manchen Objekte von der ersten zur zweiten Präsentation entfernt wurden. Der Blick auf die Stelle, an der etwas fehlt, zeigte manchmal, dass es ein Gedächtnis für das fehlende Objekt gab, obwohl die Teilnehmer dies nicht immer bewusst angeben konnten. Darüber hinaus gibt es die sogenannte Pupillometrie-Forschung, bei der die Pupillenweite als Indikator momentaner kognitiver Anstrengung interpretiert werden kann (z. B. Hoeks & Levelt, 1993).

Das Fazit dieses Unterkapitels ist, dass die Kognitive Psychologie eine Fülle von Indikatoren nutzt, um Hypothesen über die Strukturen und Pro-

zesse unseres kognitiven Apparates zu prüfen. Generell gilt: Sie vermeidet, wo es sich vermeiden lässt, Selbstauskünfte der Teilnehmer als den entscheidenden Indikator einer Untersuchung zu analysieren. Diese Haltung hat selbstverständlich dort ein Ende, wo – wie zum Beispiel in der Urteils- und Entscheidungsforschung (vgl. Kapitel 6) – subjektive Urteile selbst der Forschungsgegenstand sind. Die Kognitive Psychologie ist also nicht dogmatisch in dieser Hinsicht, sondern versucht jeweils der Fragestellung gerecht zu werden.

Die beteiligten Hirnstrukturen: Neuro-kognitive Methoden

Durch die Entwicklung neurowissenschaftlicher Methoden hat sich auch die Theoriebildung in der Kognitiven Psychologie verändert. Es wird inzwischen sehr viel früher als in den Anfangsjahrzehnten ein Bezug zu Hirnstrukturen hergestellt. Wir möchten hier aus der Vielfalt von Methoden (vgl. Eysenck & Keane, 2010) zwei Zugangsweisen hervorheben. Zum einen war es insbesondere die Methodenentwicklung im Bereich der funktionellen Magnetresonanztomographie, die zur Lokalisierung von kognitiven Strukturen und Prozessen beigetragen hat. Trotz des enormen technischen Aufwandes ist diese Methode inzwischen recht gut zugänglich und wird von vielen Arbeitsgruppen genutzt. Zum anderen soll das Feld der Kognitiven Neuropsychologie kurz vorgestellt werden, da klinische Fälle mit klar beschreibbaren Hirnschäden und einer spezifischen Leistungseinschränkung seit jeher eine große Rolle in der Argumentation gespielt haben.

Die funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT). Für diese Methodik wird der aus der Medizin bekannte Kernspintomograph genutzt. Im Gegensatz zur strukturellen Kernspintomographie, bei der wir – ähnlich Röntgenaufnahmen – ein Bild der Körperstrukturen erhalten, werden bei fMRT-Untersuchungen Stoffwechselprozesse untersucht. Basis ist der sogenannte BOLD-Effekt (*blood-oxygen-level-dependent*): Sauerstoffangereichertes Hämoglobin (Proteine in den roten Blutkörperchen) hat andere magnetische Eigenschaften als das sauerstoffarme Hämoglobin. Da neuronale Aktivität den Verbrauch von Sauerstoff bedeutet, gibt der Ort stark sauerstoffarmen Hämoglobins Hinweise auf diese neuronale Aktivität. So ist es heute möglich zu erfassen, welche Hirnstrukturen bei welcher Art von Aufgabe beteiligt sind. Es werden stets zwei Bedingungen gegenübergestellt werden, die sich funktional nur in einem Merkmal unterscheiden sollten. Falls jemand zum Beispiel wissen möchte, ob beim Verarbeiten von Gesichtern ein spezielles Hirnareal genutzt wird, sollten die fMRT-Messungen einmal beim Betrachten von Gesichtern, einmal beim Betrachten von gut ausgewählten Kontrollstimuli statt-

finden. Die fMRT-Messungen werden dann durch komplexe Verarbeitungsschritte so aufbereitet, dass letztendlich visuell veranschaulicht wird, welche Hirnstrukturen bei der einen Bedingung aktiv sind, die nicht bei der anderen Bedingung genutzt werden. Es ist sofort evident, dass die Präzision der Stimulusbedingungen (und damit: die Güte des Experimentierens; siehe Kapitel 2.3) über den Erfolg einer solchen Studie entscheidet. Um es zu karikieren: Falls ich Probanden eine halbe Stunde lang Gesichter zeige und eine halbe Stunde lang Zufallsbilder, die aus „zerschnipselten“ Gesichtsbildern bestehen (um für bestimmte Bildeigenschaften wie Farbverteilungen oder Kontrast perfekt zu kontrollieren), werde ich die Daten wohl kaum aussagekräftig verwenden können, da die Unterschiede zwischen den beiden Bedingungen sich vermutlich am Besten als Unterschied zwischen „wach/aufmerksam“ und „schläfrig/gelangweilt, unaufmerksam“ beschreiben lassen, da das Betrachten der Zufallsbilder vermutlich (noch) langweiliger als das Betrachten von Bildern ist. Letztendlich setzen gute fMRT-Untersuchungen immer an Konzepten der Kognitiven Psychologie an, da in diesen Theorien sehr präzise Verarbeitungsprozesse und -strukturen postuliert werden. Die fMRT-Ergebnisse führen dann zu Bestätigungen, Veränderungen und Verfeinerungen der Theorien.

Die Kognitive Neuropsychologie. In dem Feld der Kognitiven Neuropsychologie werden insbesondere Einzelfälle von Patienten betrachtet. Immer dann, wenn recht präzise beschrieben werden kann, welche Hirnareale durch Unfall, Operation oder zum Beispiel Schlaganfälle zerstört sind und gleichzeitig sehr präzise Einbußen in bestimmten Leistungen zu beobachten sind, kann man sehr gute Argumente für die Theorienbildung ableiten. Im Kasten stellen wir den vielleicht berühmtesten Fall der Kognitiven Neuropsychologie vor.

Der Fall H. M.

Henry Gustav Molaison (kurz „H. M.“; 1926–2008) ist der vielleicht berühmteste Einzelfall der Psychologie-Geschichte (vgl. zum Folgenden z. B. Squire, 2009). H. M. litt in seiner Jugend unter einer besonders schweren, medikamentös nicht behandelbaren Epilepsie. Ihm wurden 1953 die Strukturen des medialen Temporallappens entfernt, die als „Herd“ seiner Anfälle galten. Insbesondere handelte es sich um den sogenannten *Hippocampus* (präziser: um die beiden *Hippocampi*; wie viele Strukturen im Gehirn ist auch der *Hippocampus* paarig angelegt), aber auch benachbarte Regionen. H. M. war daraufhin so gut wie anfallsfrei, litt aber seitdem unter einer vollständigen anterograden Amnesie: Er konnte keine neuen episodischen Erinnerungen mehr bilden. (Wenn

Sie sich mit ihm bekannt gemacht hätten und trafen ihn am nächsten Tag wieder, hätte er Sie nicht erkannt.) Was den Fall H. M. so besonders macht ist, dass wir bei ihm sehr genau wussten, welche Hirnregionen geschädigt waren, da die Entfernung operativ erfolgte. Zudem konnte man in späteren Jahren mit bildgebenden Verfahren dieses Wissen noch präzisieren.

H. M. war seit seiner Operation bis in die Jahre vor seinem Tod immer wieder Teilnehmer an Gedächtnisexperimenten und wir verdanken ihm daher wichtige Erkenntnisse über die Rolle des medialen Temporallappens bei der Gedächtnisbildung. Ein immer wieder hervorgehobener Befund bekräftigt die Unterteilung in episodisches Gedächtnis und prozedurales Gedächtnis (das Gedächtnis für Abläufe wie zum Beispiel Fahrradfahren). H. M. wurde nämlich auch im sogenannten Spiegelzeichnen trainiert. Hierbei sollen die Konturen von Figuren (z. B. ein Stern) nachgezeichnet werden; die Figuren sind dabei aber nur via eines Spiegels zu sehen. Dies ist zunächst eine schwierige Aufgabe; probiert man es, wird man aber sehr schnell Übungsgewinne haben, die auch Bestand haben. Das heißt, beginnt man nach einem Tag Pause erneut, startet man mit schon etwas besserer Leistung als am ersten Tag. Bemerkenswert war, dass H. M. bei dieser Aufgabe ebenfalls Übungsfortschritte machte, die vergleichbar zu Kontrollpersonen waren. Gleichzeitig hatte er aber kein episodisches Gedächtnis dafür, diese Aufgabe schon jemals gemacht zu haben.

Im Folgenden wollen wir die klassischen Gebiete der Kognitiven Psychologie kurz charakterisieren. Es handelt sich dabei um die großen Funktionsbereiche der Wahrnehmung, der Aufmerksamkeit, des Gedächtnisses und des Denken. Wir wollen jeweils Kernthemen herausstellen, ohne dabei den Anspruch der Vollständigkeit zu erheben. Wir werden aber an einigen Stellen exemplarisch Forschungsfragen etwas genauer betrachten.



Weiterführende Literatur

Auch hier sei wieder auf umfassendere Lehrbücher zur Kognitiven Psychologie, wie Eysenck und Keane (2010) oder Engelkamp und Zimmer (2006). In dem Buch von McNamara (2005) ist das Paradigma des semantischen Primings in all seinen Facetten und theoretischen Erklärungen

dargestellt. Eine komprimierte Darstellung der ACT-Theorie von Anderson findet sich in Anderson et al. (2004); die Internetseite www.act-r.com informiert über die Arbeiten. Eine Einführung in die EKP-Forschung bietet zum Beispiel Luck (2005), eine Einführung in die *cognitive neuroscience* Ward (2006). Eine Einführung in die biologischen Grundlagen der Psychologie bietet Schröger (2011).

3

Wahrnehmung

Nichts erscheint uns selbstverständlicher als die Wahrnehmung unserer Außenwelt. Schaue ich in diesem Moment vom Bildschirm auf, so sehe ich das Fenster, den Garten mit seinen Flächen und Pflanzen, Hausdächer. Die Objekte in ihrer drei-dimensionalen Struktur und Lage scheinen mir unmittelbar gegeben zu sein. Ich jogge durch den Wald, geleitet durch ein müheloses Ineinandergreifen von Wahrnehmungen der Außenwelt sowie meines eigenen Körpers und den motorischen Steuerungen meiner Beine und Arme. Wie komplex die dahinterliegenden Prozesse sind, kann man vor allem dann erahnen, wenn man versucht, durch künstliche Apparaturen dieselben Leistungen zu erreichen.

So gibt es seit 1997 Weltmeisterschaften im Roboterfußball („Robocup“, 2010a). Das mag zunächst als allzu spielerisches Tun der beteiligten Wissen-



Abbildung 6 Finalspiel 2010 im Robocup („Robocup“, 2010b)

schaftler erscheinen; bei kurzem Nachdenken erkennt man jedoch, dass sie sich einer sehr großen wissenschaftlichen Herausforderung stellen: In jedem Moment muss die Wahrnehmung einer hoch dynamischen Umwelt aktualisiert werden; dazu gehört auch die Dynamik des eigenen Körpers. Die Wahrnehmung dient dem Ziel, planvolle Bewegungen auszuführen. Schaut man sich Videoaufnahmen der Wettbewerbe an („Robocup“, 2010b, vgl. *Abbildung 6*), so kann man sich selbst beim Finalspiel 2010 der *Darmstadt Dribblers* gegen die *FUmaniods* ob der Unbeholfenheit der Roboter noch nicht recht vorstellen, dass das langfristige Ziel erreicht werden wird, bis zum Jahr 2050 den menschlichen Weltmeister zu schlagen. (Aber wer konnte sich schon 1970 vorstellen, was 2010 computertechnisch möglich ist?)

Zwei große übergeordnete Fragen beschäftigen die Wahrnehmungspsychologie; sie sind implizit schon in den einführenden Sätzen angesprochen: Zum einen: Wie entsteht eine interne Repräsentation der äußeren Welt, eine Repräsentation, die letztlich unser bewusstes Erleben bestimmt und auf die wir uns auch in der Kommunikation beziehen? („Hast Du den Wagen dort nicht gesehen?“; vgl. unser Eingangsbeispiel mit dem „verpassten Gorilla“). Dies ist die Frage nach der Erkenntnisfunktion der Wahrnehmung. Zum anderen: Wie greifen Wahrnehmung und Motorik ineinander, um ein funktionales Handeln eines dynamischen Körpers in einer dynamischen Umwelt zu ermöglichen? Dies ist die Frage nach der handlungsleitenden Funktion von Wahrnehmung. Bemerkenswerterweise gibt es Hinweise darauf, dass sich schon in sehr grundlegenden Prozessen der visuellen Wahrnehmung eine Art Arbeitsteilung hinsichtlich dieser beiden Grundfunktionen – Erkennen der Welt und in ihr handeln – finden lässt. Beginnen wir also mit diesen basalen Prozessen, zunächst mit einem Exkurs auf einer eher physiologischen Betrachtungsebene (vgl. Kasten *Basale Prozesse der Visuellen Wahrnehmung*).

Basale Prozesse der visuellen Wahrnehmung

Am Beginn stehen einfache und gut verstandene optische Prinzipien: Durch die Linsen der Augen fällt eine Projektion der Außenwelt auf die Netzhäute. Dort sind Rezeptoren zu finden, die Lichtreize in neuronale Signale wandeln. Es gibt die *Zapfen*, die insbesondere im fovealen Bereich der Netzhaut zu finden sind. Das ist der Bereich, auf den dasjenige unserer Umwelt projiziert wird, was wir mit unserem Blick fixieren. Die Zapfen sind hier sehr dicht angeordnet und hochgradig mit den die Aktivität weiterleitenden Ganglienzellen vernetzt, so dass wir hier die feinste Auflösung und somit die größte Schärfe beim Se-

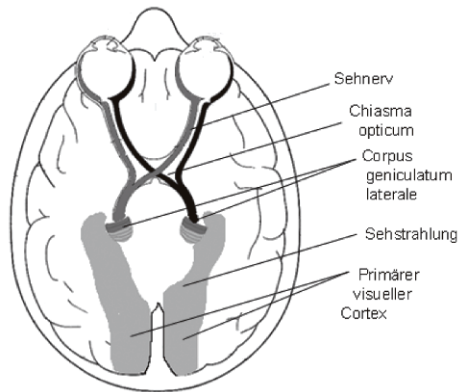


Abbildung 7 Der Pfad der visuellen Wahrnehmung
(mod. nach Eysenck & Keane, 2010, p. 37)

hen haben. In den anderen Bereichen, aber nicht in der Fovea ist der zweite Typ von Sinnesrezeptor, die *Stäbchen*, zu finden. Sie sind weitaus lichtempfindlicher als die Zapfen. Bei geringem Licht ist unsere visuelle Wahrnehmung durch die Aktivität der Stäbchen dominiert: Wir differenzieren keine Farben mehr² und haben keine besonders fein auflösende Wahrnehmung (z. B. die Möglichkeit, Texte zu lesen, ist bereits bei einer Lichtintensität nicht mehr gegeben, die uns ansonsten noch gute Orientierung erlaubt). Sinnesrezeptoren adaptieren schnell auf einen Lichtreiz; das heißt, wird ein Rezeptor permanent durch einen gleichbleibenden Lichtreiz beleuchtet, wird nur zur Beginn ein Aktivitätssignal weitergeleitet. Unsere Augen sind (auch) daher stetig in Bewegung: Fixationen wechseln ab mit Sakkaden; während dieser Sakkaden sind wir in gewissem Sinne blind (versuchen Sie einmal, Ihre Augenbewegungen im Spiegel zu verfolgen!). Auch wenn wir längere Zeit eine Stelle fixieren, lassen sich (durch geeignete Apparaturen) Mikrosakkaden und Driften beobachten, so dass das Netzhautbild kein stabiles (und damit durch Adaptation schnell verschwindendes ist).

² Im Gegensatz zu den Stäbchen gibt es die Zapfen in drei Grundtypen mit jeweils anderer Farbsensitivität als Basis von Farbwahrnehmung.

Der Hauptpfad der Verarbeitung visueller Reize hat mehrere markante Zwischenstufen, die zunächst genannt und dann knapp erläutert werden sollen (vgl. *Abbildung 7*): Zapfen und Stäbchen sind in der Netzhaut mit den Ganglienzellen verschaltet. Deren Axone bilden die Sehnerven der beiden Augen, die zum *Chiasma opticum* gehen. Dies ist die „Kreuzungsstelle“, an der die Teile der Sehnerven, die die Informationen des linken bzw. rechten Sehfeldes weiterleiten, gebündelt werden. Das heißt, letztlich wird in der rechten Hirnhälfte das verarbeitet, was in der Umwelt links vom Fixationspunkt liegt (der schwarze Strang in *Abbildung 7*; beachten Sie, dass durch die Linsenoptik der linke Teil der Umwelt auf die rechten Netzhauthälften projiziert wird) und in der linken Hirnhälfte der rechte Teil des Sehfeldes (der dunkelgraue Strang in der *Abbildung 7*). Die nächste „Zwischenstation“ ist das sogenannte *Corpus geniculatum laterale* (CGL), eine Substruktur des Thalamus. Von hier aus gehen weitverzweigt Axone in den primären visuellen Cortex (die sogenannte Sehstrahlung, *Radiatio optica*). Bemerkenswert ist, dass das CGL in hohem Maße Input vom Cortex erhält; das heißt, dass vermutlich in dieser Struktur ein Abgleich von aktuellem retinalem Input und bereits kortikal verarbeiteten Informationen stattfindet. Eine mögliche Funktion könnte darin bestehen, eine kontinuierliche Wahrnehmung zu ermöglichen, da – wie oben kurz ausgeführt – unser Blickverhalten sprunghaft ist (vgl. Levine, 2000).

Es gibt drei Eigenschaften dieses Weges der visuellen Wahrnehmung, die bedeutsam sind. Erstens, es lassen sich sogenannte rezeptive Felder identifizieren: Das ist der – kleine oder große – Teil der Retina, auf dessen Lichtintensitätsveränderungen ein Neuron oder eine Neuronengruppe mit Aktivität reagiert. Zweitens, der Weg ist retinotop organisiert: Benachbarte Orte auf der Retina sind auch durch benachbarte Neuronengruppen (zum Beispiel im CGL) repräsentiert. Drittens, der Weg lässt sich in zwei unterscheidbare (aber doch interagierende) Pfade aufteilen: in den parvozellulären und den magnozellulären Pfad. Benannt sind diese nach den Zelltypen, aus denen (hauptsächlich) das CGL besteht. Der magnozelluläre Pfad wird hauptsächlich durch die M-Ganglienzellen der Retina versorgt; der parvozelluläre Pfad durch die P-Ganglienzellen. Diese Aufteilung kann man auch in den nachgeschalteten Hirnbereichen, die der weiteren visuellen Verarbeitung dienen, nachweisen. Man spricht aufgrund der Lokalisation vom dorsalen

und ventralen Pfad und schreibt ihnen unterschiedliche Grundfunktionen zu (siehe unten).

3.1 Zwei Pfade der visuellen Wahrnehmung

Die zwei Pfade der Verarbeitung visueller Informationen im Gehirn sind schon recht lange bekannt. Die erste abstrahierende Interpretation wurde von Ungerleider und Mishkin (vgl. z. B. Mishkin, Ungerleider & Macko, 1983) gegeben: Ein Pfad, der für Objekt-Wahrnehmung, ein anderer Pfad, der für Raumwahrnehmung zuständig ist. Diese Ergebnisse ergaben sich unter anderem durch tierexperimentelle Studien. Hirnläsionen bei Affen im dorsalen Bereich des visuellen Cortex gingen mit deutlichen Leistungseinbußen in Lernexperimenten einher, die auf das Lernen von räumlichen Informationen gerichtet waren. Hirnläsionen im ventralen Bereich gingen dagegen mit deutlichen Leistungseinbußen in Lernexperimenten einher, die auf das Lernen von Objektunterscheidungen gerichtet waren.

Die weit einflussreichere Unterscheidung wurde dann später von Milner und Goodale (1995) getroffen. Der dorsale Pfad ist danach auf Wahrnehmung im Dienste der motorischen Handlungssteuerung spezialisiert, während der ventrale Pfad der bewussten Erkennung der Welt dient. Einer ihrer Belege für diese Unterscheidung macht deutlich, was damit gemeint ist. Er stammt aus der Kognitiven Neuropsychologie; das heißt, er basiert auf einem klinischen Fall, der Patientin D. F. Diese Patientin erlitt einen irreversiblen Hirnschaden im ventralen Pfad aufgrund einer Kohlenmonoxidvergiftung und zeigte daraufhin Symptome einer visuellen Formagnosie, das heißt, sie hat extreme Leistungsdefizite selbst bei der Erkennung von Grundformen (z. B. Kreis, Dreieck) oder Orientierungen (eine alltagssprachliche Beschreibung ihrer Symptomatik findet sich in Goodale & Milner, 2004). Bemerkenswerterweise waren Greifbewegungen aber recht koordiniert. Diese Beobachtung wurde einem objektiveren Test zugeführt. D. F. erhielt die Aufgabe, eine Karte jeweils so zu halten, dass ihre Orientierung einem Schlitz in einer drehbaren Scheibe entsprach. Diese Aufgabe ist für Kontrollpersonen genauso einfach wie es sich anhört: Die Karte ist horizontal zu halten, wenn die Scheibe so gedreht ist, dass der Schlitz horizontal ist, vertikal, wenn vertikal. D. F. versagte bei dieser Aufgabe. Bat man sie jedoch, die Karte in den Schlitz zu stecken, war ihre Leistung ebenso gut wie die der Kontrollprobanden. Offenbar, so schlossen Milner und Goodale, ist die Wahrnehmung im Dienste der konkre-

ten Handlung intakt, während die bewusste Wahrnehmung genauso offensichtlich versagt.

So aussagekräftig ein solcher Einzelfall auch sein mag, er macht Experimente mit gesunden Probanden nicht überflüssig. Wie kann man zeigen, dass bewusste Wahrnehmung und Wahrnehmung im Dienste des konkreten Handlungsvollzugs nach unterschiedlichen Gesetzen funktionieren?

Ein früher Weg sind die berühmten Umkehrbrillenversuche von Stratton (1896; 1897a; 1897b) sowie von Kohler und Erismann (berichtet in Kohler, 1951). Probanden trugen permanent über einige Tage eine Prismenbrille, die die Wahrnehmung „auf den Kopf stellte“. (Stellen Sie sich einfach vor, Sie sähen einen Kinofilm mit um 180° gedrehter Projektion; dies entspricht in etwa dem Eindruck.) Zunächst waren die Probanden, wie man leicht nachvollziehen kann, in hohem Maße in ihren Handlungen eingeschränkt. Nach einigen Tagen waren sie jedoch so an die neuen Wahrnehmungsverhältnisse angepasst, dass sie auch komplexe Handlungen wie etwa Fahrradfahren in der Stadt ausführen konnten. Weiterhin stand aber ihre bewusste Welt auf dem Kopf.³ Dies zeigt – wie im Fall D. F. –, dass bewusste Wahrnehmung und die Wahrnehmung im Dienste direkter Handlungssteuerung nicht immer Hand in Hand gehen müssen.

Als „Königsweg“ zum Nachweis einer gewissen Unabhängigkeit zwischen den beiden Pfaden – man spricht hier im Fachjargon von *Dissoziation* – wurde aber die Untersuchung optischer Täuschungen angesehen. Schauen Sie sich *Abbildung 8* an; sie zeigt die Müller-Lyer-Täuschung: Die beiden vertikalen Striche sind exakt gleich lang; der linke Strich erscheint aber länger. Unsere bewusste Wahrnehmung ist also verzerrt, gemessen an der objektiven Realität.

Was passiert aber, wenn man Probanden bittet, auf die Endpunkte des vertikalen Strichs mit einem Stift zu zeigen? Ist es so, dass die gemessenen Endpositionen des Stiftes für die linke Figur weiter auseinander liegen als für die rechte? Oder unterliegt diese Zeigehandlung nicht der Täuschung, weil die hierfür nötige Wahrnehmung auf anderen Prozessen beruht? In der Tat zeigt ein Überblicksartikel über mehrere derartige Studien (Bruno, Bernardis &

³ Kohler (1951) berichtet, dass unter bestimmten Umständen die bewusste Wahrnehmung trotz Brille in die normale aufrechte Sicht zurückkippt (allerdings *nach* und nicht *parallel* zu der Wiederherstellung der Funktionalität). Dieses Phänomen konnte jedoch in späteren Untersuchungen (Linden, Kallenbach, Heinecke, Singer, & Goebel, 1999; Richter et al., 2002) nicht bestätigt werden.

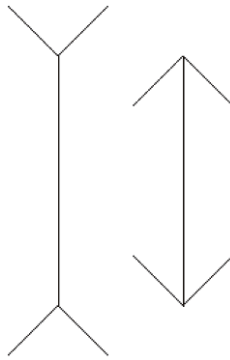


Abbildung 8 Die Müller-Lyer-Täuschung

Gentilucci, 2008), dass es Evidenz für diese Dissoziation von bewusstem Eindruck und visuo-motorischer Handlungssteuerung gibt.

Allerdings muss man offenbar aufpassen, dass man diese Unterscheidung nicht überinterpretiert: So könnte man meinen, dass die beiden Wahrnehmungspfade unabhängige interne Repräsentationen kreieren, von denen die eine der Illusion unterliegt, die andere nicht. Das scheint nicht richtig zu sein, wie sich durch eine leicht veränderte Experimentalanordnung zeigen lässt. Stellen Sie sich dazu bitte vor, auf den beiden vertikalen Strichen lägen schmale Holzstäbe von genau der gleichen Länge wie die Striche. Die Aufgabe wäre nun, in der einen Bedingung mit Daumen und Zeigefinger den Stab zu greifen, in der anderen Bedingung, mit dem Abstand von Daumen und Zeigefinger die wahrgenommene Länge des Stäbchens anzuzeigen. Die zweite Bedingung zeigt die Illusion (d. h., für die linke Figur werden Daumen und Zeigefinger weiter gespreizt als für die rechte); wird aber auch der Abstand der Finger in der Greifbewegung der Illusion entsprechen? Wäre dem nicht so, könnte man argumentieren, dass die Müller-Lyer-Linien auf zwei verschiedene Arten intern repräsentiert sind – einmal verzerrt, einmal nicht. In der Tat gab es zunächst Evidenz für diese Dissoziation (z. B. Haffenden & Goodale, 1998). Eine sorgfältige Überblicksstudie über mehrere Experimente dieser Art (Bruno & Franz, 2009) kommt aber zu dem Ergebnis, dass die Ergebnisse nicht den Schluss zweier unabhängiger Repräsentationen zulassen.

Die Dinge sind also mal wieder komplizierter als man es gern hätte. Die Unterscheidung zweier Pfade ist sehr holzschnittartig; es ist aber zum Beispiel fraglich, wie unabhängig diese Pfade sind. Gleichwohl hat sich die

Unterscheidung als fruchtbar erwiesen und soll hier weiter als Heuristik dienen (darin z. B. Bruce, Green & Georgeson, 2003, folgend). Norman (2002) sieht in der Zwei-Pfade-Theorie zudem eine Möglichkeit, zwei vorher scharf gegeneinandergestellte Perspektiven der Wahrnehmungspsychologie zu versöhnen (siehe unten, Kapitel 3.3).

3.2 Wahrnehmung im Dienste der Objekterkennung

Ein zentrales Problem der Wahrnehmung ist das Erkennen von Objekten in der Welt. Schauen Sie sich die *Abbildung 9* an: Eine Ansammlung von Bauklötzen. Einerseits. Andererseits handelt es sich lediglich um Lichtintensitätsvariationen auf einer Fläche. Wie wird aus diesem Muster eine Anhäufung von einzelnen Objekten erkannt?

Obschon es in dem zweidimensionalen Muster keinen rechten Winkel gibt, sehen wir doch sofort Quader und Würfel. Offenbar ist unsere Objekterkennung mindestens bis zu einem gewissen Grade perspektivenunabhängig. Welche Rolle spielen hierbei *bottom up*-Prozesse (das bedeutet generell: Prozesse, die durch die Reize ausgelöst werden)? Das heißt hier: inwieweit wird eine interne, möglicherweise perspektivenunabhängige Objekt-Repräsentation er-

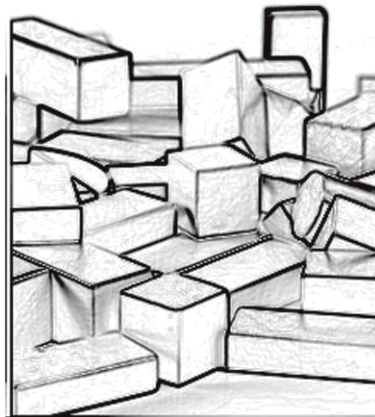


Abbildung 9 Wie wird aus Linienmustern eine Anhäufung von Objekten erkannt?



Abbildung 10 Was sehen Sie? (Abb. aus Gregory, 2005)

zielt, weitgehend nur aufgrund der Verarbeitung der Lichtintensitäten und der daraus erschlossenen Linienstrukturen? Wie stark sind andererseits *top down*-Prozesse am wirken, wie wir sie an der *Abbildung 10* erläutern können.

Was sehen Sie? Vermutlich nur ein schwarz-weißes Fleckenmuster. Richten Sie jetzt bitte ihren Blick auf die Mitte des Bildes. Dort ist ein Dalmatiner zu sehen, mit dem Kopf leicht links von der Mitte und dem Hinterteil oben rechts von der Mitte. (Er schnüffelt mit dem von uns abgewandten Kopf über den Boden.) Haben Sie ihn einmal gesehen, werden sie das Bild nie wieder „naiv“ betrachten können. Es findet beim erneuten Betrachten eine Art Resonanzprozess zwischen dem Bild und ihrem Gedächtniseintrag statt. Das meinen wir mit *top down*-Prozess.

So schön das Beispiel des Dalmatiners ist, so trügerisch ist es aber auch: Es suggeriert, dass Erkennen ein Abgleich zwischen dem Netzhautbild und foto-ähnlichen Repräsentationen im Gedächtnis ist. Dem ist natürlich nicht so. Wir erkennen Objekte häufig unabhängig von der aktuellen Perspektive und unabhängig von individuellen Details (ein Kugelschreiber wird als Kugelschreiber erkannt, unabhängig von den Details wie zum Beispiel Werbeaufdruck, Farbe, Schlankheit des Körpers, Art des Mechanismus). Zudem sind wir in der Lage, auch unbekannte Objekte in dem Sinne zu erkennen, dass wir sie beschreiben könnten oder sie wiedererkennen würden. Die Aufgabe, Objekterkennung adäquat zu erklären, ist daher eine sehr komplexe und wir können hier nur einige Schlaglichter setzen.

An dem Problem der Objekterkennung kann man einmal mehr Grundprinzipien der Kognitiven Psychologie erkennen: Erstens, das Herausarbeiten

von funktionalen Prinzipien, die sich aus der Aufgabenstellung ergeben; dabei sich, zweitens, leiten lassen von der Computermetapher (vgl. Kapitel 1) – das heißt hier: welche Algorithmen würden zum Ziel führen, ein künstliches Objekterkennungssystem zu bauen, das die funktionalen Prinzipien verwirklicht? –; drittens, das Abgleichen dieser Prinzipien und Algorithmen mit unserem stetig wachsenden Wissen über die Funktionsweise unseres Gehirns. Es ist das Verdienst von Marr (1982), diese Grundprinzipien (die hier nur verkürzt wiedergegeben sind) für das Problem der Objekterkennung formuliert zu haben und damit auch ein Gerüst für Kognitive Psychologie geliefert zu haben. Derartige Analysen führen in der Regel zu Modellen, bei denen mehrere Phasen unterschieden werden. Wir orientieren uns hier zunächst insbesondere an Marr (1982) und an Biederman (1987), also an vergleichsweise alten Theorien. Zum einen gelten bis heute beide Theorien aber als wegweisend; zum anderen kann man an diesen Theorien zeigen, wie bestimmte Grundprobleme der Objekterkennung herausgearbeitet werden, die der Laie vermutlich so gar nicht erkennt. Selbstverständlich ist das Feld der Objekterkennung viel ausdifferenzierter als wir es andeuten können (vgl. zum Beispiel Peissig & Tarr, 2007). Wir werden darauf noch zurückkommen.

Phase 1: Extrahierung von Linien und Kanten

Der erste Schritt besteht darin, aus den Lichtintensitätsschwankungen über die Fläche ein Muster von Linien und Kanten zu extrahieren. Dieser Schritt wird sowohl durch eine abstrakte Analyse des Problem der Objekterkennung nahegelegt als auch durch unser Wissen über das neuronale System unterstützt. In den frühen Stufen der visuellen Verarbeitung gibt es spezialisierte Neurone, die auf Kanten und Ecken reagieren.

Man darf sich das Problem aber nicht zu einfach vorstellen: die Realität, wie sie sich unserem Auge darbietet, gleicht in der Regel nicht Strichzeichnungen, die sozusagen die Lösung „auf dem Silbertablett“ liefern. Häufig grenzen sich Objekt und Hintergrund nur durch die verschiedene Textur (die Beschaffenheit der Oberfläche: fein, grob, bestimmte wiederkehrende Muster) voneinander ab. Zudem muss man sich vergegenwärtigen, dass das Bild nur durch lokale Verarbeitungseinheiten analysiert wird, das heißt durch Neuronengruppen, die jeweils ein rezeptives Feld auf der Retina haben. Es gibt keinen Homunculus (vgl. Kapitel 2.2), der von oben herab auf das Bild schaut und Linienerkennung betreibt.

Es gibt verschiedene Lösungsversuche (vgl. Bruce et al., 2003). Ein sehr bekannter gewordener ist der von Marr und Hildreth (1980). Sie postulieren, dass durch neuronale Filter die Kodierung von Lichtintensitätsunterschieden

über die sogenannten *zero-crossings* realisiert werden, ein Begriff, der Lesern von Büchern über Wahrnehmungspsychologie immer wieder begegnen wird. Gemeint ist damit folgendes: Stellen im Bild, an denen die Lichtintensität sich besonders stark verändert (also zum Beispiel am Übergang von Hintergrund zu einem Objekt), haben in der ersten Ableitung der Intensitätsfunktion einen Gipfel. (Sie erinnern sich an ihre Schulmathematik? Die Werte der ersten Ableitung sind die Steigungswerte der Originalfunktion.) Der Gipfel hat eine stark ansteigende Flanke auf der linken Seite und eine ebenso stark abfallende Flanke auf der rechten Seite. Die zweite Ableitung hat also an derselben Stelle eine Spitze nach oben und daneben eine nach unten. Die Funktionslinie zwischen den Gipfeln überschreitet genau an einer Stelle die Nulllinie: *zero crossing*. Man erhält somit auf diese Art ein scharf definiertes Linienmuster, das Intensitätsübergänge im Originalbild gut abbildet. Das gilt zum Beispiel auch, wenn der Übergang „verschmiert“ ist, wie bei einem unscharfen Bild. Es gibt zudem neurophysiologische Evidenz, dass durch bestimmte Verschaltungen von Neuronen die *zero-crossing* neuronal kodiert werden (vgl. Bruce et al., 2003).

Phase 2: Aufbau von Strukturen

Wie gelangen wir von einer zweidimensionalen Linienstruktur zu einer internen dreidimensionalen Repräsentation von Objekten? Machen wir uns die Problemstellung noch einmal klar: Wir erkennen Objekte weitgehend perspektivenunabhängig und wir können auch unbekannte Objekte wahrnehmen (in dem Sinne, dass eine interne Repräsentation erreicht wird, die zu weitgehend übereinstimmenden Beschreibungen verschiedener Betrachter führen wird).

Biederman (1987) schlug als Lösung vor, dass es eine Art Alphabet zur Beschreibung von Objekten gibt: Objekte sind in dieser Metapher wie Wörter, die aus Buchstaben geordnet zusammengesetzt sind. Die Buchstaben sind die sogenannten *geometric icons*, oder kurz *geons*. *Abbildung 11* (linke Seite) zeigt eine Auswahl dieser Komponenten.

Geone basieren auf ganz einfachen Konstruktionsprinzipien. Jedes Geon wird erzeugt, in dem man (a) einen rechteckigen oder runden Querschnitt wählt (vgl. die Geone 1, 2 versus 3, 4, 5 in *Abbildung 11*) und (b) diesen entlang einer geraden oder gekrümmten Achse in der dritten Dimension bewegt (vgl. die Geone 1 bis 4 versus 5). (c) Der Querschnitt kann bei dieser Bewegung konstant bleiben, kleiner werden, erst größer, dann wieder kleiner werden oder kleiner, dann wieder größer werden (vgl. die Geone 1 und 4 als Beispiele für kleiner werdende Querschnitte und die restlichen Geone für konstante Querschnitte. Zudem können (d) die Querschnitte der Geons. so sein, dass

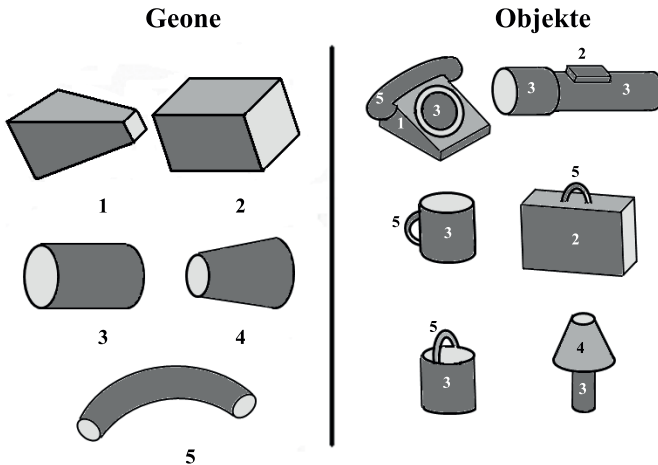


Abbildung 11 Geone und Objekte (vgl. Biederman, 1995)

sie bei Spiegelung und Rotation gleich bleiben (wie Kreise oder Quadrate), bei Spiegelung, aber nicht bei Rotation gleich bleiben (wie eine Ellipse oder ein Rechteck) oder nicht invariant gegenüber diesen Transformationen (z. B. eine Brotlaib-Form mit dem Querschnitt einer auf einer Seite abgeplatteten Ellipse). Auf diese Art ergeben sich 36 verschiedene Geon-Typen. Der rechte Teil der *Abbildung 11* zeigt einige Objekte, die aus den Beispiel-Geonen zusammengesetzt sind.

Geone sollen nach Biederman (1987) vor allem dadurch gekennzeichnet sein; dass sie sogenannte „nicht-zufällige Eigenschaften“ aufweisen, Eigenschaften, die die Geone unter ganz verschiedenen Perspektiven unterscheidbar machen. Betrachten Sie bitte die Objekte in der mittleren Reihe der *Abbildung 11*, den Becher und den Aktenkoffer. Dem Becher liegt zentral das Zylinder-Geon zu Grunde, dem Aktenkoffer der Quader. Ein Quader hat ausschließlich rechteckige Flächen. Beim Aktenkoffer in *Abbildung 11* sind aber keine rechteckigen Flächen zu sehen, sondern nur Parallelogramme! Das trifft auf fast alle Abbildungen von Quadern zu. *Zufällig* kann mal eine Perspektive dabei sein, die eine Seitenfläche genau rechteckig zeigt. *Nicht-zufällig* sind aber die Merkmale paralleler Kanten und pfeil- und y-förmiger Eckpunkte. Beim Zylinder ist es ähnlich: Wir sehen keine kreisrunde Fläche, wir sehen kein Rechteck, obschon dies in gewisser Weise die Grundelemente sind. Was wir sehen sind aber zwei parallele Kanten (links und rechts) und zwei y-artige



Abbildung 12 Drei Zeichnungen eines Glases (aus Biederman, 1987)

Ecken (dort wo die Ellipse mit den senkrechten Kanten zusammenstößt). Die Verarbeitung solcher „nicht-zufälligen“ Eigenschaften“ führt nach Biederman (1987) also zur Erkennung einzelner Geone.

Wenn Objekte aber aus verschiedenen Geonen zusammengesetzt sind: wie wird diese Zusammensetzung erkannt? Wie ähnlich auch schon Marr (1982) und andere, hebt Biederman (1987) hervor, dass konkave Einbuchtungen (*concavities*) wesentlich für die Strukturierung des Bildes sind. Schauen Sie sich *Abbildung 12* an: Links ist die Abbildung eines Glases zu sehen, rechts davon zwei Kopien mit jeweils unterschiedlichen, aber gleich umfangreichen Radierungen. Es ist offensichtlich, dass man im mittleren Bild leichter das Glas identifiziert als im rechten. Bei dem rechten Bild fehlen aber genau die konkaven Einbuchtungen (d. h. die Übergänge zwischen Stiel und Fuß und Stiel und Glaskörper).

Diese „Konkavitäten“ sind in der Regel die Stellen an Objekten, an denen die verschiedenen Komponenten aufeinanderstoßen. Zusammengefasst kann man also sagen, dass die parallele Verarbeitung von „Konkavitäten“ einerseits, „nicht-zufälligen Eigenschaften“ andererseits zu einer Erkennung der Einzelkomponenten führt.

Phase 3: Objekterkennung durch Abgleich

Am Ende der Phase 2 steht also eine interne Kodierung der Geone, ihrer relativen Größe und ihrer Lage zueinander. Nach Biederman sind bekannte Objekte im Gedächtnis in derselben „Sprache“ – um noch einmal die Metapher von oben aufzunehmen – kodiert, so dass ein Objekt-„Wort“, das aus den Prozessen der ersten beiden Phasen entstanden ist, direkt einen Eintrag im Gedächtnis aktivieren kann. Hummel und Biederman (1992) haben die Gesamttheorie als ein „neuronales Netzwerk“ (vgl. Kapitel 2.2; *Subsymbolische Modelle*) modelliert.

Welche empirische Evidenz gibt es für das Modell? Die zentrale Annahme, die getestet werden kann, besagt, dass auf dem Weg zur Erkennung eines Ob-

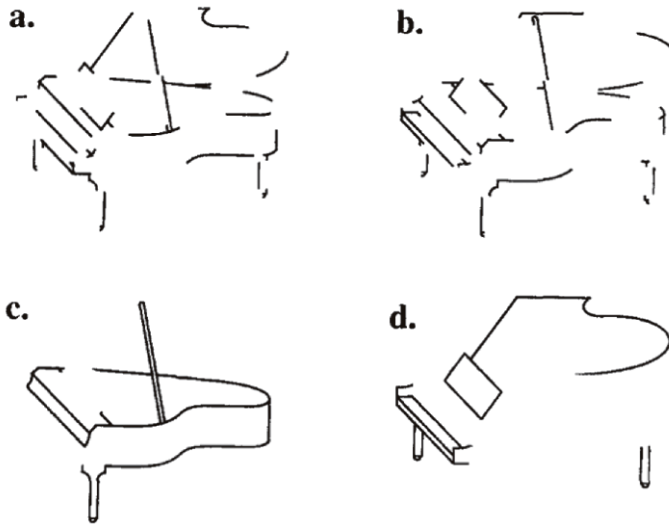


Abbildung 13 Vier Varianten von „radierten“ Flügeln
(aus Biederman & Cooper, 1991)

jektes eine Verarbeitungsebene etabliert wird, die die Komponenten (Geone) kodiert (so wie es beim Lesen von Wörtern die Buchstabenebene gibt). Schauen Sie sich *Abbildung 13* an. Es handelt sich stets um dasselbe Bild eines Flügels; die vier Varianten stellen aber verschiedene „Radierungen“ dar. Die beiden Bilder in der oberen Zeile ergänzen sich zum Gesamtbild; das gleiche gilt für die Bilder in der unteren Zeile. In der oberen Zeile sind in beiden Bildern alle Komponenten (Geone) des Flügels vorhanden; in der unteren Zeile sind dagegen jeweils ganze Komponenten ausradiert. Biederman und Cooper (1991) präsentierten ihren Versuchsteilnehmern in einer ersten Experimentalphase Objektbilder entweder vom Typus a oder Typus c. Die Bilder wurden nur sehr kurz präsentiert und mussten so schnell wie möglich benannt werden. In der zweiten Experimentalphase wurden (jeweils für ein Drittel der Objekte) entweder exakt dasselbe Bild, das komplementäre (also b für a bzw. d für c; vgl. *Abbildung 13*) oder ein anderes Bild derselben Objektkategorie gezeigt.

Man weiß, dass es enorme Leistungsverbesserungen bei wiederholter Darbietung gibt; das zeigte sich auch hier: bei Wiederholung desselben Bildes wurde viel schneller und fehlerfreier geantwortet als in der ersten Phase. Man weiß auch, dass diese Verbesserungen mit der perzeptuellen Verarbeitung zu

tun haben: Die Leistung bei dem anderen Exemplar derselben Kategorie war zwar auch verbessert; sie war aber schlechter als bei der Wiederholung desselben Bildes. Der entscheidende Vergleich betraf die Leistung für die komplementären Bilder. In der Variante, in der alle Komponenten der Objekte schon in der ersten Phase durch die Zeichnung unterstützt wurden (obere Zeile in *Abbildung 13*), sollte die Leistungsverbesserung in der Phase 2 ebenso hoch sein wie für das identische Bild. In der Variante dagegen, in der nur die Hälfte der Komponenten in der ersten Phase durch die Zeichnung unterstützt wurden (untere Zeile in *Abbildung 13*), sollte die Leistungsverbesserung in der Phase 2 nicht so hoch sein wie für das identische Bild. Genau diese Ergebnisse fanden sich und liefern damit Unterstützung für das Modell.

Ist Objekterkennung tatsächlich perspektivenunabhängig?

Die Theorie von Biederman (1987) macht eine große Annahme, die zwar intuitiv hoch plausibel ist, aber zunächst gar nicht überprüft wurde. Wir meinen die Annahme, dass Objekte weitgehend unabhängig von der Perspektive gleich mühelos erkannt werden. Es gibt inzwischen zahlreiche Hinweise, dass dies nicht so ist (für Hinweise vgl. Peissig & Tarr, 2007). Daher wurden andere Modelle vorgeschlagen, die diesen Ergebnissen Rechnung tragen. Während Biederman (1987) und zuvor Marr (1982) das Grundprinzip verfolgten, dass aus zwei-dimensionalen Abbildungen eine drei-dimensionale interne Rekonstruktion erfolgt, basieren die alternativen Ansätze auf dem Prinzip, dass der aktuelle Stimulus mit internen perspektivischen zwei-dimensionalen Ansichten der Objekte abgeglichen wird. Unakzeptabel erscheint dabei die Annahme, dass jeder Perspektive, die man zu einem Objekt haben kann, eine interne Repräsentation entspricht. Dagegen spricht allein schon die Uneleganz eines solchen Ansatzes. Zudem ist er unplausibel, da er implizit die Annahme macht, dass eine unvertraute Ansicht auf ein bekanntes Objekt zu keinerlei (und nicht etwa nur zu erschwertem) Erkennen führt. Letztlich würde ein solcher Ansatz ebenfalls nicht den Befunden gerecht, dass die *Leichtigkeit* der Erkennung perspektivenabhängig zu sein scheint. Die Folgerung ist, dass diese alternativen Ansätze stets einen Prozess annehmen müssen, der den Abgleich zwischen der unvertrauten Perspektive des aktuellen Stimulus und einer von mehreren repräsentierten Perspektiven vorsieht. Tarr und Pinker (1989) zum Beispiel nehmen einen Prozess der mentalen Rotation an: die aktuelle Ansicht wird mental so rotiert, dass sie mit einer der vertrauten, abgespeicherten Sichten übereinstimmt. Das Problem hierbei scheint uns zu sein, dass „mentale Rotation“ mehr eine Beschreibung der Befunde (längere Antwortzeiten in Abhängigkeit davon, wie weit die aktuelle Sicht von der vertrauten Sicht ver-

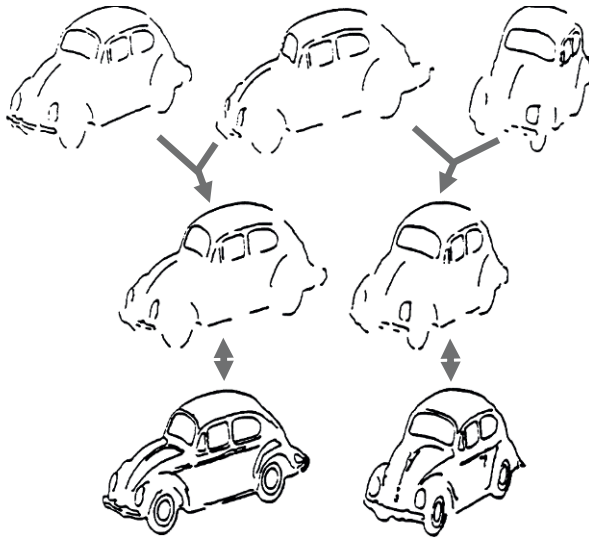


Abbildung 14 Veranschaulichung des Modells von Ullman (1989; mod. Abb. aus Ullmann, 1989)

dreht ist) und des phänomenalen Empfindens (die Versuchsteilnehmer haben den subjektiven Eindruck, dass sie das Objekt intern rotieren) ist als eine wirkliche Prozesstheorie. Ullman (1998) machte einen Vorschlag hierzu. Er geht ebenfalls von mehreren zwei-dimensionalen Repräsentationen bekannter Objekte aus, zwischen denen eine lineare Interpolation realisiert wird, die mit aktuellen Stimulusvorgaben abgeglichen werden. Schauen Sie sich *Abbildung 14* an. In der oberen Zeile sind drei intern gespeicherte Ansichten eines VW-Käfers zu sehen; in der unteren Zeile sind zwei verschiedene Stimulusvorgaben zu sehen. Diese Vorgaben als VW-Käfer zu erkennen basiert nach Ullman darauf, dass aus den gespeicherten Abbildungen durch Interpolation Repräsentationen entstehen, die leicht mit der aktuellen Stimulusvorgabe abgeglichen werden können.

Wie so häufig in empirischen Wissenschaften im Allgemeinen und der Psychologie im Besonderen, haben beide großen Ansätze der Objekterkennung Schwierigkeiten die Vielfalt der Befunde zu erklären (vgl. z. B. Tarr & Bülthoff, 1998). Dies liegt auch daran, dass seit der Zeit der frühen Modelle die Menge der Befunde stark angewachsen ist. Neben die Verhaltensexperimente (wie zum Beispiel das oben an dem Flügel-Bild erläuterte) traten Ergebnisse

mit bildgebenden Verfahren (insb. fMRT, vgl. Kapitel 2.3), aber auch tierexperimentelle Untersuchungen vor allem mit Affen, bei denen die Aktivität einzelner Neuronen in Reaktion auf Objekte in verschiedenen Perspektiven gemessen wurden (vgl. den Überblick von Peissig & Tarr, 2007).

In ihrem Überblicksartikel stellen Palmeri und Gauthier (2004) daher fest, dass in jüngerer Zeit vermehrt hybride Modelle vorgeschlagen werden, also Modelle, die sowohl perspektivenunabhängige Prozesse als auch perspektivenabhängige, auf einzelnen zweidimensionalen Sichten basierende Objekterkennung postulieren. Zum Beispiel fanden Burgund und Marsolek (2000) Hinweise, dass jeweils unterschiedliche Hirnstrukturen für diese Prozesse verantwortlich sind.

Die Debatte drehte sich vor allem um die Frage der Perspektivenabhängigkeit bzw. -unabhängigkeit; für unser nächstes Thema ist dagegen das damit verbundene Gegensatzpaar entscheidender: Ist ein notwendiger Zwischenschritt der Objekterkennung die Erkennung von Komponenten oder basiert Objekterkennung auf einer „ganzheitlichen“ Verarbeitung des Stimulus? Es ist interessant zu sehen, dass für die Erkennung von Objekten inzwischen gern angenommen wird, dass beides eine Rolle spielt. Für zwei große und in der menschlichen Wahrnehmung besonders wichtige Objektkategorien wurde diese Frage jeweils in der einen oder in der anderen Weise beantwortet. Wir meinen dabei zum einen Wörter, zum anderen Gesichter. Im Kasten *Ein Modell der Worterkennung* wollen wir kurz auf die Verarbeitung von Wörtern eingehen. Danach widmet sich ein Abschnitt der Gesichtswahrnehmung.

Ein Modell der Worterkennung

Wir hatten im einführenden Kapitel 1.1 das Beispiel des „lesbaren Buchstabensalats“ gebracht: Wenn Buchstaben ineinander von Wörtern zufällig getauscht werden, kann man immer noch vergleichsweise gut lesen. Wie kann man das erklären? Nach einem einflussreichen Modell der Worterkennung (McClelland & Rumelhart, 1981) ist die Erkennung von Wörtern ein Prozess, bei dem drei Ebenen zusammenwirken. *Abbildung 15* veranschaulicht dies ausschnittshaft.

Auf der untersten Ebene gibt es einfache Einheiten, die die Grundmerkmale von Buchstaben repräsentieren. Beim Buchstaben „T“ wären das die Einheiten für „Querstrich (oben)“ und „Längsstrich (Mitte)“. Diese Einheiten sind mit Buchstabeneinheiten auf der nächsten Ebene verknüpft. Sie aktivieren die Buchstabeneinheit T. Diese wiederum aktiviert auf der dritten Ebene alle Wörter, die mit T beginnen. Genauso gibt

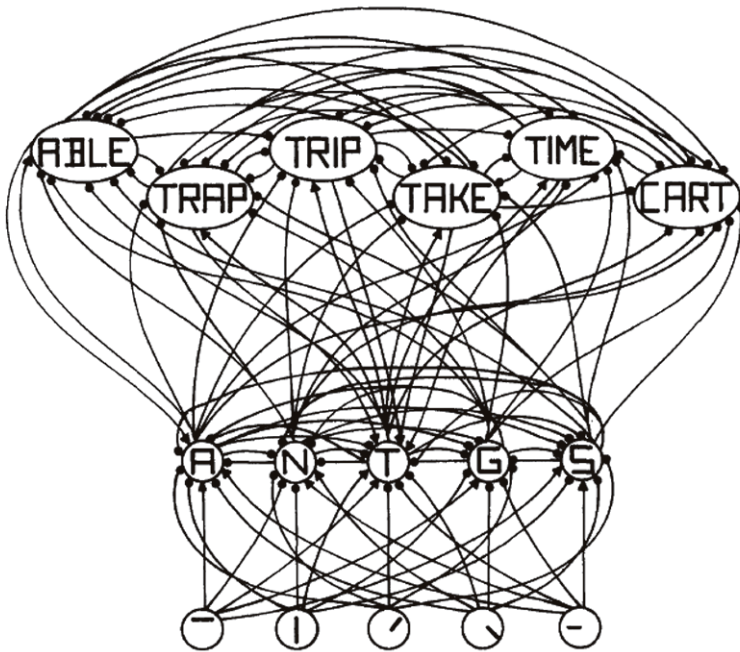


Abbildung 15 Veranschaulichung des Worterkennungsmodells von McClelland und Rumelhart (1981; Fig. 3)

es Buchstabeneinheiten für den zweiten, dritten usw. Buchstaben eines Wortes. Auf Buchstaben- und Wort-Ebene hemmen die verschiedenen Einheiten sich wechselseitig. Das heißt, letztlich kann nur die Einheit auf jeder Ebene gewinnen, die am stärksten aktiviert ist. Dabei gibt es von der Wort- zur Buchstabenebene eine Rückwirkung. Falls zum Beispiel bei dem Wort „Tisch“ das „s“ halb verdeckt ist, so wird die Einheit „s an dritter Stelle“ nur wenig „von unten“ (*bottom up*), d. h. von der Merkmals-ebene her, aktiviert. Das Wort „Tisch“ ist aber schon durch die anderen Buchstaben soweit voraktiviert, dass es „von oben“ (*top down*) die Einheit „s an dritter Stelle“ aktiviert. Es findet also eine stimmige Musterergänzung statt, wenn ein Wort nicht vollständig zu sehen ist. Da dieses Modell Buchstaben immer nur an der richtigen Stelle vorsieht, kann es zwar noch nicht erklären, dass der „Buchstabensalat“ – Wörter mit intern vertausch-

ten Buchstaben – recht gut zu lesen sind. Eine leichte Erweiterung macht dies aber möglich (vgl. Grainger & Whitney, 2004).

Wichtig ist an dieser Stelle, dass das Modell explizit vorsieht, dass Worterkennung die Verarbeitung der Komponenten – also der Buchstaben – voraussetzt. Diese Annahme korrespondiert der Annahme von Biederman (1987), dass generell Objekterkennung die Zwischenstufe der Geon-Erkennung voraussetzt.

Gesichterwahrnehmung

Stellen Sie sich vor, wir würden Ihnen Bilder von bekannten und unbekannten Personen zeigen, wobei wir mit „bekannt“ Prominente wie zum Beispiel Angela Merkel, Barack Obama, Brad Pitt, George Clooney oder Madonna meinen. Wir sind uns vermutlich einig, dass Sie mühelos bekannte von unbekannten Gesichtern trennen könnten und auch die bekannten Gesichter den Namen zuordnen könnten, obschon Sie in der Regel das jeweilige Foto zum ersten Mal sehen. Aber versuchen Sie bitte einmal, die Merkmale der bekannten Gesichter aus der Erinnerung heraus zu beschreiben: Welchen Mund hat George Clooney? Welche Nase Madonna? Dieser Vergleich von Leichtigkeit des Wiedererkennens und Schwierigkeit der Komponentenbenennung (so fragwürdig er als experimentalpsychologischer Vergleich sein mag) kann als alltagspsychologischer Hinweis darauf gedeutet werden, dass Gesichterwahrnehmung gerade nicht über die Verarbeitung von Komponenten geht, sondern die gesamte konfigurale Einheit verarbeitet wird. Man spricht hier auch von holistischer Verarbeitung.

Es gibt einige Hinweise auf diesen besonderen Status der Gesichter-Wahrnehmung. Umgedrehte Gesichter, zum Beispiel, scheinen nicht mehr in derselben Weise verarbeitet zu werden wie aufrecht dargebotene. Schauen Sie sich den freundlich lächelnden jungen Mann in der *Abbildung 16* an, links ein normales Foto, rechts dasselbe Foto „auf dem Kopf“ – aber nur scheinbar dasselbe Foto! Drehen Sie einmal das Buch um 180° ...

Diese Illusion – d. h. dass man ein weitgehend intaktes Gesicht in der gedrehten Version wahrnimmt, obschon es sich um ein grotesk verzerrtes Foto handelt – wurde erstmals mit der damaligen britischen Premierministerin Thatcher gezeigt und wird seitdem als Thatcher-Illusion bezeichnet (Thompson, 1980).

Strengere experimentelle Hinweise liefern Gedächtnisexperimente (vgl. für das folgende Diamond & Carey, 1986). Den Probanden wird eine Reihe

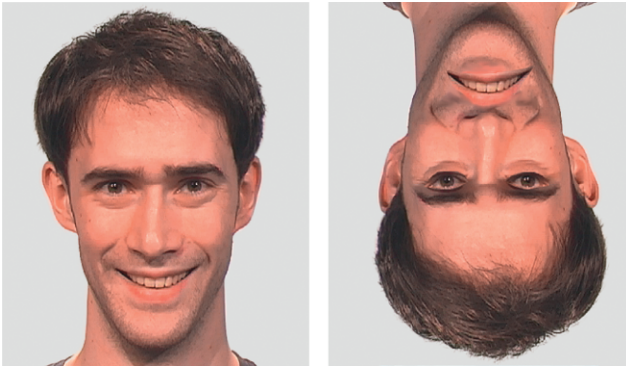


Abbildung 16 Zwei identische Fotos? (Foto aus Paulus, Rohr, Neuschwander, Seewald & Wentura, 2011)

von Gesichtern oder – zur Kontrolle – eine Reihe von Hunde-Bildern gezeigt. Danach erfolgt ein Wiedererkennenstest, bei dem jeweils ein Paar von ähnlichen Gesichtern oder ähnlichen Hunden gezeigt wird; ein Paarling ist alt, einer neu. Die Probanden müssen unterscheiden, welcher alt, welcher neu ist. Eine weitere Variation ist nun, ob die Stimuli (sowohl in Lern- und Wiedererkennensphase) richtig herum oder um 180° gedreht gezeigt werden. Die Wiedererkennensleistung sinkt in der Bedingung mit den gedrehten Bildern. Allerdings ist dieser Effekt sehr klein (und manchmal gar nicht zu finden) für die Hunde (und andere Objekte), während er für Gesichter sehr ausgeprägt ist (vgl. auch McKone, Kanwisher & Duchaine, 2007). Die gängige Erklärung ist, dass der typische Verarbeitungsmodus für Gesichter konfigural ist; wir verlassen uns bei der Wiedererkennung darauf. Bei umgedrehten Gesichtern versagt dieser Modus; die Gedächtnisleistung sinkt, da die Verarbeitung ungewohnt und damit ineffizient ist. Andere Objekte werden von vorneherein eher komponenten-orientiert verarbeitet; dieser Modus funktioniert in etwa gleich gut bei normalen und gedrehten Bildern.

Besondere Unterstützung erhielt der Gedanke der Besonderheit der Gesichterverarbeitung durch neuro-kognitive Erkenntnisse. Durch bildgebende Verfahren (fMRT) zeigte sich, dass eine spezifische Hirnregion – ein Teil des sogenannten *Gyrus fusiformis* – speziell bei der Gesichtsverarbeitung aktiv ist (Kanwisher, McDermott & Chun, 1997). In der Tat erhält eine solche Vermutung, dass der besondere Status von Gesichtern sogar strukturell verankert ist, weitere Unterstützung, wenn man an die spezielle Störung der *Prosopa-*

gnosie erinnert: Insbesondere durch Hirnverletzungen, aber auch als vererbte Form können massive, sehr spezifische Probleme der Erkennung bekannter Personen beobachtet werden (bei ansonsten intakter visueller Wahrnehmung inklusive der Objekterkennung).

Zwischenzeitlich wurde dieser spezielle Status der Gesichtsverarbeitung stark angezweifelt, da auf eine deutliche Konfundierung (vgl. zu diesem Begriff Kap. 2.3) der üblichen experimentellen Variation ‚Gesichter versus andere Objekte‘ hingewiesen wurde: Für Gesichter sind wir alle Experten; das heißt, wir haben sehr viel Erfahrung speziell mit dieser Objektklasse. Man weiß aus der sogenannten Expertise-Forschung (vgl. z. B. Ericsson & Lehmann, 1996), dass diese Erfahrung – vereinfacht gesagt – zu besonders effizienten Verarbeitungsprozessen führt. In der Tat deuteten schon frühe Ergebnisse darauf hin, dass sich hinter der Gesichtsverarbeitung Expertise zu verbergen schien. Die oben erwähnte Studie von Diamond und Carey (1986) nutzte aus einem besonderen Grund Hunde-Bilder als Kontrollkategorie: Für Hunde sind die meisten Menschen Laien (beachten Sie: es geht nicht darum, Schäferhunde von Dackeln zu unterscheiden, sondern, zum Beispiel, verschiedene Schäferhunde voneinander); manche Personen haben aber hohe Expertise darin. Tatsächlich fanden die Autoren, dass Hundexperten bei Hundebildern ähnliche Effekte produzierten wie „normale“ Personen bei Gesichtern. Ebenso zeigte sich, dass wenn man Personen zu Experten einer Klasse künstlicher Objekte („Greebles“) macht, die Verarbeitung dieser Objekte ebenfalls zu einer Aktivierung des Gesichtsareals im *Gyrus fusiformis* führte (Gauthier, Tarr, Anderson, Skudlarski & Gore, 1999). Jüngere Studien stellen diese Erklärung wieder in Frage (McKone et al., 2007); zum Beispiel konnte die Hundestudie von Diamond und Carey nicht repliziert werden. Die Debatte ist aber noch unabgeschlossen (vgl. z. B. McGugin & Gauthier, 2010; Webster & MacLeod, 2011).

3.3 Wahrnehmung im Dienste des Handelns

James J. Gibson (1904–1979) würde sich vermutlich wundern, wenn er seinen Namen in einem Lehrbuch zur Kognitiven Psychologie fände. Gibson war ein berühmter Wahrnehmungspsychologe und er hatte ein Programm, das man als Antithese zu kognitionspsychologischer Wahrnehmungspsychologie empfinden konnte. Während die frühe Kognitive Psychologie eher den Aufbau einer internen Repräsentation der Welt aufgrund einer Reihe von Analyseschritten betonte, hob Gibson eher hervor, welche reichhaltige Informationen direkt in unserer Umwelt (in unserer *Ökologie*) vorhanden sind und unser

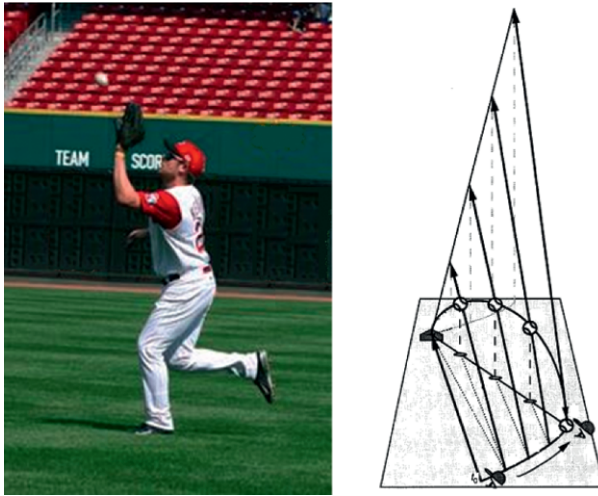


Abbildung 17 Wie fängt der Spieler den Ball? (Abb. rechts aus McBeath et al., 1995)

Handeln leiten können. (Man spricht deshalb auch vom ökologischen Ansatz der Wahrnehmungspsychologie; vgl. Bruce et al., 2003.) Um nur ein Beispiel zu nennen: Stellen Sie sich ein großes Getreidefeld vor. Vor Ihnen sind die einzelnen Halme gut unterscheidbar zu erkennen; nach hinten verschwimmen die einzelnen Halme zu einer Struktur, die keine einzelnen Objekte mehr erkennen lässt. Gibson (1950) spricht hier von der *Textur* der Umwelt und von dem *Texturdichtegradienten* (d. h. der Veränderung der Textur in der Tiefendimension), die dem Betrachter direkt Informationen über die Erstreckung der Umwelt in der dritten Dimension gibt.

Ein wichtiger Eckpfeiler des Gibsonschen Denkens über Wahrnehmung ist die Erkenntnis, dass Wahrnehmung auf der Veränderung des Wahrnehmungsfeldes in der Bewegung des Beobachters beruht (vgl. Bruce et al., 2003). In der Tat könnte man hier ein Defizit des traditionelleren Zugangs zur Wahrnehmungspsychologie sehen. Wir wollen das an einem Beispiel erläutern. In *Abbildung 17* ist ein Baseballspieler zu sehen. Sein Problem ist, dass er den Ball fangen soll, der an einer ganz anderen Stelle auftreffen wird als an seinem momentanen Standort. Wie schafft er das? Berechnet er auf komplexe Art die Flugbahn, um dann zu überbeschlagen, wie schnell er laufen muss, damit er im richtigen Moment an der richtigen Stelle ist? McBeath, Shaffer und Kaiser

(1995) behaupten, dass es viel einfacher ist: Der Fänger läuft so, dass die Flugbahn des Balles für ihn immer wie eine Gerade aussieht (so wie es in *Abbildung 17* rechts angedeutet ist); dann wird er zur richtigen Zeit am richtigen Ort sein. Hier wird eine Regelmäßigkeit der Umwelt genutzt, die sich erst dem sich bewegenden Beobachter erschließt.

Wahrnehmung und Handlung sind viel enger verknüpft als traditionellerweise gedacht. Norman (2002) weist daraufhin, dass die traditionellere Kognitive Wahrnehmungspsychologie und die Gibsonsche ökologische Perspektive möglicherweise durch die Zwei-Pfade-Theorie der neuro-kognitiven Verarbeitung versöhnt werden können. Denken Sie auch noch einmal zurück an die Prismenbrillen-Versuche, die oben geschildert wurde: Trotz der „umgedrehten“ bewussten Wahrnehmung adaptierten die Personen sehr schnell in ihrer Handlungsfunktionalität (sprich: Sie konnten zum Beispiel wieder Rad fahren oder schreiben). Diese Adaptation setzte aber offenbar voraus, dass man immer wieder zu handeln versuchte (Kohler, 1951). Es gibt eine Reihe von neueren Entwicklungen, die das Zusammenspiel von Wahrnehmung und Handlung besonders betonen. Wir wollen hier eine besonders prominente Theorie näher vorstellen.

Theorie der Ereigniskodierung

Wie sind motorische Handlungen (z. B. das Greifen eines Apfels) im Gedächtnis repräsentiert? Eine naive Theorie würde eine lineare Abfolge der folgenden Schritte annehmen (vgl. Prinz, 1997 und *Abbildung 18a*): der Apfel wird wahrgenommen (in der Abbildung allgemein als „Ereignis“ bezeichnet, das zu einem Aktivationsmuster in den Sinnesorganen, z. B. auf der Netzhaut führt), intern repräsentiert („sensorische Kodierung“) inklusive der Lageparameter, ein motorisches Programm wird erzeugt („motorische Kodierung“), welches dann die Körper- und Handbewegungen steuert („Erregungsmuster der Motorik“). Der kritische Punkt bei einem solchen Modell verbirgt sich in dem kleinen horizontalen Pfeil (mit „Übersetzung“ bezeichnet). Nach diesem Modell sind die interne Repräsentation von Ereignis und Motorik in nicht direkt vergleichbarer Form intern repräsentiert, müssen aber aufeinander bezogen werden: Da ist die Repräsentation des Apfels als dreidimensionales Objekt mit seinen Merkmalen (Farbe, Form) in einer bestimmten Lage an einem bestimmten Ort. Und da sind die internen Steuerungs-codes für die Hand, die nach dem Apfel greifen soll. Wie gelingt die Übersetzung, ohne einen *Homunculus* (vgl. Kapitel 2.2) heraufzubeschwören?

Der *common coding*-Ansatz (Hommel, Müsseler, Aschersleben & Prinz, 2001; Prinz, 1997) sieht vor, dass Ereignisse und Handlungen in einem ge-

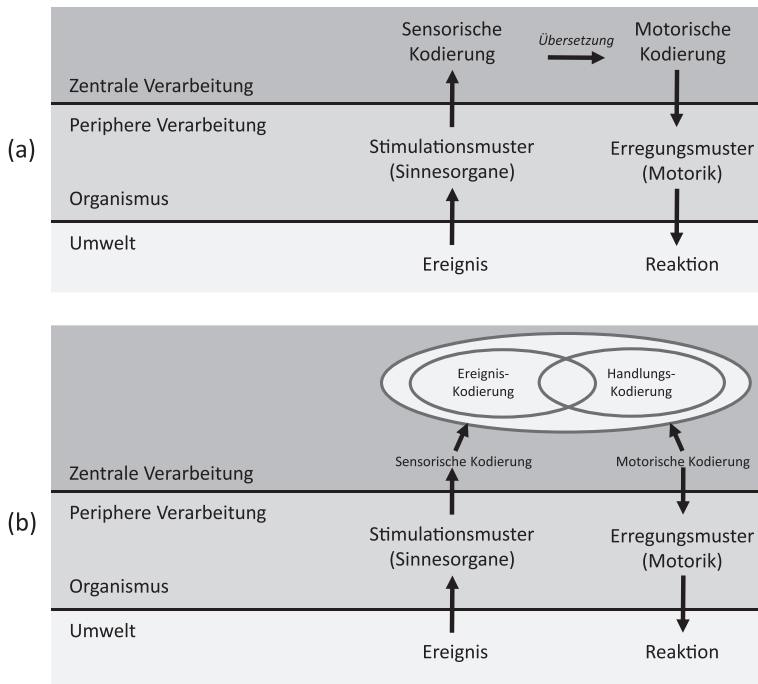


Abbildung 18 Das traditionelle „Übersetzungs“-Modell der Wahrnehmungs-Handlungs-Verbindung (a) und das *common coding*-Modell (b; Abb. nach Prinz, 1997)

meinsamen Format (vgl. *Abbildung 18b*) repräsentiert sind, so dass sich kein Übersetzungsproblem stellt. Was soll das bedeuten? Handlungen sind beobachtbare Ereignisse in der Umwelt; insofern kann man vermuten, dass die höchste Ebene, auf der Handlungen repräsentiert sind, diejenige der intendierten Konsequenzen der motorischen Bewegungen ist. Der Griff nach dem Apfel ist als eine Art Ereignissimulation im gleichen Format wie die Wahrnehmung dieses Ereignisses repräsentiert. Wenn diese Ereignissimulation abgerufen wird, führt dies auch zur Aktivierung der diese Ereignissequenz erzeugenden motorischen Programme (das sogenannte *ideomotorische Prinzip*). Wie kann das wiederum sein? Hier können wir mit generell gültigen Lernprinzipien annehmen, dass zunächst zufällige Bewegungsmuster, die einen bestimmten erwünschten Effekt hervorgebracht haben, in ihren mo-

torischen Merkmalen (d. h. in ihrer Ausrichtung und Abfolge) abgespeichert werden.

Theorien überzeugen insbesondere dann, wenn sie überraschende Vorhersagen machen und diese dann auch bestätigt werden; für die *common coding*-Theorie sei die folgende näher beschrieben: Wenn die Wahrnehmung der eigenen Handlung wiederum ein Auslösereiz für das gleiche Bewegungsmuster ist, gibt es ein Problem. Stellen Sie sich vor, Ihnen wird die Aufgabe gegeben, sich entsprechend eines Hinweisreizes (ein Pfeil nach links oder rechts) vorzubereiten, eine linke oder rechte Taste zu drücken (Müsseler & Hommel, 1997). Dabei wird auf der obersten Repräsentationsebene der Ereignis- und Handlungscode für den Druck der linken Taste aktiviert und mit dem motorischen Programm zu einem gemeinsamen Code „gebunden“ (sogenannte *event files*; Hommel, 1998; 2004). Um geordnetes Handeln zu ermöglichen, muss diese Bindung vor zufällig eintreffenden Reizen, die denselben Code aktivieren, geschützt werden. Die Vorhersage ist also, dass die Wahrnehmbarkeit von Reizen, die denselben Code benutzen, im Moment der Handlungsausführung reduziert ist. Müsseler und Hommel (1997) konnten dies in einer Reihe von Experimenten nachweisen. Den Teilnehmern wurde folgende Sequenz von Reizen und Aufgaben gegeben: Am Anfang der Sequenz stand ein kurz eingeblendeter Pfeil, der nach links oder rechts zeigte. Die Teilnehmer mussten eine entsprechende Handlung (d. h. Drücken einer linken oder rechten Taste) vorbereiten. Tatsächlich mussten Sie zunächst synchron beide Tasten und dann erst die dem Pfeil korrespondierende Taste drücken. Durch den synchronen Druck beider Tasten wurde die Präsentation eines weiteren Pfeilreizes ausgelöst. Er zeigte entweder in dieselbe oder die entgegengesetzte Richtung. Zudem kam er äußerst kurz und wurde sofort durch eine „Maske“ (ein Zufallsmuster von Bildpixeln) ersetzt, so dass die Erkennungsleistung deutlich herabgesetzt war. Das entscheidende Ergebnis war nun, dass die Erkennungsleistung für Pfeile, die der vorbereiteten Handlung korrespondierten, herabgesetzt war. Die Interpretation ist, dass die Ereigniscodes für die Richtung vorübergehend „gesperrt“ sind, da sie für die Handlung benötigt werden.



Weiterführende Literatur

Sehr gute Einführungen in die gesamte Wahrnehmungspsychologie bieten Ansorge und Leder (2011) und Goldstein (2008). Das Lehrbuch von Bruce et al. (2003) über visuelle Wahrnehmung ist tiefgehender, für

den Anfänger sicherlich etwas schwierig, aber profund. Inzwischen ein „Klassiker“ ist das Buch von Milner und Goodale (2006) über die Zwei-Pfade-Theorie; in der zweiten Auflage ergänzt um ein Kapitel, das die Entwicklungen seit der ersten Formulierung der Theorie Mitte der Neunziger Jahre beschreibt. Goodale und Milner (2004) ist eine Fassung der Theorie für einen breiteren Leserkreis.

4

Aufmerksamkeit

Um uns der Frage „*Was ist Aufmerksamkeit?*“ zu nähern, benutzen wir zunächst unser alltagspsychologisches Verständnis von Aufmerksamkeit. Was bedeutet es, wenn wir einer Sache oder jemandem *Aufmerksamkeit schenken*? Was meinen wir, wenn wir besonders aufmerksam sein wollen? Typischerweise haben solche Dinge mit *sich konzentrieren* zu tun. Wenn wir aufmerksam sind, dann achten wir in besonderem Maße auf etwas (vielleicht auf die Straße, weil wir gerade in einer uns unbekannten Umgebung Auto fahren). Wenn wir jemandem Aufmerksamkeit schenken, dann konzentrieren wir uns vielleicht auf das, was derjenige gerade sagt, während wir andere Sprecher gleichzeitig ignorieren (wenn Sie sich z. B. mit einem Kommilitonen während einer Vorlesung unterhalten, konzentrieren Sie sich weniger auf das, was der Dozent gerade spricht). Aufmerksamkeit hat aber ebenfalls auch etwas mit *Bewusstsein* oder auch nur mit einer gewissen Form des *Bewusstseins* zu tun. Wenn uns ein Fehler unterläuft (wir stoßen aus Versehen ein Glas um), dann könnten wir sagen „Entschuldigung, ich habe nicht aufgepasst, ich war nicht aufmerksam.“ Diese alltagspsychologische Umschreibung des Konzeptes Aufmerksamkeit ist auf der einen Seite natürlich zu ungenau. Auf der anderen Seite untersucht die Kognitive Psychologie jedoch tatsächlich genau jene Prozesse, die Alltagspsychologen mit ihrer Vorstellung von Aufmerksamkeit verbinden.

Die kognitionspsychologische Forschung im Bereich Aufmerksamkeit ist maßgeblich bestimmt durch Theorien mittlerer Reichweite (funktionsorientierte Theorien; vgl. Kapitel 2.2), die spezifische Aspekte von Aufmerksamkeit genau beschreiben und die typischerweise jeweils mit ein oder zwei Paradigmen verbunden sind. Dabei wird oft (durchaus bewusst) ignoriert, dass das Gesamtkonstrukt Aufmerksamkeit noch nicht klar bekannt ist, und dementsprechend einzelne empirische Befunde nur Bausteine darstellen. Das ist der Grund, warum man auf eine vermeintlich einfache Frage „*Was ist Aufmerksamkeit?*“ möglicherweise schwieriger antworten kann, je mehr man sich mit diesem Gebiet beschäftigt. Und das ist ebenfalls der Grund, warum

man durchaus unterschiedliche Antworten erhalten kann, wenn man unterschiedliche Experten befragt. Trotz der Komplexität des Forschungsbereiches Aufmerksamkeit ist es Konsens, dass Aufmerksamkeit ein Kernkonzept der (kognitiven) Psychologie ist; ohne Aufmerksamkeit ist kontrolliertes Handeln, Lernen oder auch nur die „Brücke“ zwischen Wahrnehmung und Gedächtnis, oder Wahrnehmung und Bewusstsein nicht möglich.

Wenn wir nun versuchen, diesen Bereich zu ordnen, dann müssen Sie akzeptieren, dass die einzelnen Aspekte und Forschungsfragen im Bereich Aufmerksamkeit nicht direkt miteinander verbunden sind, und dass es zurzeit keine einfache oder kurze Antwort auf die Frage „*Was ist Aufmerksamkeit?*“ gibt. Zum Einen werden wir exemplarisch einige wichtige Debatten andiskutieren, um ein Bild davon zu vermitteln, was zentrale Forschungsfragen zum Konstrukt Aufmerksamkeit sind. Zum Anderen möchten wir die verschiedenen Arten von Aufmerksamkeit besprechen (damit meinen wir besonders die Reize oder Bereiche, die mit Aufmerksamkeit versehen werden, z. B. *räumliche* versus *objekt-basierte* Aufmerksamkeit). Als Ordnungsprinzipien schlagen wir die Funktionen der Aufmerksamkeit vor; das heißt es ist durchaus möglich, verschiedene Aspekte von Aufmerksamkeit unter einer Funktion zu subsumieren. Dieser *funktionale* Zugang zum Konstrukt Aufmerksamkeit hat sich in den letzten zwei Jahrzehnten durchgesetzt.

4.1 Aufmerksamkeitsfunktionen

Mindestens drei Hauptfunktionen der Aufmerksamkeit lassen sich benennen, nämlich *Planen/Kontrollieren*, *Überwachen* und *Selektieren*. Mit *Planen/Kontrollieren* ist gemeint, dass wir Aufmerksamkeit benötigen, um eine kontrollierte (also eine nicht automatisch ablaufende) Handlung vorzubereiten und auszuführen. Das gilt besonders auch dann, wenn wir zwei verschiedene Dinge gleichzeitig tun (ein noch nicht gut geübtes Klavierstück zu spielen und sich simultan zu unterhalten, ist durchaus schwierig und erfordert eine angemessene Zuweisung von kognitiven Ressourcen). Diese Funktion von Aufmerksamkeit erleben wir phänomenal typischerweise als „sich auf eine Aufgabe oder Handlung konzentrieren“. Eine andere wichtige Funktion von Aufmerksamkeit ist *Überwachen*. Damit ist tatsächlich ein stetiges Überwachen der eigenen Umwelt gemeint. Plötzliche Veränderungen in der Umwelt ziehen (möglicherweise automatisch) Aufmerksamkeit auf sich und werden so erkannt. Angenommen Sie fahren mit dem Auto eine Straße entlang, und plötzlich rollt ein Ball von links in Ihr Sichtfeld, so werden Sie diesen ver-

mutlich entdecken (denn er unterscheidet sich in der Farbe von der Straße, er bewegt sich, und er impliziert eine potentielle Gefahrensituation, nämlich spielende Kinder) und dementsprechend reagieren. Diese Funktion von Aufmerksamkeit erlebt man phänomenal als „wach sein“ oder als „nicht abgelenkt sein“ (man wird schlechter in der Überwachung der Umwelt, wenn man sehr müde ist). Schließlich benötigen wir Aufmerksamkeit für die Selektion von Reizinformation. Manchmal wird die Funktion des *Selektierens* als wichtigste Funktion der Aufmerksamkeit verstanden; gemeint ist damit, dass unser kognitives System mit einer Flut von Reizinformation überschüttet wird, wir aber nur einen Bruchteil dieser Information für das aktuell relevante Handlungsziel benötigen. Wie schafft man es nun, die relevante von der irrelevanten Information zu trennen? Typischerweise wird hier argumentiert, dass Aufmerksamkeit die relevante Information bevorzugt behandelt, so dass hauptsächlich diese verarbeitet und handlungsrelevant wird. Wenn man sich zum Beispiel auf einer Party mit einer Person unterhält, während gleichzeitig weitere Personen in der Nähe sprechen, dann kann man offenbar willentlich der einen Person *Aufmerksamkeit schenken*, während man die anderen Sprecher ignoriert. Diese Funktion der Aufmerksamkeit erleben wir phänomenal als „sich auf ein Objekt oder eine Person konzentrieren“ oder als „ein Objekt oder eine Person ignorieren“.

Mit diesen drei Funktionen lassen sich viele Befunde der Aufmerksamkeitsforschung einordnen. Zwei Punkte müssen hier aber angesprochen werden. Vielleicht haben Sie beim Lesen gerade selbst gedacht – „Moment mal, die Beispiele sind doch etwas merkwürdig! Wenn ich Klavier spiele und mich unterhalte, dann *selegiere* ich doch auch (z. B. die Tasten, die ich drücke) und außerdem *überwache* ich doch auch dann meine Umwelt! Aber das war doch das Beispiel fürs *Planen/Kontrollieren* ...“. Ja, das stimmt. Betrachten wir Interaktionen mit der realen Umwelt, dann werden typischerweise all drei Aufmerksamkeitsfunktionen benötigt. Außerdem sind die Funktionen nicht unabhängig; je stärker man eine bestimmte Handlung, eine Aufgabe oder eine Reizeigenschaft fokussiert (sprich: als relevant *selegiert*) desto weniger Aufmerksamkeitsressourcen bleiben möglicherweise für die *Überwachung* der Umwelt zur Verfügung. Wenn Sie zum Beispiel beim Autofahren telefonieren und gerade etwas sehr wichtiges besprechen, dann erhöht dies die Wahrscheinlichkeit, dass Sie einen in Ihr Sichtfeld rollenden Ball übersehen. Nichtsdestoweniger stellt der funktionale Zugang zum Konzept Aufmerksamkeit eine gute Ordnungsmöglichkeit dar. In vielen Experimentalaufgaben lassen sich zudem die Prozesse, die den drei Funktionen zugrunde liegen, durchaus separieren.

Darüber hinaus verbirgt sich jedoch eine weitere grundlegende Unterscheidung hinter diesen drei Funktionen. Man kann Aufmerksamkeitsprozesse auch unterteilen in willentliche (endogene) versus reizgesteuerte (exogene) Prozesse (siehe hierzu Kasten *Endogene versus exogene Aufmerksamkeit*). Das *Planen/Kontrollieren* von Handlungen und das *Selektieren* von Information ist sicher der willentlichen Aufmerksamkeitssteuerung zu zuordnen, während man sich beim *Überwachen* der Umwelt besonders für reizgesteuerte Aufmerksamkeitszuwendung interessiert. Die Unterscheidung zwischen willentlicher und reizgesteuerter Aufmerksamkeit ist zudem verwandt mit dem Konzept kontrollierter versus automatischer Verarbeitung. Allgemein findet man für automatische Verarbeitung oft die Beschreibung, dass diese ohne kognitiven Aufwand oder ohne Aufmerksamkeitsressourcen zu beanspruchen abläuft. Wenn man zum Beispiel anfängt, Tennis spielen zu lernen, wird man zu Beginn bei jeder Vorhand sehr genau überwachen, dass man rechtzeitig mit dem Schläger ausholt, dass man die Beinstellung entsprechend der Ballgeschwindigkeit anpasst, dass man den Griff des Schlägers entsprechend des intendierten Schlages (*top spin* versus *slice*) adaptiert usw. Nach einer gewissen Zeit laufen solche Prozesse jedoch ab, ohne dass man darüber nachdenken – sprich: diese Handlungen überwachen – müsste. Plötzlich scheinen diese Bewegungsmuster quasi von selbst abzulaufen, und es bleiben mehr kognitive Ressourcen für strategische Spielelemente übrig. Aus der ehemals kontrollierten Bewegung ist eine (nahezu) automatische geworden.⁴

Endogene versus exogene Aufmerksamkeit

Posner (1980) instruierte seine Probanden, so schnell wie möglich eine Taste zu drücken, wenn ein Zielreiz (ein kurz aufblitzender Punkt) erscheint. In jedem Durchgang erschien zunächst ein Kreuz in der Mitte eines Bildschirms, das mit dem Blick fixiert werden sollte. (Teilweise wird in derartigen Versuchen mit Blickbewegungs-Apparaturen kontrolliert, dass diese Fixierung durchgehend eingehalten wird.) In einer Variante der Versuchsanordnung wird das Fixationskreuz kurz (z. B. für 50 Millisekunden) durch einen Pfeil (einen Hinweisreiz oder *cue*) ersetzt, der nach links oder rechts zeigt (vgl. *Abbildung 19*, links). Dann folgt kurz danach (z. B. nach weiteren 250 Millisekunden) links oder rechts

⁴ Wir hatten schon oben (vgl. Kap. 2.3) auf die Problematik des Begriffs des „automatischen Prozesses“ hingewiesen (vgl. Moors & De Houwer, 2006). Hier ist das Merkmal gemeint, dass keine bewusste Kontrolle mehr für den routinisierten Handlungsablauf notwendig ist.

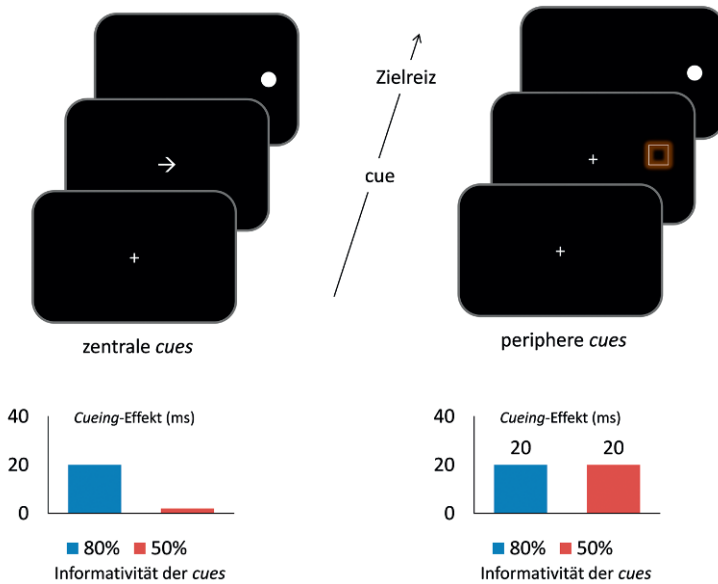


Abbildung 19 Das spatial cuing-Paradigma (sensu Posner, 1980)

der Zielreiz. Es zeigte sich, dass die Reaktionszeit dann kürzer ist, wenn der Zielreiz auf der Seite erschien, auf die der Pfeil gezeigt hatte.

Das ist nicht spektakulär, vor allem dann nicht, wenn wir erfahren, dass dieser Effekt nur dann eintritt, wenn der Pfeil in den meisten Fällen die richtige Seite (also die Seite auf der der Zielreiz auftritt) anzeigt (z. B. waren in 80 % der Durchgänge die *cues* informativ). Der *Cueing*-Effekt tritt in der Regel nicht ein, wenn die Pfeilrichtung und der Ort des Zielreizes völlig zufällig variieren (die *cues* sind zu 50 % informativ). Alltagspsychologisch würden wir das so beschreiben: Der Teilnehmer lernt allmählich, dass ihn der Pfeil in den meisten Fällen gut vorbereitet, so dass er schneller reagieren kann, wenn er seine Aufmerksamkeit willentlich auf die Seite des Fixationskreuzes verlagert, die durch den Pfeil angezeigt wird.

Interessanter ist die andere Variante des Experimentes (vgl. *Abbildung 19*, rechts). In dieser Variante bleibt das Fixationskreuz durchgängig stehen. In einem Abstand zu ihm – per Zufall links oder rechts –

blitzt ganz kurz (z. B. für 50 Millisekunden) ein kleines Quadrat auf; wiederum eine kurze Zeitspanne später (z. B. 100 Millisekunden) erscheint – wiederum per Zufall links oder rechts – dann der Zielreiz, auf den reagiert werden muss. Wieder findet sich der Effekt, dass die Reaktionszeit kürzer ist, wenn dieser *cue* (das Quadrat) *valide* war, das heißt am selben Ort wie der Zielreiz auftrat. Auch dieser Befund erscheint zunächst nicht spektakulär, ist es aber gleichwohl: Offensichtlich wird unsere Aufmerksamkeit unwillkürlich durch den *cue* auf den entsprechenden Ort gelenkt. Diese Deutung ergibt sich daraus, dass keinerlei Vorteil darin besteht, willentlich die Aufmerksamkeit dort hin zu richten, da sich Nutzen (d. h. schnellere Reaktion in validen Durchgängen) und Kosten (d. h. langsamere Reaktion in invaliden Durchgängen) die Waage halten. Bemerkenswerterweise tritt dieser unwillkürliche Aufmerksamkeitseffekt nur bei sehr kurzen zeitlichen Abständen zwischen dem Aufblitzen des Quadrates und dem Aufblitzen des Zielreizes auf, während der „willentliche“ Effekt, der durch die Pfeile produziert wird, etwas mehr Zeit benötigt. Posner (1980) formulierte auf Basis dieser Differenzen zwischen zentralen (Pfeile) und peripheren (aufblitzende Quadrate) *cues* die Vermutung zweier Aufmerksamkeitssysteme, nämlich die endogene (willentliche) und exogene (unwillkürliche) Aufmerksamkeitssteuerung (vgl. auch Müller & Rabbitt, 1989).

4.2 Arten von Aufmerksamkeit

Man kann Aufmerksamkeitsprozesse auch nach den Aspekten einteilen, auf die sich die Prozesse selbst richten. Grundsätzlich kann man hier unterscheiden zwischen räumlicher Aufmerksamkeit (also Aufmerksamkeitsprozessen, die sich auf einen bestimmten räumlichen Bereich z. B. des visuellen Feldes richten), objekt-basierter Aufmerksamkeit (also Aufmerksamkeitsprozessen, die sich auf ein konkretes Objekt richten, z. B. unabhängig davon, ob es seine Position im Raum verändert), merkmals-basierter Aufmerksamkeit (also Aufmerksamkeitsprozessen, die sich auf ein bestimmtes Merkmal eines Objektes richten) und schließlich zeitlichen Aspekten von Aufmerksamkeit (z. B. das Erkennen eines Reizes in einer schnellen Abfolge vieler Reize).

Diese Arten von Aufmerksamkeit gelten wiederum unabhängig von der Aufmerksamkeitsfunktion. Besonders schön lassen sie sich jedoch an der Selektionsfunktion von Aufmerksamkeit verdeutlichen. Führt man zum Beispiel

Auto, dann selektiert man sicher bestimmte räumliche Bereiche des visuellen Feldes (nämlich die Straße). Allerdings sind für die sichere Steuerung des eigenen Fahrzeugs die anderen Fahrzeuge relevant, und werden deshalb auch beachtet, obschon sich ihre Position laufend verändert (sie werden durch Prozesse objekt-basierter Aufmerksamkeit ausgewählt). Allerdings sind wiederum an den Objekten selbst nur bestimmte Merkmale wichtig. Die Fahrzeugmarke ist vergleichsweise irrelevant; man sollte eher die Bremslichter eines Fahrzeuges, das vor dem eigenen fährt, selektieren. Schließlich muss die Aufmerksamkeit schnell zwischen bestimmten Bereichen, Objekten oder Merkmalen wechseln, um der Geschwindigkeit einer Autofahrt gerecht zu werden.

Ein nicht unerheblicher Teil der Aufmerksamkeitsforschung hat sich damit befasst, diese Aspekte von Aufmerksamkeit zu analysieren. So ist es zum Beispiel eindrucksvoll gelungen, durch geschickte Experimentalanordnungen klar zu machen, dass man objekt-basierte Aufmerksamkeit als ein von räumlicher Aufmerksamkeit unabhängiges Konzept auffassen muss (vgl. Kasten *Räumliche versus Objekt-basierte Aufmerksamkeit*). Erinnern Sie sich, wir hatten in unserem Eingangsbeispiel des „verpassten Gorillas“ (Kap. 1) bereits auf objektbasierte Aufmerksamkeit hingewiesen.

Räumliche versus Objekt-basierte Aufmerksamkeit

Inspiziert von Duncan (1984) wurde mehrfach gezeigt, dass, wenn Vergleichsurteile über Reize oder Reizelemente gefällt werden sollen, ein Reaktionsvorteil besteht, wenn die zu vergleichenden Reizelemente Teile eines Objektes sind – im Vergleich zu einer Bedingung, in der sie auf zwei unterschiedlichen Objekten liegen (der sogenannte *same-object-advantage*). Wichtig ist dabei, dass dieser Vorteil auch dann noch besteht, wenn die zu vergleichenden Reize in der Zwei-Objekt-Bedingung sogar räumlich näher bei einander liegen als in der Ein-Objekt-Bedingung. Eine Erklärung im Sinne räumlicher Aufmerksamkeit müsste in so einer Anordnung dann Reaktionsvorteile in der Zwei-Objekt-Bedingung erwarten lassen. Faktisch finden sich jedoch Vorteile für die Ein-Objekt-Bedingung. Eine bestimmte Form der Aufmerksamkeit kann also leichter zwei Teile desselben Objektes mit einander vergleichen, als zwei Teile unterschiedlicher Objekte. Dies führte zu der Annahme, dass Aufmerksamkeit nicht auf räumliche Bereiche, sondern auf Objekte gerichtet wird. In der Zwei-Objekt-Bedingung muss zwischen zwei Objekten gewechselt werden, was den Vergleichsprozess erschwert und so zu einem Reaktionsnachteil führt (vgl. *Abbildung 20*).

Probanden vergleichen die beiden Buchstabenidentitäten miteinander. Der gestrichelte Kreis ist normalerweise nicht sichtbar; er zeigt hier, dass die Entfernung zwischen den beiden Buchstaben in der Ein-Objekt-Bedingung größer ist als in der Zwei-Objekt-Bedingung. Probanden sind jedoch besser in der Ein-Objekt-Bedingung.

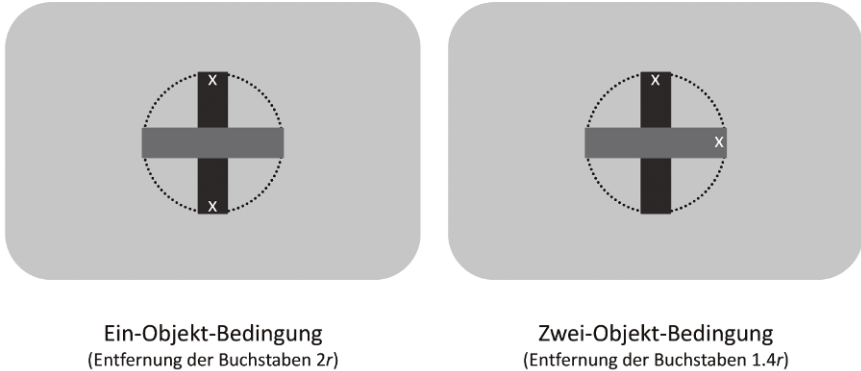


Abbildung 20 Veranschaulichung des *same object advantage* (sensu Duncan, 1984).

4.3 Selektive Aufmerksamkeit: Aktivtion und Inhibitor

Wenden wir uns nun einigen aktuellen Debatten zu. Als eine Hauptfunktion der Aufmerksamkeit wurde bereits die Selektion vorgestellt. Diese Auffassung hat sich seit den Arbeiten von Neumann (1987) und Allport (1987) zu diesem Thema durchgesetzt. Allerdings ist bis heute umstritten, wie Selektion im Detail umgesetzt wird. Wiederum als akzeptiert gilt, dass relevante Information bzw. deren interne Repräsentation aktiv verstärkt wird. Selektive Aufmerksamkeit kann also in einer konkreten Situation vor dem Hintergrund des Handlungszieles die relevante Information verstärken (*Aktivtion*). Strittig ist aber, was mit der momentan irrelevanten Information passiert. In vielen theoretischen Ansätzen wurde das Komplementärkonzept zur Aktivtion postuliert, die *Inhibition*. Damit ist gemeint, dass ein irrelevanter Reiz zwar zunächst verarbeitet wird, seine interne Repräsentation jedoch durch selektive Aufmerksamkeit aktiv unterdrückt wird. Phänomenal würde man diesen Prozess mit „etwas ignorieren“ beschreiben oder mit „etwas bewusst ausblenden“. Wenn Sie zum Beispiel auf die Wetternachrichten im Radio achten, während Sie sich eigentlich in einer Unterhaltung befinden, dann werden Sie einerseits versuchen, „sich auf das Radio zu konzentrieren“ und gleichzeitig

Ihren Gesprächspartner für den Moment „bewusst ignorieren“ (hoffentlich, ohne dass er das merkt).

Ergebnisse mancher Experimentalparadigmen passen recht gut zu der Annahme, dass irrelevante Reize inhibiert werden. Schaut man jedoch genauer hin, lassen sich häufig Alternativerklärungen finden, die ohne die Annahme inhibitorischer Prozesse auskommen (MacLeod, Dodd, Sheard, Wilson & Bibi, 2003). Stattdessen wird dann typischerweise argumentiert, dass Selektion nur durch Aktivierung der relevanten Information zu erreichen ist (eine theoretisch „sparsamere“ Vorstellung, da man die Befunde dann mit einem anstelle von zwei Prozessen erklären kann) oder aber, dass die als vermeintliche Inhibitionsprozesse interpretierten Befunde letztlich auf andere Phänomene zurückgehen. Ein Paradebeispiel für letzteren Punkt ist das Paradigma des sogenannten *Negative Primings* (vgl. Kasten *Der Streit um die Inhibition*).

Der Streit um die Inhibition

Tipper (1985) schlug vor, das Ignorieren von Distraktoren in einem speziellen Paradigma zu untersuchen, das er *Negative Priming* nannte. Bei dieser Aufgabe werden sequentiell zwei Bildschirme präsentiert, auf denen jeweils ein Zielreiz gegen einen Distraktor selektiert werden muss. Konkret sahen seine Probanden auf jedem Bildschirm zwei einander überlagernde Strichzeichnungen von Alltagsobjekten in Rot und Grün. Die grüne Zeichnung musste so schnell wie möglich benannt werden. Die Vermutung war nun, dass die zu ignorierende rote Zeichnung inhibiert wird. Dies zeigte sich darin, dass, wenn man die zu ignorierende Zeichnung im nächsten Durchgang als grünen, also zu benennenden Reiz präsentierte, die Probanden langsamer als in einer Kontrollbedingung reagierten, in welcher diese Zeichnung zuvor nicht ignoriert wurde. Tipper argumentierte, dass die interne Repräsentation der Zeichnung gehemmt wird, und deswegen eine verzögerte Reaktion auf diese erfolgt, wenn sie direkt danach als Zielreiz präsentiert wird. In einer etwas aktualisierten Version dieses Ansatzes würde man argumentieren, dass die Inhibition vom ersten Bildschirm bis zur Präsentation des zweiten Bildschirms andauert. Damit wäre *Negative Priming* ein Index für kognitive Inhibition, oder?

Nicht ganz. Neill, Valdes, Terry und Gorfein (1992) schlugen vor, dieses empirische Phänomen anders zu interpretieren – und zwar in einer Art und Weise, die nichts mit Inhibition zu tun hat. Stattdessen postulierten sie, dass ein Reiz, auf den nicht reagiert wird, abgespei-

Probanden benennen in jedem Durchgang das Objekt mit der durchgezogenen Linie (also hier erst „Mond“, dann „Wolke“). Der Negative Priming-Effekt bezeichnet langsame Reaktionen, wenn ein Objekt erst ignoriert und dann benannt werden muss. Diskutiert wird, ob dieser Effekt durch vorwärts-gerichtete Inhibition des Distraktors oder den rückwärts-gerichteten Gedächtnisabruf, nicht auf den Distraktor zu reagieren, entsteht.

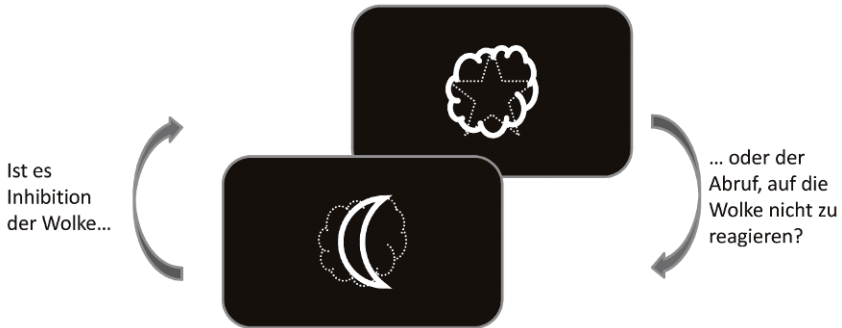


Abbildung 21 Das *negative priming*-Paradigma (sensu Tipper, 1985)

chert wird mit der Instruktion, nicht auf diesen Reiz zu reagieren. Wenn nun ein Reiz als Zielreiz präsentiert wird, der zuvor ein Distraktorreiz war, dann ruft dieser Reiz die Instruktion ab, nicht auf den Reiz zu reagieren (*episodic retrieval*). Da man aber genau dies nun tun soll, entsteht Interferenz zwischen aktuell auszuführender Reaktion und erinnerter Reaktion. Diese Interferenz zu überwinden kostet Zeit, und dies wiederum führt zu verzögerten Reaktionen in solchen Distraktor-zu-Zielreiz Wiederholungen.

Bis heute wird darüber debattiert, welcher Prozess diesem Phänomen zugrunde liegt, Forscher aus beiden „Lagern“ versuchen in immer feiner entwickelten Varianten dieses Paradigmas, Evidenz für oder gegen Inhibition zu finden (zum Überblick Mayr & Buchner, 2007; Neill, 2007). Dabei ist man sich jedoch einig, dass das Paradigma sich gut eignet, um die Prozesse abzubilden, die man phänomenal als „ignorieren“ bezeichnet. Nebenbei sei bemerkt, dass die Beiträge zu dieser Debatte auch noch mal ein Beispiel für paradigmensorientierte Theorien (Theorien kleiner Reichweite) sind, wie wir sie in Kapitel 2.2 eingeführt hatten.

Darüber hinaus gibt es den Versuch, den kognitiven Prozessen der Aktivierung und Inhibition ihre entsprechenden Generatoren auf neuronaler Ebene zuzuordnen. Dabei zeigt sich, dass dies gerade für das Konzept der Inhibition zunächst schwierig ist. Vereinfacht kann man sich den kognitiven Prozess der Aktivierung neuronal so vorstellen: Schaut man zum Beispiel auf das Bild eines Mondes, so wird ein Neuronenverband, der dieses Konzept repräsentiert, seine Feuerrate im Vergleich zu einer Bedingung, in der dieses Bild nicht präsentiert wird, erhöhen. Es wäre jedoch falsch, zu denken, dass die Feuerrate dieses Neuronenverbandes sogar unter ihr Ausgangsniveau fällt, wenn man versucht, das Bild eines Mondes zu ignorieren. Stattdessen ist es aus einer neuronalen Perspektive heraus betrachtet besser, das Konzept der Inhibition als die Verringerung von aktivierten aber störenden Konzepten zu interpretieren. Anders als in der kognitiven Psychologie wird in den Neurowissenschaften tatsächlich der Prozess der Inhibition typischerweise mit der Aktivierung und nicht mit einer neutralen Bedingung kontrastiert. Es muss aber bedacht werden, dass viele kognitionspsychologische Theorien und Modelle zur Inhibition keine *direkte* Anbindung an eine neuronale Ebene implizieren.

4.4 Aufmerksamkeit und Arbeitsgedächtnis

Eine weitere fruchtbare Debatte ist die Verbindung des Konzeptes der Aufmerksamkeit mit dem Arbeitsgedächtnis, genauer mit der zentralen Exekutive des Arbeitsgedächtnisses. Wir hatten in Kapitel 2 bereits kurz das Arbeitsgedächtnismodell von Baddeley angesprochen (vgl. Baddeley, 1986). Die grundlegende Idee des Arbeitsgedächtnisses ist, dass dieses Gedächtnismodul kurzfristig zu behaltende Information aufrechterhält und mit ihr „arbeitet“. Dabei gibt es Elemente, die Information kurzfristig speichern (z. B. die phonologische Schleife, die sprachliche Information aufrechterhält, oder den visuell-räumlichen Notizblock, der figural-räumliche Informationen aufrechterhält), und ein Steuerelement (die zentrale Exekutive), welches die Speichersysteme kontrolliert oder ihnen Ressourcen zuweist. Wenn man zum Beispiel eine Reihe einfacher Rechenaufgaben überprüfen soll und sich dabei Wörter merken muss, die während einzelner Rechenaufgaben präsentiert werden, dann verwaltet die zentrale Exekutive das Hin- und Herwechseln zwischen den Handlungen Rechnen und Merken. Speziell diese Funktion des Arbeitsgedächtnisses ist jedoch nahezu gleichzusetzen mit der bereits angesprochenen *Planen/Kontrollieren*-Funktion der Aufmerksamkeit. Andere Arbeitsgedächtnismodelle beziehen explizit diese Verbindung von Aufmerksamkeit und

zentraler Exekutive mit ein (Cowan, 1988, 1995, 1999). In Cowans Modell lenkt die zentrale Exekutive die Aufmerksamkeit auf relevante Gedächtnisinhalte; „gearbeitet“ wird in diesem Modell mit der Information oder besser Gedächtnisrepräsentation, auf der die Aufmerksamkeit liegt. Dies kann reaktiv erfolgen; das heißt, eine Orientierungsreaktion lenkt die Aufmerksamkeit auf einen gerade aktivierten Gedächtnisinhalt, weil dieser Inhalt stark aktiviert ist. Wenn Sie zum Beispiel im Garten sitzen und eine Wespe an Ihrem Ohr vorbeifliegt, dann wird die Gedächtnisrepräsentation „Wespe“ aktiviert, dies wiederum führt dazu, dass Aufmerksamkeit auf sie gelenkt wird. Es ist aber explizit in diesem Modell vorgesehen, dass die zentrale Exekutive die Aufmerksamkeit willentlich auf einen bestimmten Gedächtnisinhalt lenken kann, der dann zugänglich wird.

Eine Nebenbemerkung sei hier erlaubt. In Cowans Modell (Cowan, 1995) ist somit nicht nur eine explizite Verbindung von zentraler Exekutive und Aufmerksamkeit gegeben. Es wird auch explizit eine Verbindung von Aufmerksamkeit und Bewusstsein (oder besser Bewusstheit) gezogen. Alles was sich im Fokus der Aufmerksamkeit befindet, befindet sich im Bewusstsein. Alles was bewusst ist, wird auch mit Aufmerksamkeit versehen. Diese beiden Konzepte sind in Cowans Modell bis zu einem gewissen Grade austauschbar.

Kommen wir zurück zur Debatte Aufmerksamkeit und zentrale Exekutive. Da diese Forschungsfelder zunehmend fusionieren, wird in der aktuellen Forschungsdebatte manchmal der Terminus *Aufmerksamkeit* zugunsten des Terminus *exekutive Kontrollfunktionen* aufgegeben, und die damit verbundenen kognitiven Prozesse werden als Hauptfunktion der zentralen Exekutive des Arbeitsgedächtnisses definiert (Baddeley, 1986; Kane, Bleckley, Conway, & Engle, 2001; Kane & Engle, 2000). Dies betrifft nicht nur wie oben angedeutet die *Planen/Kontrollieren*-Funktion der Aufmerksamkeit sondern auch die Selektion. Friedman und Miyake (2004) erarbeiteten empirisch drei separierbare Kontrollfunktionen, nämlich *Antworthemmung*, *Resistenz gegen Distraktorinterferenz* und *Resistenz gegen proaktive Interferenz*. *Antworthemmung* beschreibt hierbei die Fähigkeit, automatische Reaktionen zu verhindern oder zu unterbrechen. *Resistenz gegen Distraktorinterferenz* beschreibt die Fähigkeit, externe Distraktorquellen zu ignorieren; diese Fähigkeit entspricht der objekt-basierten, selektiven Aufmerksamkeit. *Resistenz gegen proaktive Interferenz* beschreibt die Fähigkeit, Intrusionen durch abgerufene Gedächtnisinformation zu ignorieren. Natürlich wird mit der zunehmenden Fusion von Aufmerksamkeit und Arbeitsgedächtnisforschung zum Gebiet der exekutiven Kontrollfunktionen die Aufmerksamkeitsforschung nicht obsolet. Im Gegenteil, Baddeley selbst bringt es auf den Punkt, wenn er darüber sinniert, ob

er sein *working memory* besser *working attention* genannt hätte (Baddeley, 1993, S. 168).

Schließlich sei noch erwähnt, dass die neuronalen Strukturen (oder besser Schaltkreise), die den kognitiven Prozesse exekutiver Kontrolle zugrunde liegen, durch bildgebende Verfahren relativ gut im menschlichen Cortex lokalisierbar sind. Zwei Regionen gelten hier als besonders relevant, einmal der dorsolaterale präfrontale Cortex (DLPFC) sowie der anteriore cinguläre Cortex (ACC); typischerweise findet man bei Erwartungsverletzungen oder dem Überwinden von Interferenz verstärkte Aktivierung in diesen Arealen.

4.5 Automatische Aufmerksamkeitsallokation

Eine weitere Debatte analysiert, ob Aufmerksamkeit rein reiz-gesteuert auf bestimmte Bereiche, Objekte oder Merkmale gelenkt wird. Vor dem Hintergrund der Überwachungsfunktion der Aufmerksamkeit, erscheint es sinnvoll, solche automatischen Aufmerksamkeitsallokationen anzunehmen. Tatsächlich wird aber die Diskussion um ein automatisches Ausrichten der Aufmerksamkeit auf einzelne, abweichende Merkmale auf einer viel feineren Ebene geführt als die Überwachungsfunktion der Aufmerksamkeit zunächst impliziert. Um hier etwas vorweg zu nehmen, das Überwachen der Umwelt ist sicher als ein Zusammenspiel von rein reizgesteuerter und willentlicher Aufmerksamkeitssteuerung zu begreifen. Wenn wir uns zum Beispiel an das Autobeiispiel zurückerinnern: wenn man Auto fährt ist eine generelle Wachsamkeit stets impliziert. Wenn dann ein plötzlich von links ins Sichtfeld rollender Ball entdeckt wird, so ist dies sicher nicht ausschließlich auf reizgesteuerte Aufmerksamkeit zurückzuführen. Ähnlich verhält es sich mit der möglicherweise automatischen Ausrichtung von Aufmerksamkeit auf emotionale Reize (oder aber auch dem Lösen von Aufmerksamkeit von emotionalen Reizen). Auf diese wichtige Debatte – sie veranschaulicht die Überwachungsfunktion der Aufmerksamkeit sehr schön – gehen wir später ein (vgl. Kapitel 7.2).

Die Frage nach automatischer, allein reizgesteuerter Aufmerksamkeit wird typischerweise im Bereich der merkmals-basierten Aufmerksamkeit diskutiert. Neben dem schon besprochenen *cuing*-Paradigma (siehe oben) spielt hier das Paradigma der *Visuellen Suche* eine Rolle. Es wird daher in einem Kasten erläutert.

Das Paradigma der Visuellen Suche

In diesem Paradigma wird pro Durchgang eine Menge von Distraktorreizen (zum Beispiel mehrfach der Buchstabe „L“) auf dem Bildschirm dargeboten, wobei die Gesamtanordnung der Reize mit einem Blick zu erfassen ist. Innerhalb der Menge der Distraktoren verbirgt sich ein Zielreiz (z. B. ein „T“) oder aber nicht. Die Aufgabe der Probanden ist es, hierüber möglichst schnell zu entscheiden. In anderen Varianten des Paradigmas wird immer ein Zielreiz präsentiert (zum Beispiel ein Kreis unter Rechtecken); es muss dann ein Merkmal des Zielreizes kategorisiert werden (z. B. ob eine Linie innerhalb des Kreises horizontal oder vertikal ausgerichtet ist).

Variiert wird insbesondere, wie viele Distraktorreize auf dem Bildschirm erscheinen. Die entscheidende abhängige Variable ist die Zunahme der Reaktionszeit pro zusätzlichem Distraktorreiz. Traditionell wurde in einer groben Dichotomie zwischen deutlichen Steigungen (über 20 ms pro Distraktor) und flachen Geraden (Steigung näherungsweise 0 ms pro Distraktor) unterschieden. Ersteres wurde als Hinweis darauf gewertet, dass die einzelnen Objekte seriell und kontrolliert daraufhin überprüft werden, ob sie der Zielreiz sind, bei letzterem wird ein automatischer, paralleler Auswertungsprozess – ein *pop out* – angenommen. Diese strenge Dichotomie lässt sich empirisch nicht aufrechterhalten; Wolfe (1998) schlägt daher Unterscheidungen nach Sucheffizienz vor.

Theeuwes (1992) gab seinen Probanden die Aufgabe, zu entscheiden, ob eine Linie in einem grünen Kreis horizontal oder vertikal war. Auf jedem Bildschirm waren zudem sechs grüne Rechtecke zu sehen, die alle ebenfalls Linien enthielten. Der grüne Kreis musste also in einer Menge von ablenkenden Reizen gesucht werden (Paradigma der *Visuellen Suche*). Der entscheidende Befund war nun, dass Probanden generell langsamer auf die Orientierung der Linie im grünen Kreis reagierten, wenn ein Rechteck rot gefärbt war (*additional singleton*). Die Farbe der Rechtecke war natürlich für die Aufgabe völlig bedeutungslos. Man kann hier argumentieren, dass jedwede Reaktionsverzögerung durch ein rotes Rechteck allein dadurch zustande kommt, dass das abweichende Merkmal Farbe rein reizgesteuert Aufmerksamkeit allokiert. Diese Ausrichtung von Aufmerksamkeit auf ein irrelevantes Merkmal kostet Zeit und führt deswegen zu Einbußen in der Reaktionsgeschwindigkeit auf den Zielreiz, die Linie im grünen Kreis. Es ist plausibel anzunehmen, dass die Probanden nach wenigen Durchgängen sogar erwarten, dass manchmal

ein Rechteck rot ist; man kann dies auch von Beginn an per Instruktion ankündigen – trotzdem lassen sich Leistungseinbußen beobachten, wenn ein irrelevantes Merkmal verändert wird.

Andere Experimente fanden jedoch genau das Gegenteil. Ohne auf die Details einzugehen, konnte man zeigen, dass einzelne Merkmalsveränderungen auf irrelevanten Objekten keinen Einfluss auf die Performanz hatten (Hillstrom & Yantis, 1994; Jonides & Yantis, 1988). Auch hier entbrannte eine Debatte, in der mit immer ausgeklügelteren Experimentalaufgaben herausgefunden werden sollte, unter welchen Bedingungen die Veränderungen einzelner Merkmale nun unabhängig von der Intention der Probanden Aufmerksamkeit auf sich zog. Wegweisend waren in diesem Zusammenhang Experimente von Folk und Kollegen (Folk, Remington & Johnston, 1992; Folk, Remington & Wright, 1994) mit Varianten des *cuing*-Paradigmas. Hier konnte gezeigt werden, dass einzelne Merkmale nur dann Aufmerksamkeit auf sich ziehen, wenn sie zu den Merkmalen zählen, durch die das Ziel des Probanden definiert ist. Folk und Kollegen sprechen hier von einer Art Einstellung der Aufmerksamkeit (ein sogenanntes *attentional control setting*). Wenn man zum Beispiel nach einem roten T sucht, dann sind sowohl die Farbe Rot, der Buchstabe T, als auch horizontale und vertikale Linien (aus denen das T besteht) Merkmale, die zum *attentional control setting* des Probanden gehören.

Mit diesem Ansatz lassen sich viele konträre Befunde aus dem Bereich der automatischen Aufmerksamkeitsallokation versöhnen. Rein reizgesteuert ist die Aufmerksamkeit in den meisten Paradigmen wahrscheinlich nicht, sondern vermeintlich irrelevante Merkmale werden durch Einstellungen, die sich wiederum aus der Aufgabe ergeben, dann eben doch mit Aufmerksamkeit versehen. Es wäre aber natürlich falsch, hier von willentlicher Aufmerksamkeit zu sprechen! Gegeben die momentane Einstellung sind diese Aufmerksamkeitseffekte stets reizgesteuert.

Die Debatte darüber, ob es nicht doch rein reizgesteuerte Aufmerksamkeitszuwendung gibt, ist allerdings noch nicht beendet. Erschwert wird sie allerdings dadurch, dass für die beiden Positionen mit Ergebnissen aus unterschiedlichen Paradigmen (*Visuelle Suche* und *cuing*) argumentiert wird (vgl. dazu Folk & Remington, 2006).

Schließlich ist ein weiterer Teil dieser Debatte mit der Art der irrelevanten Merkmale beschäftigt; so kann man argumentieren, dass das plötzliche Auftauchen eines Reizes zu anderen Aufmerksamkeitsallokationen führt, als zum Beispiel seine Farbe oder Orientierung.

4.6 Weitere Aspekte von Aufmerksamkeit und ein Fazit

In diesem Unterkapitel haben wir versucht, an das komplexe Feld der Aufmerksamkeitsforschung heranzuführen. Natürlich kann ein so kurzes Kapitel keine vollständige Übersicht aller relevanten Diskussionen um das Phänomen Aufmerksamkeit liefern. Wir wollen dieses Fazit deswegen damit beginnen, kurz manche Aspekte, die wir nicht dargestellt haben, anzusprechen.

Viele Lehrbücher, in denen Aufmerksamkeit behandelt wird, beinhalten Subkapitel die „Aufmerksamkeit und Performanz“ heißen. Hier findet sich typischerweise das Forschungsfeld *geteilter Aufmerksamkeit*; verbunden mit dieser Forschung sind Doppelaufgaben (der Proband muss mindestens zwei Dinge gleichzeitig tun), sequentielle Aufgaben mit unterschiedlicher Gewichtung (der Proband muss die erste oder zweite Aufgabe priorisieren), oder auch Aufgabenwechsel (man interessiert sich z. B. dafür, was es den Probanden an kognitiven Ressourcen „kostet“, zwischen Aufgaben zu wechseln). Diese Bereiche wären der Aufmerksamkeitsfunktion *Planen/Kontrollieren* zu zuordnen.

Ebenso kamen die zahlreichen neurowissenschaftlichen Befunde zum Bereich Aufmerksamkeit zu kurz. Gerade für den Bereich der visuellen selektiven und visuellen räumlichen Aufmerksamkeit gibt es umfassende neuropsychologische Daten und Modelle (z. B. Bundesen, 1990, 1998).

Des Weiteren wurden ausschließlich Debatten zur visuellen Aufmerksamkeit vorgestellt. Es ist jedoch eine noch nicht endgültig beantwortete Frage, ob Aufmerksamkeit modalitäts-spezifisch ist oder nicht. Mit anderen Worten, manche Forscher stellen in Frage, das zum Beispiel auditive Aufmerksamkeit ähnlich funktioniert oder auch nur auf denselben neuronalen Prozessen basiert wie visuelle Aufmerksamkeit. Gerade in den letzten Jahren hat das Interesse für crossmodale Verarbeitung bzw. multisensorische Reize und deren Verarbeitung zugenommen. Manche Debatten visueller Aufmerksamkeit müssen vor diesem Hintergrund überprüft werden.

Schließlich haben wir uns dagegen entschieden, in dieser Heranführung an den Themenbereich Aufmerksamkeit verschiedene Aufmerksamkeitsmodelle vorzustellen. Natürlich wurden solche aber entwickelt. Die hier besprochenen Arbeiten von Posner (1980) legen zum Beispiel nahe, sich Aufmerksamkeit wie eine Art Scheinwerfer (*spotlight*-Metapher) vorzustellen. Diese Metapher lässt sich gut für den Bereich der visuellen räumlichen Aufmerksamkeit verwenden – wenn es jedoch um die Planung von Handlungen geht, passt sie weniger gut. Gleiches gilt für Modelle, die annehmen, Aufmerksamkeit sei eine limitierte Ressource (weswegen z. B. eine Aufgabe die Performanz einer anderen stören kann). Solche Ressourcenmodelle eignen sich möglicherweise

für Doppelaufgaben gut, für die Frage nach automatischer Aufmerksamkeitsallokation auf irrelevante Merkmale jedoch weniger.

Wir haben in dieser Heranführung stattdessen drei Ordnungsprinzipien vorgeschlagen, die einen funktionalen Zugang zum Konstrukt Aufmerksamkeit darstellen. Wenn wir zur Ausgangsfrage „*Was ist Aufmerksamkeit?*“ zurückkehren, dann können Sie diese Frage nun ungefähr so beantworten: Aufmerksamkeit hilft dem kognitiven System relevante von irrelevanter Information zu trennen (Selektionsfunktion), die Umwelt zu überwachen (Überwachungsfunktion), und Handlungen zu kontrollieren und zu koordinieren (Handlungssteuerungsfunktion, kognitive Kontrolle). Dabei sind diese Ordnungsprinzipien nur grobe Einteilungen einer Reihe von teilweise auf einer sehr feinen Detailebene geführten Debatten, die typischerweise mit spezifischen Experimentalparadigmen verknüpft sind. Außerdem ist der Zugang der kognitionspsychologischen Forschung zur Aufmerksamkeit keinesfalls bereits erschöpfend abgeschlossen; auch wenn durch immer bessere Methodik bereits manche Aufmerksamkeitsphänomene neuronal entschlüsselt sind, so bleiben noch viele (Detail-)Fragen zur Aufmerksamkeit offen. Gleichwohl kann man bereits an den hier nur skizzierten Debatten erkennen, welch immenses Wissen zum Bereich Aufmerksamkeit in den letzten Jahrzehnten gesammelt werden konnte.



Weiterführende Literatur

Gute Einführungskapitel zum Thema Aufmerksamkeit finden sich in den Lehrbüchern von Ansorge und Leder (Ansorge & Leder, 2011), Müseler (2008; Beitrag von Müller & Krummenacher, 2008) und Eysenck und Keane (2010). Eine detaillierte Übersicht erhält man zum Beispiel durch die Edition von Pashler (1998) oder das Lehrbuch von Styles (2006). Eine Zusammenfassung aktueller Befunde vor allem aus neuropsychologischer Perspektive liefert das Buch von Posner (2012). Lesenswert sind zudem die Beiträge aus der mittlerweile 23 Bände zählenden Reihe *Attention and Performance*.

5

Gedächtnis

Falls ein Teilgebiet der Kognitiven Psychologie, ja gar der gesamten Psychologie herausgegriffen werden müsste, das als besonders zentral für das Verständnis des Menschen ist, so müsste man sicher das Gebiet der Gedächtnispsychologie nennen. Wir haben an den verschiedensten Stellen darauf hingewiesen, welche wichtige Rolle internen Repräsentationen in der Kognitiven Psychologie beigemessen wird. Interne Repräsentationen sind aber nichts anderes als Gedächtnis. All unser Wissen – von den banalsten Dingen bis zu komplexen Theorien – sind Teil des Gedächtnisses. All die Fertigkeiten, die wir gelernt haben – vom Fahrradfahren bis zum „Eintippen“ von Texten – sind Teil des Gedächtnisses.

Die Wichtigkeit dieses Gebietes wird aber noch in einem anderen Sinne durch das folgende (hier nicht zum ersten Mal verwendete) Zitat des berühmten spanischen Filmregisseurs Luis Buñuel ausgedrückt: *„Man muss erst beginnen, sein Gedächtnis zu verlieren, und sei's nur stückweise, um sich darüber klar zu werden, daß das Gedächtnis unser ganzes Leben ist. Ein Leben ohne Gedächtnis wäre kein Leben ... Unser Gedächtnis ist unser Zusammenhalt, unser Grund, unser Handeln, unser Gefühl. Ohne Gedächtnis sind wir nichts ...“* (Buñuel, 1985, S. 2). In der Tat: eine Identität als Person gewinnen wir nur durch den unsichtbaren Faden, der all die Episoden, an die wir uns erinnern, zu *von uns selbst* erlebten Episoden verbindet. Clive Wearing, ein britischer Musiker und Musikwissenschaftler, erkrankte im mittleren Erwachsenenalter an einer Hirnhautentzündung, die eine vollständige anterograde Amnesie zur Folge hatte: Er kann keine neuen Erinnerungen bilden. Er lebt vollständig im Augenblick. Die subjektive Erlebensqualität kann man daran ermessen, dass er über Jahre hinweg massiv wiederholt notiert: *„I have now recovered consciousness.“* Dabei sind seine sonstigen Fähigkeiten unbeeinträchtigt (McCarthy & Wearing, 1995).

Gedächtnispsychologie enthält somit alle wissenschaftlichen Herausforderungen, die Kognitive Psychologie im Allgemeinen kennzeichnen: Wie strukturiert sich funktional der Bereich des Gedächtnisses? Wie können kognitionspsychologische Modelle des Gedächtnisses aussehen? Wie ist die

neurophysiologische Realisierung dieser Modelle zu denken? Wie sind Phänomene der Personenidentität und des Bewusstseins zu integrieren?

Prozesse und Strukturen

Man kann sich dem Gebiet der Gedächtnispsychologie auf zweierlei Arten nähern: Zum einen können wir typische Gedächtnisexperimente in den Vordergrund stellen, also Experimente, bei denen Teilnehmer im ersten Teil etwas lernen sollen (Wörter, Bilder oder anderes), um dann, nach einer gewissen Zeit, ihr Gedächtnis hierfür zu testen. Wir werden sehen, dass eine Vielzahl von Variationen hierbei zu einer Fülle von wichtigen Einsichten geführt hat. Folgt man dieser Herangehensweise, so liegt typischerweise bei der Erklärung der Phänomene eine Betonung auf *Gedächtnis-Prozessen*. Eine zweite Herangehensweise beginnt mit einer Taxonomie (d. h. einer vollständigen Kategorisierung) von Gedächtnisarten. Folgt man dieser Herangehensweise, so liegt typischerweise bei der Erklärung der Phänomene eine Betonung auf *Gedächtnis-Strukturen*. Die beiden Herangehensweisen setzen also jeweils andere Akzente. Will man eine Einführung in die wesentlichen Themen der Gedächtnispsychologie leisten, so kommt man nicht darum herum, beiden Herangehensweisen zu folgen (vgl. ähnlich Buchner & Brandt, 2008).

5.1 Eine prozessorientierte Einführung

Beginnen wir damit, uns die Merkmale eines prototypischen Gedächtnisexperimentes anzusehen: Es gliedert sich in drei Phasen: die Lernphase (*Enkodierphase*), die Behaltensphase (*Retentionsphase*) und die Abrufphase (*Testphase*). In der Lernphase wird das zu lernende Material, zum Beispiel eine Liste mit Wörtern, präsentiert. In der Abrufphase werden die Versuchsteilnehmer einem Test unterzogen, wie viel sie von dem Gelernten noch wissen. Zum Beispiel werden sie gebeten, das Gelernte abzurufen und wiederzugeben. Die Retentionsphase ist die Phase dazwischen. Soll sie kurz sein (also z. B. nur wenige Minuten) wird man die Teilnehmer mit irgendeiner anderen, Aufmerksamkeit beanspruchenden Aufgabe beschäftigen, damit ihnen keine Gelegenheit gegeben wird, sich weiterhin mit dem Gelernten zu beschäftigen.

Diese Grundsituation lässt sich in vielfältiger Art und Weise abwandeln: In der Enkodierphase können wir den Teilnehmern verschiedene Materialien (Bilder, Wörter, Texte, Filme) geben; wir können ihnen vor allem verschiedene Aufgaben zur Bearbeitung dieser Materialien geben. Wir können sie wissen lassen, dass später ein Gedächtnistest folgen wird (*intentionale Lernbedingung*)

oder wir lassen sie darüber im Unklaren (d. h. der spätere Test wird überraschend kommen; *inzidentelle Lernbedingung*). Wir können die Gedächtnisleistung auf verschiedene Art testen: fordern wir sie auf, ohne weiteren Hinweis alles wiederzugegeben, was ihnen aus der Lernphase einfällt, so handelt es sich um einen *freien Abruf* (*free recall*); geben wir ihnen die in der Enkodierphase präsentierten Wörter („alte“ Wörter) gemischt mit gleichartigen *neuen Wörtern* vor und bitten sie, nur die alten Wörter anzukreuzen, so handelt es sich um einen Wiedererkennenstest (*Rekognition*). Aber das sind nur zwei von vielen Möglichkeiten; wir werden sehen, dass es noch ganz andere Arten von Gedächtnistests gibt. In der Retentionsphase können wir den Teilnehmern weitere Informationen geben, die möglicherweise zu einer Störung beim Abruf des Gelernten führt.

Der Verarbeitungstiefeansatz

Beginnen wir mit den Prozessen in der Enkodierphase. Eine wichtige Erkenntnis der frühen Kognitiven Gedächtnispsychologie war es, Gedächtnisleistungen in Abhängigkeit davon zu untersuchen, mit welcher Art von Aufgabe die Lernmaterialien bearbeitet werden sollten. Stellen sie sich zum Beispiel vor, Sie würden zu einem einfachen Experiment zur Beurteilung von Wörtern eingeladen. Ihnen wird gesagt: Wenn ein Wort auf dem Computerbildschirm mit einem gelben Rahmen umgeben ist, so drücke bitte eine rechte Taste, falls der erste und letzte Buchstabe in der richtigen alphabetischen Reihenfolge stehen (z. B. bei *Birne*), eine linke Taste, falls das nicht der Fall ist (z. B. bei *Kanne*); wenn das Wort aber von einem blauen Rahmen umgeben ist, so drücke bitte eine rechte Taste, falls das Wort ein Naturprodukt bezeichnet (z. B. bei *Apfel*), eine linke Taste, falls das nicht der Fall ist (z. B. bei *Tasse*). Typischerweise werden sie bei einem solchen Experiment darüber im Unklaren gelassen, dass später ein Gedächtnistest folgt (*inzidentelles Lernen*, s. o.). Nachdem sie eine halbe Stunde etwas anderes bearbeiten mussten, werden sie überraschend gebeten, so viele Wörter aus der ersten Phase wie möglich abzurufen, egal mit welcher Aufgabenstellung diese im ersten Durchgang zu bearbeiten waren. In einem solchen Experiment wird die Gedächtnisleistung für Wörter, die unter dem zweiten Aufgabentypus (Naturprodukt?) bearbeitet wurden, höher sein als für diejenigen, die unter dem ersten Aufgabentypus bearbeitet wurden. Woran liegt das? Der erste Aufgabentypus (alphabetische Ordnung?) verlangt nur eine sehr „oberflächliche“ Verarbeitung der Wörter. Die Wörter werden zwar mit Sicherheit gelesen, aber der Inhalt muss nicht zur Beantwortung herangezogen werden. Bei der zweiten Aufgabe muss man dagegen den Inhalt der Wörter verarbeiten, um zu einer

korrekten Beantwortung zu gelangen; wir sprechen hier metaphorisch von einer „tiefen“ Verarbeitung. Dieses (fiktive) Experiment entspricht der Forschungstradition des sogenannten Verarbeitungstiefeansatzes (*levels of processing*), der in den siebzigern Jahren des letzten Jahrhunderts von Craik und Lockhart (1972) eingeführt wurde: Je tiefer ein Wort verarbeitet wird, desto besser wird es nachher erinnert. „Tiefe“ bemisst sich danach, ob das Wort nur in seiner visuellen Form bearbeitet werden muss (flache Verarbeitung) oder im Hinblick auf seinen Inhalt (tiefe Verarbeitung). Es gibt auch Zwischenstufen: zum Beispiel können Wörter hinsichtlich ihrer Phonologie bearbeitet werden (Reimt sich das Wort mit?). Die Metapher der „Tiefe“ hat sich als nützlich in der Verständigung über Gedächtnisphänomene erwiesen; sie wird bis heute gern benutzt. Gleichwohl sollte man auf eine Schwäche des Ansatzes hinweisen: Ein von der Gedächtnisleistung unabhängiges Kriterium der Verarbeitungstiefe ist nicht einfach zu bestimmen.

Der Ansatz der Verarbeitungstiefe machte auf ein wichtiges Gedächtnisprinzip aufmerksam. Tiefe, inhaltliche Verarbeitung bedeutet, zu lernendes Material mit schon vorhandenem Wissen in Beziehung zu setzen. Der spätere Zugriff auf das Material wird dadurch erleichtert. Wir können das noch besser mit dem Begriff der *Elaboration* und entsprechenden Experimenten erklären. Eine Elaborationsinstruktion zielt direkt darauf ab, das zu lernende Wort mit vorhandenem Wissen zu vernetzen. Eine typische Elaborationsinstruktion wäre auf unser obiges Experiment bezogen: Falls ein Wort mit einem blauen Rahmen umgeben ist, bilde bitte einen sinnvollen Satz mit dem Wort! In welcher Weise Elaborationsstrategien zu ungewöhnlichen Leistungen führen können, wird im Kasten zu Gedächtniskünstlern beschrieben.

Gedächtniskünstler

Sicher haben sie auch schon im Fernsehen gesehen, wie sich jemand eine Ziffernfolge mit mehreren hundert Stellen innerhalb weniger Minuten einprägt und später fehlerfrei wiedergibt. Wie macht er das? Es ist eine (im Prinzip!) simple Anwendung von Elaborationsstrategien, die allerdings einiges an Übung verlangt. Der erste Schritt besteht darin, dass man eine Liste von 1000 Gegenständen (die eigene Brille, der Teddy des Sohnes, die grüne Vase ...) mit den Zahlen 000 bis 999 verknüpft. Das ist harte Übungsarbeit, da es später darauf ankommt, ohne langes Überlegen zum Beispiel die Zahlenfolge 010 mit der eigenen Brille zu assoziieren. Schon hierbei kann man natürlich in manchen Fällen geschickte Kombinationen auswählen (für die Brille eignet sich 010 sicher besser

als 543, für den Teddy 888 besser als 274). Aber im Prinzip ist dieser Schritt wie das Vokabellernen beim Erwerb einer neuen Sprache.

Der zweite Schritt besteht darin, sich eine Reiseroute zu überlegen, die so viele Stationen hat, wie man sich drei-stellige Ziffernfolgen merken möchte. Wer zum Beispiel bei einem Wettbewerb damit glänzen möchte, sich eine 900-stellige Zahl zu merken, muss eine Reiseroute mit 300 Stationen lernen. Diese Reiseroute ist ebenfalls sehr penibel zu lernen. Hilfreich ist hierbei, eine Route zu nehmen, die man sehr genau kennt, zum Beispiel den Weg zur Arbeit. Mit diesen beiden Bausteinen sind sie im Prinzip für die eigentliche Aufgabe gerüstet.

Hierzu zerlegen sie die lange Ziffernfolge in Tripel. Wenn sie lange genug geübt haben, Zifferntripel mit Objekten zu assoziieren, dann „sehen“ Sie bei der Ziffernfolge 888010 sofort den Teddy und die Brille. Jetzt kommt es darauf an, die Objekte mit den Stationen ihrer Reise zu verknüpfen. Am besten erfindet man geschichtenartige Verknüpfungen („Ich mache die Haustür auf; dort sitzt der Teddy und winkt mir zu; am Gartentor wäre ich fast auf meine Brille getreten; wie kommt die denn dahin?“) Mit dieser (im Übrigen seit dem Altertum bekannten) Methode – der sogenannten *loci*-Methode (Methode der Orte) – werden sie verblüffende Ergebnisse erzielen!

Die Prinzipien der Verarbeitungstiefe und der Elaboration waren wichtige Anregungen für die Gedächtnispsychologie. Sie haben ihre Bedeutung nicht verloren. Es wäre aber zu kurz gegriffen, Gedächtnisleistungen nur als Funktion von Enkodierprozessen anzusehen. Im Folgenden werden wir weitere wichtige Prinzipien kennenlernen, die stärker die Abrufsituation und das Zusammenspiel von Enkodier- und Abrufsituation betonen.

Als übergeordnetem Gesichtspunkt sollte man sich verdeutlichen, dass man auf der einen Seite zu Erinnerndes (ein Wort, ein Bild, ein Gesicht) in seiner Spezifität, in seiner Einzigartigkeit enkodieren kann, in dem viele Merkmale, die wesentlich zu diesem zu Erinnernden gehören, abgespeichert werden. Auf der anderen Seite kann man zu Erinnerndes in seiner Verbundenheit mit anderem (z. B. den weiteren Wörtern eine Lernliste, dem Kontext, in dem gelernt wird) enkodieren. Wir können das noch einmal an der Strategie des Gedächtniskünstlers veranschaulichen: Wenn nach intensiver Übungsphase die Ziffernfolge 888 praktisch gleichbedeutend mit dem Teddy ist, so kann man sagen, dass der Gedächtniskünstler deutlich mehr *spezifische* Information zu der Ziffernfolge 888 enkodiert als andere Personen.

Beim Verknüpfen der Stationen der Reiseroute mit den Objekten stellt der Gedächtniskünstler *Relationen* zwischen den Objekten her. Auf die Bedeutung einer solchen grundlegenden Unterscheidung wurde an vielen Stellen in der Gedächtnisliteratur hingewiesen.

So heben Hunt und Einstein (1981) darauf ab, dass Gedächtnis zum einen auf *item-spezifischer* Information, zum anderen auf *relationaler* Information beruht. Mit item-spezifischer Information ist angesprochen, wie spezifisch, wie *distinkt* ein zu erinnerndes Objekt oder Ereignis (generell: ein *Item*) enkodiert wird. Dies kann zum einen bedeuten, dass das Item sich gut von anderen zu lernenden Items abhebt; zum anderen können im Lernvorgang itemspezifische Merkmale mehr oder aber weniger prozessiert werden. Dies lässt sich gut am Gedächtniseffekt für selbst ausgeführte Handlungen erläutern (zum Überblick Engelkamp, 1998; Zimmer, 2001). Wenn einfache Handlungsphrasen (z. B. „Haare kämmen“, „aus dem Glas trinken“) ausgeführt werden (pantomimisch reicht aus), so ist die spätere Erinnerungsleistung höher als wenn zum Beispiel die entsprechende Ausführung nur beobachtet wird („Tu“-Effekt). Das einzelne Item wird hier mit den itemspezifischen Merkmalen des zugehörigen motorischen Programms enkodiert und kann besser erinnert werden. Das Enkodieren *relationaler* Informationen meint dagegen, dass Items zueinander in Beziehung gesetzt werden können. Es können Assoziationen zwischen den zu lernenden Items gebildet werden oder aber andere Formen der Organisation genutzt werden (z. B. das Erkennen von Oberbegriffen).

Cohen, Poldrack und Eichenbaum (1997) sprechen ebenfalls von *item-spezifischem Gedächtnis* und *relationalem Gedächtnis*. Während die Unterscheidung von Hunt und Einstein (1981) stark auf die traditionellen Gedächtnisuntersuchungen des Lernens einer Liste von, zum Beispiel, Wörtern mit anschließendem freien Abruf oder der Wiedererkennung bezogen ist, so beziehen sich Cohen und Kollegen stärker auf eine andere Sorte von Gedächtnistests, auf die sogenannten indirekten Gedächtnistests. Wir werden darauf noch eingehen. In aller Kürze dargestellt kann man sagen, dass es dabei um Leistungsverbesserungen geht, wenn ich ein- und dasselbe Objekt wiederholt verarbeiten muss. Item-spezifisches Gedächtnis meint also hier, dass die konkreten Verarbeitungsschritte eines Objektes Gedächtnisspuren hinterlassen, die bei der erneuten Verarbeitung zu einer verbesserten (z. B. schnelleren) Verarbeitung beitragen. Prototypisch hierfür sind Verbesserungen in senso-motorischen Verarbeitungsprozessen: Wir hatten im Kasten zu dem Patienten H. M. (vgl. Kapitel 2.3) darauf hingewiesen, dass dieser trotz massivster Gedächtnisproblematik (im Sinne des bewussten Wiedererkennens) durchaus lernen konnte,

Figuren nachzuzeichnen, die er nur über einen Spiegel sehen konnte. Im Gegensatz dazu ist relationales Gedächtnis – wie der Name sagt – wesentlich dadurch gekennzeichnet, dass zu Erinnerndes aufeinander bezogen abgespeichert wird. Wenn ich erinnere, dass ich gestern einen alten Bekannten in der Stadt getroffen habe, dann sind hier Zeit, Ort und Person in einer relationalen Einheit enkodiert.

Ähnlich machen Ecker, Zimmer und Groh-Bordin (2007) die Unterscheidung von *intrinsischen* und *extrinsischen* Merkmalen von Objekten. Intrinsische Merkmale sind die Merkmale eines Objektes, die unmittelbar zu ihm gehören (z. B. Farb- und Forminformation). Für den Gedächtniskünstler sind die Merkmale des Teddys intrinsische Merkmale der Ziffernfolge 888. Demgegenüber sind extrinsische Merkmale die Zuordnungsmerkmale des Objektes zu dem aktuellen Kontext. Dass der Teddy an der Haustür sitzt (weil die 888 an der Stelle der langen Zahl kommt, die der zweiten Station der Reiseroute entspricht; vgl. den Kasten *Gedächtniskünstler*) ist ein solches extrinsisches Merkmal. Sie bemerken die weitgehende Unabhängigkeit der Gedächtnisleistung: Man kann genau erinnern, dass die 888 (also der Teddy) zur Ziffernfolge gehörte, aber man kann möglicherweise nicht mehr erinnern, an welcher Stelle (also: an welcher Station der Reiseroute).

Bei aller Unterschiedlichkeit dieser Ansätze kommt immer wieder eine Grundunterscheidung durch, die man sehr abstrakt mit der Stärke der „vertikalen“ Itemspur, die im kognitiven Apparat von der Wahrnehmung bis zur motorischen Reaktion quasi „berührungsfrei“ zu andern Spuren hinterlassen wird, versus der „horizontalen“ Itemvernetztheit umschreiben kann. Im Folgenden werden wir also – wie oben angekündigt – die Begrenztheit des Verarbeitungstiefeansatzes überwinden und dabei immer wieder auf diese Grundunterscheidung zurückkommen.

Kontexteffekte, Enkodierungsspezifität und Vergessen

Eines der dieses Buch einleitenden Beispiele (vgl. Kap. 1) beschrieb das kuriose Experiment von Godden und Baddeley (1975), die Taucher entweder an Land oder sechs Meter unter Wasser eine Liste von Wörtern lernen ließen, um sie dann – vier Minuten später – zu bitten, entweder im selben Kontext (also an Land oder unter Wasser) oder in der jeweils anderen Umgebung möglichst viele der Wörter zu erinnern. Wenn Lern- und Abrufkontext übereinstimmten, wurden deutlich mehr Wörter erinnert als wenn ein Wechsel stattfand. Dieser Befund kann offensichtlich nicht mit dem Verarbeitungstiefeansatz erklärt werden, da das Zusammenspiel von Bedingungen bei Enkodierung und Abruf eine Rolle spielt. Wir können uns derartige Kontexteffekte plausibel



Abbildung 22 Woran erinnert Sie dies? (vgl. Abbildung 10)

machen, indem wir annehmen, dass die gesamte Lernepisode mit vielen ihrer Details enkodiert wird; die Wörter sind dabei nur ein Aspekt. Wir sprechen hier auch von *Enkodierungsspezifität*. Offenbar werden relationale Beziehungen zwischen Items und Kontext enkodiert.

Ganz abstrakt formuliert, gelingt der Zugriff auf eine Episode dann, wenn ein ausreichend guter Abrufschlüssel zur Verfügung steht. Was ist ein guter Abrufschlüssel? Ein möglichst umfangreicher und einzigartiger Teil der (abgespeicherten) Episode! Unser Gedächtnis arbeitet hierbei nach Prinzipien der Resonanz und Musterergänzung, wie wir sie auch bei der Wahrnehmung kennengelernt haben. A propos: Betrachten Sie bitte *Abbildung 22*. Woran erinnert sie dies?

Vorausgesetzt Sie haben das Kapitel über Wahrnehmung gelesen, denken Sie jetzt an einen Dalmatiner und sehen ihn etwa in der Mitte des (vollständigen) Bildes mit der Schnauze am Boden in Richtung des Baumes oben links. Die Gedächtnisspur des (kompletten) Bildes wurde durch einen Teil des Bildes (dem „Schlüssel“) abgerufen.

Die Kraft eines unverwechselbaren Schlüssels

Zur Folklore der schöngeistigen Kultur gehört die Madeleine-Episode aus Marcel Prousts berühmtem Roman *Auf der Suche nach der verlorenen Zeit*, in der ein einzigartiges, unverwechselbares (*distinktes*) Geschmackserlebnis beim Ich-Erzähler der Schlüssel zu einer „verschütteten“ glücklichen Kindheitsperiode (im Ort Combray) ist. (Damit der erste Satz Sie nicht völlig in die Irre führt: Madeleine ist ein französisches Gebäck, kein Mädchenname.)

Gleich darauf führte ich ... einen Löffel Tee mit einem aufgeweichten kleinen Stück Madeleine darin an die Lippen. In der Sekunde nun, da dieser mit den Gebäckkrümeln gemischte Schluck Tee meinen Gaumen berührte, zuckte ich zusammen und war wie gebannt durch etwas Ungewöhnliches, das sich in mir vollzog. Ein unerhörtes Glücksgefühl, das ganz für sich allein bestand und dessen Grund mir unbekannt blieb, hatte mich durchströmt. ... Sicherlich muß das, was auf dem Grund meines Ich in Bewegung geraten ist, das Bild, die visuelle Erinnerung sein, die zu diesem Geschmack gehört und die nun versucht, mit jenem bis zu mir zu gelangen. ... Wird sie bis an die Oberfläche meines klaren Bewußtseins gelangen, diese Erinnerung, jener Augenblick von einst, der nun plötzlich durch die Anziehungskraft eines identischen Augenblicks, von so weit her in meinem Innersten erregt, bewegt und emporgehoben wird? ... Und mit einem Mal war die Erinnerung da. Der Geschmack war der jenes kleinen Stücks einer Madeleine, das mir am Sonntagmorgen in Combray ... sobald ich ihr in ihrem Zimmer guten Morgen sagte, meine Tante Léonie anbot, nachdem sie es in ihren schwarzen oder Lindenblütentee getaucht hatte. (Proust, 1913/2009; S. 69 f)

Vermutlich kommt olfaktorischen Reizen (also den Geschmack- und Geruchssinn betreffenden Reizen) eine besondere Bedeutung zu (vgl. kurz dazu Eysenck & Keane, 2010). Deshalb haben wir diesen Hinweis hier aber nicht gebracht. Uns ging es mehr um das generelle Prinzip, dass ein sehr distinkter Reiz ein mächtiger Abrufschlüssel sein kann. Zum Beispiel wird der Hinweis auf Gebäck in Lindenblütentee für Sie fortan ein guter Schlüssel zu bestimmten Aspekten der Gedächtnispsychologie sein.

Wie kann man sich *prinzipiell* derartige Resonanz- und Musterergänzungsprozesse vorstellen? Wir denken, dass die subsymbolischen Computermodelle (vgl. Kapitel 2.2) hier hilfreich sind. Stellen Sie sich vor, dass Gedächtnis sei eine riesige Menge von einzelnen Merkmalseinheiten, die untereinander über verstärkende oder hemmende Verbindungen verknüpft sind. Das Lernen einer Episode bedeutet, dass die Verbindung zweier Einheiten, die in der Episode beide „angeschaltet“ sind (d. h. beide Merkmale sind vorhanden) ein positiveres Gewicht erhält, während die Verbindung zweier Einheiten, von denen nur eine „angeschaltet“ ist (d. h. ein Merkmal ist in der Episode gegeben, das andere nicht), ein negativeres Gewicht erhält. Einen Abrufschlüssel bereitstellen heißt nun, genügend Einheiten in den Zustand zu bringen, den sie während der Lernphase eingenommen haben; die restlichen Einheiten werden dann

(aufgrund der Gewichte) auch wieder diesen Zustand einnehmen. Diese kurze Beschreibung soll ihnen lediglich den Grundgedanken vermitteln, wie man sich prinzipiell diese schlüsselgesteuerten Abrufprozesse vorstellen kann. Es lauern bei einer solchen Modellierung viele Detailprobleme.

Immerhin: Aus dem Grundgedanken folgt zum Beispiel eine plausible Vorstellung davon, was Vergessen heißt. Zunächst: Gedächtnispsychologen lieben es in der Regel nicht, Vergessen als eine Art Zerfall (*decay*) von Gedächtnisspuren anzusehen (vgl. z. B. Neath & Surprenant, 2005). Man kommt in der Tat ohne eine solche Annahme aus. Vergessen kann zum einen bedeuten, dass sich viele gleichartige Gedächtnisspuren unentwirrbar überlagern, zum anderen, dass kein distinkter Abrufschlüssel mehr zur Verfügung steht. Nehmen wir einmal an, dass Sie im Jahr 2007 Schüler waren und immer Montags in der dritten Stunde Mathematikunterricht hatten. Versuchen Sie sich bitte zu erinnern, was in der Mathematikstunde am 21. Mai 2007 passierte? Das wird in der Regel nicht funktionieren. Erstens werden Sie nur ein von der einzelnen Stunde abstrahierendes Gedächtnis für den Mathematikunterricht in der Klassenstufe, in der Sie damals waren, heraufbeschwören können (der Lehrer, der Raum, eventuell der Lernstoff, der damals auf der Tagesordnung war), aber kein Gedächtnis für genau diese einzelne Stunde. Es stehen keine *item-spezifischen* Informationen mehr zur Verfügung.

Wozu sollten wir auch eine derartige Fähigkeit haben, sich hochgradig ähnelnde Episoden in der Erinnerung auseinanderhalten zu können? Sich intelligent verhalten zu können, heißt, in Abstraktionen denken zu können. Abstraktionen entstehen aber durch Betonung des Gemeinsamen ähnlicher Episoden bei Vernachlässigung von irrelevanten Unterschieden. Wir werden diesen Aspekt noch näher im Kapitel 5.3 betrachten.

Zweitens ist der „Schlüssel“ (d. h. hier das Datum) viel zu unspezifisch. Natürlich, Sie werden dieses Datum benutzen, um möglicherweise bessere Schlüssel zu generieren: Sie werden zurückrechnen, wie alt Sie damals waren, in welcher Schulklasse sie waren, welchen Lehrer Sie hatten, neben wem Sie in dem Jahr gegessen haben. Alles das ist hilfreich, aber wird zu unspezifisch sein, um exakt die eine Stunde wieder hervorzurufen. Diese Überlegung des zu unspezifischen Schlüssels führt ein weiteres wichtiges Prinzip ein, das der *Interferenz*.

Interferenz

Gemeint ist mit Interferenz an dieser Stelle, dass ein Abrufschlüssel nicht die gesuchte, sondern eine andere stark damit zusammenhängende Information abrufen. Die letztere Information stört den („... interferiert mit dem ...“) Abruf

der gesuchten Information. Häufig wird das nicht bewusst und man denkt, die gesuchte Information sei vergessen. Manchmal kann man diese Konkurrenz jedoch beobachten. So hat einer von uns (DW) vor Jahren Urlaub nahe der portugiesischen Stadt *Sintra* gemacht. Mehrfach passierte es ihm später, dass er den Namen nicht abrufen konnte, da der Schlüssel „alte südeuropäische Stadt, beginnt mit Si“ verlässlich zu der viel bekannteren italienischen Stadt *Siena* führte. In der Gedächtnispsychologie untersuchte man Interferenzen mit dem Paradigma des Paarassoziationslernen (vgl. für eine Einführung Neath & Surprenant, 2003). Darüber informiert ein Kasten.

Das Paradigma des Paarassoziationslernen

In der Lernphase lernen Probanden eine Liste willkürlich zusammengestellter Wortpaarungen (z. B. *Auto-Tisch*). In der Abrufphase dient der erste Paarling als Abrufschlüssel für den zweiten (vgl. hierzu und zum Folgenden z. B. Neath & Surprenant, 2003). Es gibt zwei Anordnungen, die Interferenzphänomene zeigen. In beiden Fällen vergleicht man zwei Stichproben (vgl. *Abbildung 23*).

Die Buchstaben in der *Abbildung 23* stehen für Wortlisten. Zum Beispiel wird jeweils ein Wort der A-Liste mit einem Wort der B-Liste gepaart; in der Testphase werden dann die A-Wörter zur Abfrage der B-Wörter genutzt (d. h. den Probanden wird explizit gesagt, auf welche der beiden Lernphasen sich der Abruf bezieht). In der linken Anordnung lernen beide Gruppen zunächst die AB-Verbindungen. In der zweiten Lernphase werden beide Gruppen in gleichem Maße durch das Lernen einer weiteren Listenkombination belastet. Allerdings sind für die Experimentalgruppe

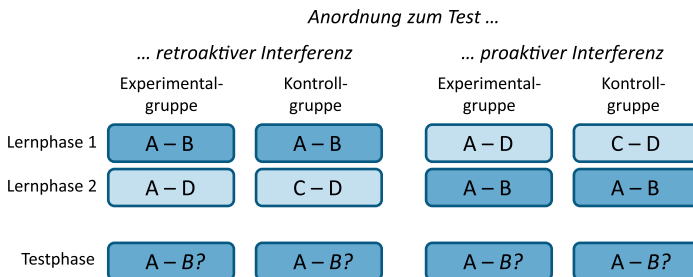


Abbildung 23 Zwei Varianten des Paarassoziationslernens

die Schlüssel der neuen Paarkombinationen identisch zu den Schlüsseln aus der ersten Lernphase. Typischerweise wird man feststellen, dass die Leistung der Experimentalgruppe schlechter sein wird als die der Kontrollgruppe. Erklärt wird dies dadurch, dass die A-Schlüssel zuletzt an die D-Wörter gekoppelt wurden. Man nennt dieses Phänomen *retroaktive Interferenz*. Die zuletzt gelernte Information ist – alles andere gleichgehalten – aufgrund des zeitlichen Vorteils zugänglicher. (Sozusagen das umgekehrte Alltagsbeispiel: „Wie hieß doch noch mal diese berühmte italienische Stadt, beginnt mit Si?“, kurz nach dem *Sintra*-Urlaub.)

Im rechten Teil der *Abbildung 23* hat man vorher die konkurrierenden A-D-Verbindungen gelernt. Auch hier wird die Experimentalgruppe schlechter abschneiden als die Kontrollgruppe. Man nennt dieses Phänomen *proaktive Interferenz*. Die zuerst gelernte Informationskombination ist – alles andere gleichgehalten – distinkter, einzigartiger als die später gelernte. Falls Sie jetzt denken „Ja, was denn nun: Zugänglichkeit oder Distinktheit?“ begehen Sie einen gedanklichen Fehler: Beide Prinzipien wirken unabhängig; im Fall eines uneindeutigen Schlüssels (d. h. der A-Schlüssel in den Experimentalgruppen) wird in den konkreten Fällen einzelner Paare mal das eine, mal das andere Prinzip siegen. Die Gesamtleistung verschlechtert sich also in jedem Fall. Die beiden verschiedenen Experimentalanordnungen werden benötigt, um das jeweils sauber zu testen.

Quellengedächtnis

Aus den Experimentalansätzen zum Nachweis von pro- und retroaktiver Interferenz ergibt sich eine weitere weitreichende Unterscheidung. Stellen Sie sich vor, dass Sie in den Lernphasen 1 und 2 statt zweier Paarassoziationslisten zwei Filme sehen. In beiden spielt jeweils ein anderer mittelalter Mann eine Nebenrolle; die beiden sind vergleichbar unauffällig. Später werden Sie gebeten, den Mann aus dem *ersten* Film wiederzuerkennen. Gefragt ist hier nach dem *Quellengedächtnis* (Johnson, Hashtroudi, & Lindsay, 1993): Sie sollen nicht nur angeben, dass Sie eine Person als bekannt erkennen; Sie sollen sie zudem einem Kontext zuordnen. Das kann unter Umständen sehr schwierig sein. Wir können an diesem Beispiel sehr schön sehen, dass man zwischen der Güte des Gedächtnisses für das einzelne Objekt (item-spezifisches Gedächtnis) mit seinen Merkmalen und der Güte der Zuordnung zum Kontext unterscheiden kann (item-relationales Gedächtnis). Quellenverwechslungen

sind eine tückische Form von Gedächtnisfehlern, da man leicht von der empfundenen Güte des einen Abrufs auf die Verlässlichkeit des anderen Abrufs schließt. Die praktische Bedeutung dieser Unterscheidung ist evident: Zeugen sollen Personen nicht nur als bekannt bezeichnen können, sondern sie zweifelsfrei als den Täter wiedererkennen. Das Konzept des Quellengedächtnis kann im Übrigen auch genutzt werden, um die Frage zu beantworten, wie wir eigentlich selbst erlebte von nur imaginierten Ereignissen unterscheiden können. In der Regel können wir das sehr gut; gleichzeitig bleibt die Unterscheidung aber eine, die wir aufgrund verschiedener Indizien erschließen (Johnson et al., 1993).

Transfer-angemessenes Verarbeiten (transfer-appropriate processing)

Durch die Fokussierung auf die besonders typischen Gedächtnistests des freien Abrufs und der Wiedererkennung verstellte der Verarbeitungstiefeansatz ein wenig den Blick auf ein anderes Phänomen, das wir am besten durch ein vielzitiertes Experiment von Morris, Bransford und Franks (1977) einführen. Die Autoren lasen ihren Probanden in der Enkodierphase „Lückensätze“ vor (d. h. Sätze, in denen jeweils ein Wort durch das Wort LEER ersetzt war), zum Beispiel *Ein LEER hat Zähne* oder *LEER reimt sich auf Schwamm*. Auf jeden Satz folgte ein Wort und die Probanden mussten jeweils beurteilen, ob der Satz mit diesem Wort korrekt ist. Zum Beispiel würde das Wort *Kamm* in beiden Beispielsätzen zu einem „Ja“ führen, das Wort *Tisch* zu einem „Nein“. Wichtig ist, dass Sätze vom Typus des ersten Beispielsatzes eine inhaltliche (*semantische*) Verarbeitung des jeweiligen Wortes verlangen, Sätze vom Typus des zweiten Beispielsatzes lediglich eine lautliche (*phonetische*) Verarbeitung. Nach den Prinzipien des Verarbeitungstiefeansatzes (s. o.) sollte die Gedächtnisleistung für die semantisch verarbeiteten Wörter höher sein als für phonetisch verarbeiteten. Das zeigte sich auch in einem Wiedererkennenstest, bei dem den Probanden die Wörter der Lernphase gemischt mit neuen Wörtern vorgelesen wurden und die Probanden jeweils entscheiden sollten, ob das Wort alt oder neu war. Andere Probanden bekamen aber einen modifizierten Wiedererkennenstest: Ihnen wurden Reimwörter der alten und neuen Wörter des Originaltests vorgelesen. Selbstverständlich waren es andere Reimwörter als die in der Lernphase verwendeten (also z. B. *Damm* für *Kamm*). Die Probanden sollten bei jedem Wort angeben, ob sie in der Lernphase ein Reimwort zum gehörten Wort gelernt hatten oder nicht. Das Ergebnis war nun konträr zur Vorhersage des Verarbeitungstiefeansatzes: Wörter, die in der Lernphase hinsichtlich ihrer Phonetik beurteilt werden sollten, wurden besser erinnert als Wörter, die semantisch verarbeitet wurden.

Das Prinzip, das hierdurch deutlich wird, nennt sich transfer-angemessenes Verarbeiten (*transfer-appropriate processing*): Werden dieselben Verarbeitungsprozesse in Lern- und Abrufphase genutzt, so zeigt sich ein Leistungsvorteil. Hier haben wir den Fall, dass die item-spezifischen Enkodierungen und nicht so sehr die relationalen von Hilfe sind.

Indirekte Tests und das implizite Gedächtnis

Wir brauchen das Experiment von Morris und Kollegen (1977) aus dem letzten Abschnitt nur ein wenig modifizieren, um weitere wichtige Begriffe der Gedächtnispsychologie einzuführen: Stellen Sie sich vor, die Teilnehmer wären in der Testphase nicht gebeten worden, anzugeben, ob sie in der Lernphase ein Reimwort zum gehörten Wort gelernt hatten oder nicht, sondern einfach ein Reimwort zu den jeweiligen Testwörtern zu generieren. Die Wahrscheinlichkeit, mit der Wörter aus der Enkodierphase generiert worden wären (also *Kamm* auf *Damm*), wäre vermutlich höher als in einer Kontrollgruppe, die nicht kurz zuvor die entsprechenden Wörter gehört hätten. Bei dieser Art von Experiment würde gegenüber den Teilnehmern überhaupt nicht mehr explizit auf das Gedächtnis Bezug genommen: In der Enkodierphase bearbeiten sie Materialien (Wörter, Bilder) unter einer bestimmten Aufgabenstellung; in der Testphase wird wieder eine Aufgabe gegeben, bei der sich *implizit* die Enkodierung der Materialien zeigen kann. Kein „Erinnere Dich bitte!“ wird von den Probanden verlangt. Unter einer bestimmten Perspektive ist dies die „reiner“ kognitionspsychologische Herangehensweise an Gedächtnis, da man den prinzipiell schwierig zu konzeptualisierenden Begriff der „bewussten Erinnerung“ zunächst außen vor lässt. Typischer für dieses Forschungsfeld als der von uns entworfene indirekte Test ist der sogenannte Wortfragmenttest. Hierbei erhalten die Teilnehmer in der Testphase Wortfragmente (z. B. *K_M_* für *Kamm*), die mit dem ersten passenden Wort, das ihnen in den Sinn kommt, zu ergänzen ist.

Interessanterweise erhält man auf diese Art – also durch indirekte Tests implizit das Gedächtnis zu testen – häufig qualitativ andere Ergebnisse als durch die direkten Tests, die explizit das Gedächtnis überprüfen. Besonders bemerkenswert wurden in der Fachwelt Befunde aufgenommen, dass Amnestiker, also Personen, die typischerweise aufgrund von Hirnschädigungen extreme Leistungseinbußen beim expliziten Test des Gedächtnis zeigen, in indirekten Tests keine Einbußen zeigen (Warrington & Weiskrantz, 1970; vgl. aber zu einem methodischen Problem Buchner & Wippich, 2000).

Implizite Erfahrungsnachwirkungen, wie sie in indirekten Tests getestet werden, haben offenbar viel mit transfer-angemessenem Verarbeiten (siehe

oben) zu tun: Wenn es eine starke Überlappung zwischen den Verarbeitungsprozessen in der Enkodierung und denjenigen im indirekten Test gibt, wird insbesondere eine Erfahrungsnachwirkung festzustellen sein. Hier ergibt sich eine große Nähe zu einfachen Übungseffekten. Dieses Prinzip lässt sich insbesondere bei Aufgaben verdeutlichen, die zur Untersuchung des in Kapitel 3.2 noch zu erörternden Gedächtnisses für Prozeduren eingesetzt werden. Zum Beispiel hatten wir im Kapitel 2.3 das sogenannte Spiegelzeichnen im Fall H. M. erwähnt: die Konturen von Figuren (z. B. ein Stern) sollen nachgezeichnet werden; dabei sind die Figuren aber nur via eines Spiegels zu sehen. Wir hatten darauf hingewiesen, dass man bei dieser zunächst schwierigen Aufgabe sehr schnell Übungsgewinne hat. Nennen wir die erste Übung Enkodierphase und die Wiederholung am nächsten Tag Testphase, haben wir (wenn wir noch eine Kontrollgruppe ohne Enkodierphase hinzunehmen) einen indirekten Test des Gedächtnisses. Gedächtnis besteht hierbei darin, dass der komplette Pfad der Wahrnehmungs-Handlungskoordination sukzessive verbessert wird. Derartige Verarbeitungspfad-Vorteile finden sich auch bei der Bearbeitung von inhaltlich bedeutungsvollen Materialien wie sie in typischen Gedächtnisexperimenten untersucht werden. Lese ich heute zum ersten Mal seit Jahren das Wort *Hieroglyphen*, so werde ich in einer Woche vermutlich leichter die Lösung für das Wortfragment *H__r_gl_p_en* finden als jemand, der nicht kürzlich dieses seltene Wort gelesen hat (Tulving, Schacter & Stark, 1982). Die item-spezifische Gedächtnisrepräsentation des Wortes wurde bei mir aufgefrischt; sie ist nun zugänglicher als bei der Kontrollperson. Es muss nicht überraschen, wenn ich mich trotzdem nicht bewusst erinnern kann, dass Wort kürzlich gelesen zu haben. Dazu hätte nicht nur die Verarbeitung des Wortes gestärkt werden müssen, sondern eine Verbindung mit dem Lernkontext hergestellt werden müssen (d. h. die relationalen Bindungen hätten stärker gelernt werden müssen).

Eine Brücke zwischen impliziten Erfahrungsnachwirkungen und explizitem Gedächtnis können wir über einen weiteren Begriff bilden: den der *Vertrautheit* (*familiarity*). In der Tat könnte es sein, dass wenn man mir zusammen mit *Hieroglyphen* einige andere seltene Wörter mit der Instruktion vorlegen würde „Manche dieser Wörter hast Du kürzlich gelesen, andere nicht; versuche bitte entsprechend zu sortieren!“, ich *Hieroglyphen* als kürzlich gelesen markieren würde, weil es mir aufgrund der erleichterten Verarbeitung vertrauter vorkommt als andere. Zu welch' kuriosen Phänomen dies führen kann zeigt der Kasten *Über Nacht berühmt werden*.

Über Nacht berühmt werden

Jacoby, Woloshyn und Kelley (1989) präsentierten ihren Versuchsteilnehmern Namen von Personen; es handelte sich ausschließlich um unbekannte Namen. Die Teilnehmer mussten die Namen laut vorlesen. Danach wurde ihnen eine zweite Aufgabe gegeben: Wieder wurden ihnen Namen präsentiert; diesmal mussten sie bei jedem Namen kategorisieren, ob es sich um eine berühmte Person handelt oder nicht. Die Liste der Namen umfasste dementsprechend berühmte Personen⁵ oder unbekannte Personen; letztere waren zur Hälfte aus der ersten Aufgabe übernommene und zur Hälfte neue unbekannte Namen. Es wurde ihnen klar gesagt, dass die Namen aus der ersten Aufgabe in keinem Fall berühmt waren. Dementsprechend war das Ergebnis: 62 % der berühmten Namen wurden als berühmt erkannt, während 31 % der neuen Namen fälschlich als berühmt bezeichnet wurden. Die Teilnehmer konnten also mehr-schlecht-als-recht die Unterscheidung machen. Recht gut waren sie dagegen bei den alten Namen: Nur in 19 % der Fälle (also deutlich weniger als bei neuen nicht berühmten Namen) wurden sie fälschlich als berühmt bezeichnet. Das ist einfach zu erklären: Sie erinnerten sich in den meisten Fällen bewusst, diesen Namen in der ersten Aufgabe vorgelesen zu haben; also konnte er – gemäß der Aussage des Versuchsleiters – nicht zu einer berühmten Person gehören!

Bis hierher haben wir allerdings nur die Hälfte des Experimentes erzählt. Für eine zweite Gruppe von Teilnehmern gab es eine kleine Veränderung: Während sie am Anfang die Namen lasen, mussten sie kontinuierlich über Kopfhörer Zahlen anhören und daraufhin überprüfen, ob drei ungerade Zahlen nacheinander genannt wurden. Ihre Aufmerksamkeit war also geteilt zwischen dem Beachten der Zahlen und dem Sprechen der Namen. Als diese Teilnehmer die Berühmtheitsurteile fällten, wurden 49 % der berühmten Namen als berühmt erkannt, während 17 % der neuen Namen fälschlich als berühmt bezeichnet wurden. Sie waren also eigentlich etwas zurückhaltender bei der Einordnung als berühmt, verglichen mit der ersten Gruppe. Die alten Namen wurden jetzt aber zu 27 % (also deutlich mehr als die neuen Namen) als berühmt

⁵ Der Grad der Berühmtheit war so gewählt, dass in einem Vortest 60–70 % der Personen die Person kannten; es war also ein deutliches Maß an Unsicherheit gegeben.

bezeichnet! Was ist hier passiert? Manche der alten Namen erzeugten zwar ein Vertrautheitsgefühl aufgrund des Lesens in der ersten Phase; durch die schlechtere Enkodierung (wegen der parallelen Zahlenaufgabe) hatten die Probanden aber keine wirkliche Erinnerung an das Lesen. Deshalb wurde das Vertrautheitsgefühl fälschlicherweise als Indiz für Berühmtheit genommen.

In einer Folgestudie (Jacoby, Kelley, Brown & Jasechko, 1989) wurde statt der geteilten Aufmerksamkeit der „Berühmtheits“-Test 24 Stunden später gemacht. Während diejenigen, die sofort nach dem Lesen getestet wurden, wieder recht gut die alten Namen als nicht berühmt klassifizieren konnten, da sie die Namen als gerade gelesene wiedererkannten, gelang dies den Teilnehmern mit der verzögerten Testung nicht mehr gut: Sie konnten sich bei vielen der alten Namen nicht bewusst erinnern; ein Vertrautheitsgefühl wurde aber wieder fälschlich als Indiz für Berühmtheit genommen. So wird man berühmt über Nacht!

Die Gegenüberstellung von vertrautheitsbasiertem Wiederkennen (*familiarity*; „kenne ich“) einerseits und dem raum-zeitlich einordnenden Erinnern (*recollection*; „der Name war gestern schon dabei“) andererseits ist die zur Zeit wohl prominenteste begriffliche Unterscheidung in der Psychologie des Wiedererkennens (vgl. z. B. Yonelinas, 2002).

Prozesse beim Wiedererkennen: Recollection und familiarity

Die Gedächtnispsychologie kennt den Unterschied zwischen einem Wiedererkennen (einer Person, eines Objektes, einem Ort), das rein vertrautheitsbasiert ist (ich bin mir sicher, dass ich diese Person kenne, kann aber momentan nicht angeben, wer sie ist und woher ich sie kenne) und einem Wiedererkennen, das dazu auf einem vollen Erinnern basiert (es ist Herr Schmidt; ich habe ihn auf der Tagung 2008 in Berlin kennengelernt). Diese Unterscheidung (im englischen Fachjargon: *familiarity* versus *recollection*) wird durch eine Reihe von unterschiedlichen methodischen Herangehensweisen substantieller. Zum einen kann man Probanden direkt bitten, ihr Wiedererkennensurteil zu qualifizieren, indem sie entweder ein auf *recollection*-basierten Prozessen basierendes *Remember*-Urteil abgeben („Ich kann mich bewusst daran erinnern, dass dieses Objekt in der Lernliste vorkam, da mir weitere Aspekte einfallen, die zu dem Auftreten des Objektes gehören [z. B. was ich gedacht habe; was gerade in dem Moment passierte; was voranging]“) oder ein einfaches „Ich weiß, dass dieses Objekt vorkam (ohne dass ich eine bewusste Erinnerung an die

Episode habe)“ (vertrautheitsbasierte *Know*-Urteile; vgl. z. B. Rajaram, 1993). Zum zweiten gibt es charakteristische Kurven, wenn man die Gedächtnisleistung (d. h. also wie gut man „alte“ von „neuen“ Objekten beim Wiedererkennen trennen kann) als Funktion des eigenen Sicherheitsurteils aufträgt. Diese Kurven kann man sehr gut durch das Wirken der beiden Prozesse Erinnerung (*recollection*) und Vertrautheit (*familiarity*) erklären. Da ein volles Verständnis der Argumentationslogik methodisch voraussetzungsreich ist, müssen wir es hier leider bei der Andeutung und einer Referenz (Yonelinas & Parks, 2007) belassen. Zum dritten hat man deutliche Hinweise dafür, dass der reine Vertrautheitseindruck mit einem anderen EEG-Muster einhergeht als das volle Wiedererkennen (ersteres ist zeitlich früher und anders lokalisiert; Curran, 2000; Mecklinger, 2000): ein EEG-Korrelat von Vertrautheit (*familiarity*) findet man schon etwa um 400 ms nach dem Erscheinen eines Stimulus, während EEG-Korrelate von einordnendem Erinnern (*recollection*) erst im Zeitfenster von etwa 500 bis 700 ms zu finden sind. Die beiden EEG-Korrelate sind zudem jeweils an anderen Elektroden zu finden. Das spricht dafür, dass andere Hirnregionen beteiligt sind.

Wie schon angedeutet wird dieser eher neurokognitiv inspirierten Unterscheidung eine phänomenale (d. h. eine sich auf Erlebnisqualitäten beziehende) Unterscheidung zur Seite gestellt. Im einen Fall habe ich lediglich den Eindruck des „kenne ich“, der dann in einem typischen Wiedererlernensexperiment vom Teilnehmer so gedeutet wird, dass es sich um ein gelerntes Item handelt, während ich im anderen Fall das volle Erinnerungserleben verspüre („Dieses Item habe ich eben in der Lernepisode bearbeitet“). Wir werden dieses Thema noch einmal aufnehmen, wenn wir im nächsten Unterkapitel die Unterscheidung von Episodischem und Semantischem Gedächtnis näher beleuchten.

5.2 Eine strukturorientierte Einführung

Aufgrund ganz unterschiedlicher Argumente, die gleichwohl konvergieren, hat sich *eine* Strukturierung des Gesamtgebietes *Gedächtnis* etabliert. Wir werden diese Argumente weiter unten näher erläutern, wollen aber zunächst die Strukturierung vorstellen. Zunächst wird naheliegenderweise der Bereich des kurzfristigen Behaltens vom langfristigen Behalten unterschieden. Das kurzfristige Behalten – um eine Orientierung zu geben: gemeint ist der Bereich von Sekunden, etwa wenn man eine Telefonnummer für den Moment vom Lesen im Telefonbuch bis zum Tippen behält – wurde früher mit dem Be-

griff des *Kurzzeitgedächtnisses* benannt. Heute wird – aus den guten Gründen, die wir oben schon besprochen haben – der Begriff des *Arbeitsgedächtnisses* bevorzugt (vgl. Kap. 4.4). Wir haben dieses Thema bereits an verschiedenen Stellen behandelt.

Das *Langzeitgedächtnis* wird nach vier Arten von gespeicherten Inhalten unterschieden: Das *Semantische Gedächtnis* umfasst unser verbalisierbares Wissen über die Welt. Zum Beispiel enthält ihr Semantisches Gedächtnis spätestens jetzt ein Wissen darüber, was das Semantische Gedächtnis ist. Das Semantische Gedächtnis wird abgegrenzt vom *Episodischen Gedächtnis*. Das *Episodische Gedächtnis* ist das Gedächtnis für spezifische persönliche Ereignisse. Um ein einfaches Beispiel zur Unterscheidung zu geben: die Fakten, die Sie über den Terroranschlag des 11. September 2001 wissen, werden als Teil des Semantischen Gedächtnisses angesehen; wenn ich Sie aber bitte, sich an diesen Tag zu erinnern („Wo waren Sie und was haben Sie gemacht, als Sie von dem Anschlag auf das World Trade Center erfahren haben?“), so rufen Sie eine Episode aus dem Episodischen Gedächtnis hervor. Beim episodischen Erinnern ist also immer der spezielle Bezug zum Selbst, das spezielle phänomenale Wiedererleben und die phänomenale zeitliche Einordnung gegeben (vgl. Tulving, 2005).

Semantisches und Episodisches Gedächtnis werden zusammen unter dem Begriff *Deklaratives Gedächtnis* geführt, da es um Inhalte geht, die beschreibbar sind und im Prinzip bewusst sein können. In diesem Sinne wird das *Deklarative Gedächtnis* vom *Non-deklarativen Gedächtnis* abgegrenzt. Leicht verstehbar ist diese Abgrenzung, wenn wir uns den zentralen (manchmal mit ihm gleichgesetzten) Bereich des Non-deklarativen Gedächtnisses ansehen: das *Prozedurale Gedächtnis*. Es enthält die Verhaltensroutinen, die wir erworben haben und deren Kenntnis kaum verbalisierbar ist: Bei den meisten von uns gab es einen Zeitpunkt, an dem wir einfach umgefallen wären, hätte man uns ohne Stütze auf ein Fahrrad gesetzt. Später hatten wir dann gelernt, die Balance zu halten und geradeaus zu fahren. Wie aber machen wir das? Keine Ahnung. Wir machen es einfach. Generell geht es um die routinemäßige Verknüpfung von Stimuluskonstellationen mit Reaktionsprozessen. Wir können das noch deutlicher an einer Experimentalaufgabe machen, die wir schon mehrfach erwähnt haben: das Spiegelzeichnen (vgl. Kapitel 2.3). Nach einiger Übung gelingt die Aufgabe recht gut. Der Teilnehmer hat dann also Routinen erworben, wie er die Ausrichtung der Stimulusvorgabe in die adäquate Zeichenstiftbewegung übersetzt. Diese Routinen sind Teil des Prozeduralen Gedächtnisses. Wie schon angedeutet, wird häufig das Non-deklarative Gedächtnis mit dem Prozeduralen Gedächtnis gleichgesetzt. Falls nicht, wird als

weitere Komponente das *Gedächtnis für perzeptuelles Wissen* hinzugenommen. Damit ist gemeint, dass wir ein Gedächtnis für die konkrete Wahrnehmungsgestalt von Objekten haben. Dies zeigt sich vor allem darin, dass wir Objekte schneller verarbeiten, wenn wir sie zuvor schon einmal verarbeitet haben (*Wiederholungs-Priming*).

Wir haben hier die Strukturierung des Gebietes anhand von allgemeinen inhaltlichen Kategorisierungen und alltagspsychologischen Überlegungen eingeführt. Die Abgrenzung von kurzzeitigem Behalten und langfristigem Gedächtnis war aufgrund unserer Alltagserfahrung nahe liegend: Innerhalb des Langzeitgedächtnisses haben wir zwischen dem verbalisierbaren Wissen (Deklaratives Gedächtnis) und den gelernten Verhaltens- bzw. Verarbeitungsroutinen (Non-deklaratives Gedächtnis) unterschieden. Innerhalb des verbalisierbaren Wissen haben wir zwischen dem von unser Person losgelösten Wissen (Semantisches Gedächtnis) über die Fakten der Welt und den in Raum und Zeit lokalisierbaren Episoden des eigenen Lebens, deren Abruf mit der ganz spezifischen Qualität des „Ich war da-und-dort“ verbunden sind (Episodisches Gedächtnis).

Der Gedächtnispsychologe will wissen, ob jenseits dieser alltagspsychologischen Überlegungen empirische Evidenz dafür zu finden ist, dass dieser Einteilung mehr zukommt als Plausibilität: Sollten wir tatsächlich von unterschiedlichen Gedächtnissystemen ausgehen, die relativ unabhängig voneinander existieren? Diese Frage kann man zum einen funktional beantworten, das heißt mit der Untersuchung möglicher unterschiedlicher Charakteristika der vermuteten Systeme. Wir hatten zum Beispiel mehrfach darauf hingewiesen, dass Amnestiker – also Personen mit massiven Schwierigkeiten, neue episodische Erinnerungen zu bilden – häufig keine Schwierigkeiten mit indirekten Gedächtnistests und insbesondere Tests des Prozeduralen Gedächtnisses haben. Cohen und Kollegen (1997; p. 138) fassen dementsprechend struktur-, aber auch prozessorientierte Unterscheidungen der Gedächtnispsychologie in einer Analyse dieser Störung zusammen: „Nach diesem theoretischen Ansatz ist das funktionale Defizit bei Amnestikern eine selektive Störung des Deklarativen Gedächtnisses. Dies bedeutet eine Störung eines wesentlich relationalen Repräsentationssystems, welches das Gedächtnis für diejenigen Beziehungen zwischen perzeptuell getrennten Objekten fördert, die das Ergebnis der Verarbeitung von Ereignissen sind. Dieses System kann man kontrastieren mit dem Prozeduralen Gedächtnis, das eine erfahrungs-basierte Feinabstimmung und Veränderung von individuellen Verarbeitungseinheiten realisiert und das damit wesentlich unflexible, individuierte (d. h. nicht-relationale) Repräsentationen bedingt.“ (Übersetzung DW). Wir erkennen hier

mühe los die weiter oben eingeführte Unterscheidung von item-spezifischem und relationalem Gedächtnis wieder.

Eine weitere Frage drängt sich auf: Entsprechen dieser und anderer Unterscheidungen auch hirnanatomisch unterschiedliche Strukturen? Wir wissen hierzu sehr viel durch den Fall H. M., der bereits in einem Kasten im Kapitel 2.3 beschrieben wurde. Noch einmal kurz zusammengefasst: Bei H. M. waren Teile des medialen Temporallappens (insb. der Hippocampus) entfernt worden, um ihn von einer massiven Form von Epilepsie zu befreien. H. M. konnte seitdem keine neuen episodischen Erinnerungen mehr bilden, obwohl er prozedurales Wissen erwerben konnte. Dieser Einzelfall legte die Bedeutung der entfernten Hirnstrukturen für die Bildung episodischer Erinnerungen nahe. Inzwischen hat man diese Struktur auch mit bildgebenden Verfahren untersucht. Besonders bemerkenswert sind aber Studien mit sogenannten Tiefenelektroden, mit denen direkt die Aktivitäten in dieser Struktur gemessen werden (Fernandez et al., 1999). Auch heute noch wird in sehr schweren Fällen von Epilepsie eine teilweise Entfernung des (paarig vorhandenen) Hippocampus durchgeführt. Im Vorfeld der Operation wird allerdings durch Tiefenelektroden gemessen, wo der „Herd“ der Epilepsie liegt, so dass gezielter und damit (neben-)folgenloser operiert werden kann. Diese Patienten führen während der Beobachtungsphase Gedächtnistests durch, so dass man präziser die Bedeutung des Hippocampus für die Gedächtnisbildung untersuchen kann.

Aber auch andere Forschung legt nahe, dass der Unterscheidung deklarativ versus non-deklarativ/prozedural biologisch verankerte Unterschiede zugrundeliegen. Bemerkenswerterweise werden diese Fragen unter anderem in einem Forschungsprogramm aufgenommen, in dem es um die Rolle des Schlafes bei der Bildung von neuen Erinnerungen geht. Darüber informiert ein Kasten.

Gedächtnis und Schlaf

Schlaf hat offensichtlich eine wichtige Funktion bei der Konsolidierung von Gedächtnis. Konsolidierung meint dabei, dass neu gebildete Gedächtnisspuren noch nicht gefestigt sind und zusätzlicher Prozesse der Stabilisierung und Integration in vorhandene Strukturen bedürfen. Durch Experimente, in denen Gedächtnisleistungen nach Schlafphasen mit denen nach Wachphasen verglichen wurden, zeigten sich sehr spezifische Muster. Die Leistungen in typischen episodischen Gedächtnistests verbesserten sich durch Tiefschlafphasen, weniger durch

REM-Schlafphasen.⁶ Die Leistungen in prozeduralen Gedächtnistests (prototypisch: das schon mehrfach erwähnte Spiegelzeichnen) verbesserte sich dagegen durch REM-Phasen, weniger durch Tiefschlafphasen (für einen Überblick siehe Diekelmann & Born, 2010).

Besonders bemerkenswert ist die Studie von Rasch, Büchel, Gais und Born (2007). Die Teilnehmer bearbeiteten eine Lernaufgabe, bei der die Orte von (Bild-)Objekten gelernt werden sollte. (Die Aufgabe entsprach im Wesentlichen dem bekannten „Memory“-Spiel.) Während der Bearbeitung der Aufgabe war ein Rosenduft im Raum, in der Sprache der Gedächtnispsychologie also ein Kontextreiz, der keine inhaltliche Verbindung zum Lernmaterial hatte. Während der Tiefschlafphasen wurde entweder derselbe Duft oder (als Kontrollbedingung) die duftlose Trägerflüssigkeit versprüht. Die Vermutung war (aufgrund anderer Studien), dass der Duft zu einer besonders deutlichen Reaktivierung hippocampaler Repräsentationen führen würde. In der Tat war die Gedächtnisleistung für das am Abend gelernte „Memory“-Spiel am nächsten Morgen in der Duft-Bedingung bedeutsam höher als in der Kontrollbedingung. Wichtig ist noch zu erwähnen, dass in einem Kontrollexperiment der Duft in der Lernphase weggelassen wurde; dort trat dann auch kein Gedächtnisvorteil bei denjenigen auf, die während des Schlafes den Duft erhielten. Es handelte sich also wirklich um *Enkodierungsspezifität* (siehe oben).

Es gibt also vielfältige Hinweise (mehr, als wir hier auch nur andeuten können) für hirnstrukturelle Korrespondenzen der Unterscheidung deklaratives versus non-deklaratives/prozedurales Gedächtnis. Strukturen des medialen Temporallappens (insb. dem Hippocampus) wird eine entscheidende Rolle bei der Bildung und Konsolidierung deklarativer Gedächtnisse zugeschrieben. Dies heißt nicht, dass diese, eher kleine Hirnregion der letzte Speicherort der Erinnerungen ist. Wie wir schon oben herausgearbeitet hatten, ist das wesentliche Merkmal deklarativer Erinnerungen, dass Verbindungen zwischen Merkmalen einer Episode geknüpft werden. Hierbei sind offenbar der Hippocampus und benachbarte Regionen (vgl. Squire, Stark & Clark, 2004) beteiligt.

⁶ REM steht für *rapid eye movement*, also schnelle Augenbewegungen, die in dieser traumreichen Schlafphase zu beobachten sind und dieser Phase des Schlafes ihren Namen gegeben haben.

Ist die Unterscheidung zwischen Episodischem und Semantischem Gedächtnis ähnlich fundamental? Diese Frage – so müssen wir gestehen – „öffnet ein Fass“, dessen Inhalt vermutlich zu groß für dieses Buch ist. Die Unterscheidung hat paradoxe Merkmale. Sie ist sehr eingängig, wenn man sie – ohne viele differenzierende Worte – einführt, so wie wir es oben getan haben: „Das *Semantische Gedächtnis* umfasst unser verbalisierbares Wissen über die Welt. ... Das *Episodische Gedächtnis* ist das Gedächtnis für spezifische persönliche Ereignisse.“ Welche Unterscheidung könnte fundamentaler sein? In der Tat kann man auch bei längerem Nachdenken zu dem Schluss kommen, dass mit dieser Unterscheidung etwas Grundsätzliches getroffen wird: Endel Tulving, der diese Unterscheidung vorgeschlagen und später weiter ausgearbeitet hat, hebt den Ich-Bezug episodischer Erinnerungen hervor: „Episodisches Gedächtnis erlaubt einer Person, persönlich erfahrene Ereignisse als solche zu erinnern. Das heißt, es ermöglicht einer Person sich einer früheren Erfahrung (in einer spezifischen Situation zu einer spezifischen Zeit gemacht) bewusst zu werden.“ (Tulving, 1993; S. 67; Übersetzung DW). Hier wird also ein phänomenales Erleben („Ich erinnere mich *bewusst*, dass *ich* damals ...“) inklusive der komplexesten und unverständlichsten Begriffe der Psychologie (*Ich*, *Bewusstsein*) zum Definitionsmerkmal gemacht. Aus einer solchen Perspektive heraus kann man zum Beispiel die Frage stellen, ob Tiere episodische Erinnerungen haben können (Griffiths, Dickinson & Clayton, 1999). Man kann dann auch die Frage stellen, wozu wir überhaupt episodische Erinnerungen haben. Allerdings wäre das wiederum mit der schwierigsten aller Fragen (wozu dient das Bewusstsein?) verknüpft.

Auf der anderen Seite wird der Begriff des Episodischen Gedächtnisses in der Forschung mit genau den traditionellen Untersuchungsparadigmen verbunden, über die wir in Kapitel 5.1 berichtet haben und die aus Enkodierphase, Retentionsintervall und Abruf bestehen. Sicherlich: es gibt in diesen Experimenten eine Lernepisode, auf die dann – zumindest bei direkten Gedächtnistests – in der Abrufphase explizit Bezug genommen wird. Insofern ist es nicht falsch, von episodischem Gedächtnis (im weiteren Sinne) zu sprechen. Betrachtet man typische Gedächtnisexperimente aber aus der Perspektive der Umschreibung des Episodischen Gedächtnisses, wie wir sie im vorauslaufenden Absatz Tulving zugeschrieben haben, so wirken die Paradigmen sehr karg.

Es ist die Unterscheidung von Vertrautheit (*familiarity*) und Erinnerung (*recollection*) beim Wiedererkennen (Yonelinas, 2002; s. o.), bei der man dies am deutlichsten machen kann. Vertrautheitsbasiertes Wiedererkennen folgt einem einfachen eindimensionalen Modell: Beim Wiedererkennen wird der

Versuchsteilnehmer ab einem selbst bestimmten Schwellenwert von Vertrautheit des Stimulus ein „Ja, kam in der Lernepisode vor“ angeben; unterhalb des Wertes wird er „Nein, ist neu“ sagen. Das hat mit „persönlich erfahrene Ereignisse als solche zu erinnern“ (s. o.) wenig zu tun, erfüllt also nicht die Umschreibung von Episodischem Gedächtnis (im engen Sinne).

Es ist die Erinnerung im Sinne von *recollection* (s. o.), die sehr gut zu der Idee des Episodischen Gedächtnisses zu passen scheint. Gleichwohl verschwimmt auch hier die Einordnung: Mandler (1980) führt die Unterscheidung von vertrautheits- und erinnerungsbasiertem Wiedererkennen an der Metzger-im-Bus-Anekdote (*butcher-in-the-bus*) ein. Ich sehe jemandem im Bus, bin mir sicher, dass ich ihn kenne, weiß aber nicht woher. Irgendwann fällt mir ein, dass es der Metzger ist, bei dem ich eingekauft habe. Diese Anekdote enthält das Element des Episodischen Gedächtnisses: die späte Erinnerungskomponente verweist auf ein persönliches Ereignis, den Einkauf bei diesem Metzger. Die Illustrierung der erlebnismäßigen Unterscheidung von „... ist mir vertraut; ich weiß aber im Moment nicht, wie ich die Person einordnen soll“ und „das ist doch X!“ funktioniert aber genauso gut mit der Finanzminister-in-der-Bahn-Anekdote, die einer von uns (DW) erlebt hat. Da sieht man in der Bahn das irgendwie vertraute Gesicht eines Mittsechzigers, grüßt vorsichthalber (es könnte ja jemand sein, mit dem man im Laufe des Berufslebens schon zu tun hatte), um dann im nächsten Moment zu realisieren, dass es der frühere Bundesminister der Finanzen war (den man nie persönlich kennengelernt hat). Hier besteht die volle Erinnerung nicht auf einem Zugriff an eine selbst erlebte Episode, an die man sich bewusst erinnert, sondern auf einen Aspekt Semantischen Gedächtnisses, das heißt, das Wissen über eine bestimmte Person der Zeitgeschichte.

Metaphorisch gesprochen kam man die Unterscheidung zwischen Episodischem und Semantischem Gedächtnis als den Herrn Tur Tur⁷ der Gedächtnispsychologie betrachten. Aus der Ferne (der allgemeinen theoretischen Erörterungen) betrachtet ist sie riesig groß; aus der Nähe (der experimentellen Forschung) wird sie recht klein und scheint zu verschwinden. Es gibt durchaus formale Gedächtnismodelle, die aufzeigen, wie aus episodischen Gedächtnisspuren Abstraktionen entstehen, so dass beide gewissermaßen koexistieren (z. B. Hintzman, 1986).

Wofür sind denn aber typische Gedächtnisexperimente ein Modell? Für das Lernen von neuen Fakten über die Welt, also für den Erwerb semanti-

⁷ Herr Tur Tur ist der Scheinriese aus dem Kinderbuch *Jim Knopf und Lukas der Lokomotivführer*; je weiter entfernt er ist, um so größer scheint er zu sein.

schen Wissens? Oder für das (Selbst-)Erleben eines Ereignisses, also für episodisches Gedächtnis? Das ist nicht immer klar. Spötter würden sagen: Sie sind allenfalls ein Modell für die Vorhersage des Kühlschranksinhaltes derjenigen, die zu faul sind, Einkaufslisten zu schreiben. Wir wollen uns dem nicht anschließen: Gedächtnisparadigmen sind, wie alle Paradigmen der Kognitiven Psychologie, abstrakte Anordnungen zur Untersuchung bestimmter Prozesse unseres „kognitiven Apparates“. Dass wir hier diese „Modell“-Frage stellen, liegt lediglich daran, dass jeder, der sich mit Gedächtnispsychologie beschäftigt, unweigerlich auf die Frage stößt, wie sich die gängigen Experimentalanordnungen zu den großen theoretisch formulierten Einteilungen des Gedächtnisses verhalten.

Betont man bei der Erörterung von episodischem Erinnern etwas weniger die „großen“ Begriffe (*Ich, Bewusstsein*), so wird man bei der Frage nach der Funktion dieser Art des Erinnerns vermutlich mit Hintzman (2011) zu der Antwort gelangen, Muster der Stabilität, aber auch Veränderung in einer dynamischen Umwelt entdeckbar zu machen. Entdeckbar sind diese aber erst, wenn eine aktuelle Momentaufnahme an eine frühere erinnert. Letztendlich geht es darum, Regelmäßigkeiten der Umwelt zu entdecken, um damit die komplexe Umwelt für eigenes Handeln vorhersagbar zu machen. Unter dieser Perspektive sind episodisches und semantisches Gedächtnis zwei Aspekte einer Grundfunktion unseres „kognitiven Apparates“.

5.3 Die Repräsentation von Wissen

Die offenkundigste Form von Regelmäßigkeit, die wir in unserer Umwelt feststellen, ist die Abstraktion über Einzelobjekte, das heißt, die Kategorisierung von Objekten. Es geht somit um die Frage, wie Kategorien im Gedächtnis repräsentiert sind. Diese Frage ist von eminenter Bedeutung, da Denken und Handeln immer die Abstrahierung vom Einzelfall und damit Kategorisierung voraussetzt. Kategorisierung heißt, bestimmte Merkmale eines Exemplars als potenziell wichtig, andere als unwichtig zu nehmen: Jogge ich durch den Wald und sehe einen unangeleiteten Schäferhund vor mir, so betone ich mit dieser Kategorisierung die Kraft, die Schnelligkeit, die mögliche Bissigkeit und die mögliche Empfindlichkeit gegenüber rennenden Menschen; ich ignoriere mit dieser Kategorisierung die spezifische Musterung des Felles oder anderes (auf das zum Beispiel der Gutachter vom Hundezuchtverein achten würde). Insbesondere werden durch die Kategorisierung Merkmale ins Denken einbezogen, die nicht direkt zu sehen sind: der nett anzusehende Pilz mit dem roten, weiß

gesprengselten Kopf muss als „Fliegenpilz“ kategorisiert werden, um „giftig!“ zu signalisieren.

Es gibt im Wesentlichen drei Antworten auf die Frage, wie Kategorien im Gedächtnis repräsentiert sind, von denen einer – der sogenannte „klassische Ansatz“ – aus verschiedenen Gründen als nicht haltbar gilt. Wir haben dies kurz in einem Kasten dargelegt. Bleiben zwei: die ähnlichkeitsbasierten und die theoriebasierten Ansätze. Im ersten Fall wird Kategorisierung auf den Begriff der Ähnlichkeit eines zu kategorisierenden Exemplars mit einem (oder mehreren) typischen Exemplar(en) zurückgeführt. Im zweiten Fall wird Kategorisierung als ein Fall der Anwendung von Theorien gesehen, die wir über bestimmte Kategorien haben. Wir werden sehen, dass es zwischen diesen beiden Ansätzen keine klare Entscheidung gibt; vermutlich wird ein Hybrid-Ansatz den Gegebenheiten am besten gerecht (vgl. z. B. Murphy, 2002).

Bevor wir aber zu den Theorien kommen, ein Wort zur Terminologie. Es werden in diesem Forschungsbereich gern zwei verschiedene Begriffe benutzt. Kategorie (*category*) und Konzept (*concept*). Es wird nicht immer scharf zwischen diesen beiden Begriffen getrennt. Falls aber ein Unterschied gemacht wird, ist es der Folgende: „Kategorie“ wird dann als der sprachtheoretische Begriff genutzt. Zum Beispiel kann man sich schon jenseits der psychologischen Erörterungen darüber Gedanken machen, wie kategoriale Begriffe (z. B. „Spiel“) in der Alltagssprache verwendet werden. „Konzept“ meint dann aber die psychologische Seite der Kategorie, das heißt im Wesentlichen die Gedächtnisrepräsentation der Kategorie.

Der „klassische“ Ansatz und seine Probleme

Was ist ein „Spiel“? Wäre unsere Alltagssprache nach Prinzipien der Mathematik (*Was ist eine gerade Zahl? Jede Zahl, die sich mit ganzzahligem Ergebnis durch Zwei teilen lässt.*) aufgebaut, so würde man wohl jetzt eine Liste von Merkmalen nennen, deren jedes einzelne *notwendig* wäre, um von einem „Spiel“ zu sprechen; alle zusammen wären dann *hinreichend*, um irgendetwas als „Spiel“ zu identifizieren. Diese Bestimmung einer Kategorie über eine Liste von Merkmalen ist ein Kernelement des sogenannten klassischen Ansatzes. Er wurde von Smith und Medin (1981) so genannt, da er sich einerseits schon bei Aristoteles finden lässt, andererseits auch in der Psychologie die älteste Antwort auf die Frage nach der Repräsentation von Kategorien ist.

Was ist nun also ein „Spiel“? Haben Sie einmal nach solcherart definierenden Merkmalen gefahndet? Es wird Ihnen wohl nicht gelingen, eine Definition im Sinne des klassischen Ansatzes zu formulieren. Der Philosoph Ludwig Wittgenstein hat in seinen berühmten *Philosophischen Untersuchungen* (1953/2003) darauf hingewiesen, dass alltagsprachliche Kategorien in der Regel nicht so funktionieren, wie es der klassische Ansatz annahm. Wir können keine Definition von „Spiel“ generieren, unter die man alle Arten von Spielen (vom Spiel des Kindes mit Bauklötzen bis zum Fußballspiel der Profikicker) subsummieren kann und die gleichzeitig Spiele von Nicht-Spielen trennt. Wittgenstein formulierte den Begriff der „Familienähnlichkeit“: „Ich kann diese Ähnlichkeiten nicht besser charakterisieren als durch das Wort ‚Familienähnlichkeiten‘; denn so übergreifen und kreuzen sich die verschiedenen Ähnlichkeiten, die zwischen den Gliedern einer Familie bestehen: Wuchs, Gesichtszüge, Augenfarbe, Gang, Temperament, etc. etc. – Und ich werde sagen: die ‚Spiele‘ bilden eine Familie.“ (Wittgenstein, 1953/2003; S. 57 f)

Worauf auch Wittgenstein schon hinwies war, dass der klassische Ansatz eine Gleichheit aller Exemplare einer Kategorie und scharfe Abgrenzungen annahm: solange die Definition zutraf, war ein Exemplar so gut wie jedes andere; wenn die Definition nicht zutraf, war das Objekt kein Exemplar der Kategorie. Diese Sicht lässt sich auf keinen Fall mehr halten, wenn wir von der sprachtheoretischen Betrachtung (wie funktionieren Kategorienbegriffe in der Alltagssprache) zur psychologischen Ebene (wie sind Konzepte repräsentiert?) übergehen. Ist ein Huhn ein Vogel? Ja doch! Aber würden wir Ihre Antwortzeit bis zum „Ja“ messen, so wäre diese höher als wenn sie die Frage „Ist eine Amsel ein Vogel?“ beantworten müssten (vgl. Smith, Shoben, & Rips, 1974). Wie wir gleich noch näher ausführen werden, sind psychologische Prozesse der Kategorisierung stark dadurch gekennzeichnet, wie typisch Exemplare für ihre Kategorie sind; zudem sind die Grenzen der Kategorien nicht so scharf, wie der klassische Ansatz annahm.

Ähnlichkeitsbasierte Ansätze

Rosch und Mervis (1975) untersuchten, ob sich empirische Belege für die *Familienähnlichkeit* als Organisationsprinzip natürlicher Kategorien finden lassen. Dieser Begriff enthält die Idee, dass es charakteristische Merkmale für Ka-

tegorieexemplare gibt, das heißt, dass Merkmale von den Exemplaren einer Kategorie geteilt werden, aber nicht in einer Weise, dass jedes Exemplar alle Merkmale aufweisen muss. Letztlich ergibt sich aus dem Begriff, dass es typischere und weniger typische Vertreter der Kategorie gibt; die typischeren sollten mehr charakteristische Merkmale teilen als die untypischen. Rosch (1975) hatte schon gezeigt, dass Exemplare in ihrer Typikalität für ihre jeweilige Kategorie variieren: Ein *Stuhl* ist zum Beispiel prototypischer für die Kategorie *Möbel* als ein *Klavier*. Solche Einordnungen werden recht konsistent gemacht. Die Frage war nun, ob die besonders typischen Objekte im Durchschnitt mehr Merkmale teilen als die besonders untypischen. In der Tat war das der Fall. Die Autoren fanden auch Hinweise, dass die typischen Exemplare weniger Merkmale mit Exemplaren anderer Kategorien teilten als die untypischen.

Zu dem Gedanken der Familienähnlichkeit gehört auch, dass die Kategorien unscharfe Grenzen haben. McCloskey und Glucksberg (1978) fanden hierfür Evidenz; zum Beispiel waren Zuordnungen von Objekten geringer Typikalität zu einer Kategorie (z. B. *Olive* zur Kategorie *Frucht*) sogar innerhalb von Personen (d. h. bei Mehrfachbefragung) in hohem Maße inkonsistent. Labov (1973) präsentierte seinen Versuchsteilnehmern tassenartige Objekte, bei denen der Durchmesser relativ zur Höhe variiert wurde – von der protypischen Tasse bis hin zu einem schüsselartigen Objekt (das aber weiterhin den tassentypischen Henkel hatte). Die Benennungshäufigkeit als „Tasse“ als Funktion des relativen Durchmessers hatte einen graduellen Abfall.

Die Idee der *Familienähnlichkeit* lässt sich auch gut an konkreten Experimenten konkretisieren. Schauen Sie sich die *Abbildung 24* an. Die Teilnehmer des Experimentes von Solso und McCarthy (1981) hatten Gesichter gelernt, so wie sie beispielhaft in dem grau unterlegten Bereich zu sehen sind. In einem späteren Test des Wiedererkennens mussten sie alte und neue Gesichter nicht einfach nur nach „ja, habe ich gelernt“ versus „nein, ist neu“ einteilen, sondern dazu ein Gewissheitsurteil von 1 (sehr unsicher) bis 5 (sehr sicher) abgeben. In der Ergebnisgraphik sind dementsprechend positive Werte als „alt“-Entscheidungen mit variierender Gewissheit und negative Werte als „neu“-Entscheidungen mit variierender Gewissheit anzusehen. Die Teilnehmer wurden entweder nach einer fünfminütigen Ablenkungsaufgabe oder nach sechs Wochen getestet. Das machte aber so gut wie keinen Unterschied. (Gezeigt sind hier aber die Ergebnisse nach der fünfminütigen Ablenkungsaufgabe.)

Wie man sieht, können die Teilnehmer alte recht gut von neuen Gesichtern unterscheiden: die gelernten Gesichter sind mit einem moderat hohen Gewissheitsurteil als „alt“, die neuen Gesichter mit einem moderat hohen Gewissheitsurteil als „neu“ assoziiert. Bei den neuen Gesichtern zeigen sich

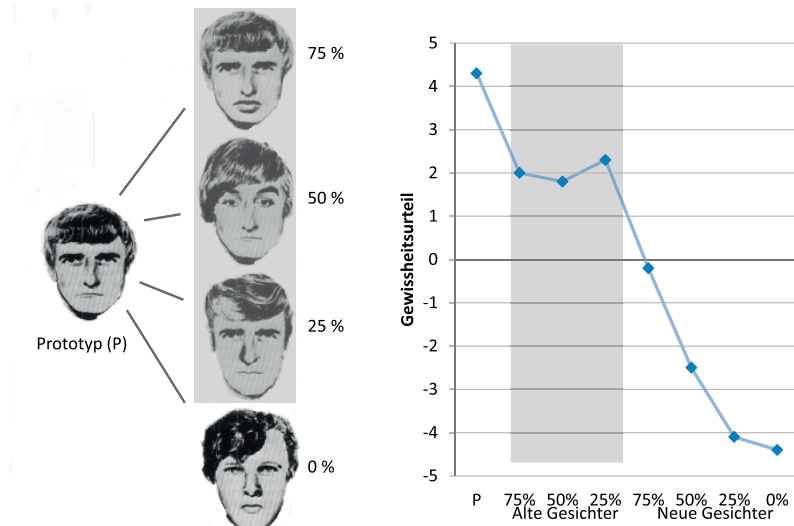


Abbildung 24 Das Prototyp-Lernexperiment von Solso und McCarthy (1981)

aber Unterschiede in diesem Gewissheitsurteil je nach Prozent-Angabe. Was bedeutet sie? Nun, alle Gesichter sind nach einem bestimmten Konstruktionsprinzip hergestellt. Es gab ein Basisgesicht (Prototyp genannt; links in der *Abbildung 24* zu sehen), welches durch vier Merkmale (Haare, Augen, Nase/Kinn, Mund) gekennzeichnet war. Durch Veränderung von ein bis vier Merkmalen wurden die weiteren Gesichter hergestellt, die also 75 % bis 0 % Ähnlichkeit mit dem Prototypen aufwiesen. In der Lernphase wurden verschiedene Varianten von Gesichtern präsentiert, die zwischen 75 % und 25 % Ähnlichkeit mit dem Prototypen hatten. In der Testphase wurden neben einer Auswahl der in der Lernphase gezeigten Gesichtern auch ein „0%“-Gesicht sowie der Prototyp gezeigt.

Im rechten Teil der Ergebnisgraphik sehen Sie, dass die Teilnehmer zwar in der Lage waren, die neuen Gesichter als neu zu erkennen (die Werte sind generell im negativen Bereich); der Grad der Gewissheit hängt aber ganz deutlich von der Ähnlichkeit mit dem Prototyp ab. Das wichtigste Ergebnis ist jedoch, dass der Prototyp selbst, der nicht in der Lernphase zu sehen war, mit der höchsten Gewissheit fälschlich als „alt“ bezeichnet wird. Offenbar haben die Teilnehmer die verschiedenen Exemplare in der Lernphase in ihrer Ähn-

lichkeitsstruktur abgespeichert, so dass der Prototyp in der Testphase ein so hohes Maß an Vertrautheit erzeugte, dass er als bekannt klassifiziert wurde. Insgesamt wirken die Ergebnisse so, dass zwar gelernte Gesichter in ihrer jeweiligen Eigenart wiedererkannt wurden, während die neuen Gesichter auf der Basis der Ähnlichkeit zu der gelernten Struktur kategorisiert wurden.

Vor dem Hintergrund solcher Befunde ist eine große Klasse von Erklärungsmodellen entstanden, die sehr stark mit dem Begriff der *Ähnlichkeit* und dem Prozess des *Ähnlichkeitsabgleichs* zwischen dem zu kategorisierenden Exemplar und der Repräsentation der Kategorie im semantischen Gedächtnis operieren. Es gibt im Wesentlichen zwei Varianten, die in der Regel sehr pointiert gegenübergestellt werden (z. B. Murphy, 2002; Waldmann, 2008).

Der Prototypansatz. Die Gesichter-Studie von Solso und McCarthy (1981; s. o.) ist ein besonders anschauliches Experiment in einer Tradition, die von Posner und Kollegen (Posner, Goldsmith, & Welton, 1967; Posner & Keele, 1968) begründet wurde. Diese Autoren nutzten abstrakte Punktemuster: Es gab jeweils prototypische Muster, die den Probanden in der Lernphase nicht gezeigt wurden. Stattdessen wurden ihnen „verzerrte“ Muster gezeigt, bei denen die einzelnen Punkte des jeweiligen Prototyps zufällig verschoben waren. Die Teilnehmer lernten aber – ähnlich wie bei dem Experiment oben – die Abstraktion, das „beste Muster“, also den Prototypen, aus dem die Muster hervorgegangen waren. Die Lern-Muster wurden gemäß des Prototyps, aus dem sie entstanden waren, kategorisiert. Posner und Kollegen nahmen diese Ergebnisse als Modell für Kategorisierungsprozesse in der natürlichen Umwelt: Kategorien sind repräsentiert über ein „bestes“ Exemplar, dem Prototyp. Dieser Prototyp ist eine Zusammenstellung der charakteristischen Merkmale der Kategorieexemplare. Kategorisierung – das heißt die Zuordnung eines Objektes zur Kategorie – erfolgt über die Ähnlichkeit des Objektes zu dem Prototyp. Die Prototyp-Theorie wird zwar in der Regel an visuell gegebenen Objektklassen erläutert, lässt sich aber auf alle möglichen Bereiche (Musikstile, Filmgenres, soziale Stereotypen etc.) anwenden.

In der Tat lassen sich die oben angeführten Befunde der Kategorisierungsforschung (Typikalitätsbefunde; unscharfe Grenzen) recht gut mit der Prototyp-Annahme vereinbaren. Er hat aber seine Grenzen. Wir wollen einige seiner Schwächen kurz erwähnen (vgl. eingehender Murphy, 2002; Waldmann, 2008). So können Typikalitäten *kontextabhängig* sein. In seiner „Tassen“-Studie (s. o.) ließ Labov (1973) Teilnehmer die Objekte in einem Essenskontext benennen. Prototypische Tassen wurden zwar immer noch am häufigsten als *Tasse* bezeichnet; dieser Begriff wird aber viel früher bei Anwachsen des relativen Durchmessers (s. o.) zu Gunsten von *Schüssel* aufgegeben als in dem

neutralen Kontext. Roth und Shoben (1983) zeigten ähnliche Effekte an einer größeren Vielfalt von Materialien und mit einer indirekten Technik, die Erwähnung verdient. Sie gaben ihren Teilnehmern Sätze zu lesen und maßen die Lesezeit als Indikator dafür, wie leicht oder schwer die Information des Satzes mit der bislang gelesenen Information integriert werden konnte. Wenn im ersten Satz von einer Sekretärin in ihrer Frühstückspause die Rede war, so wurde ein zweiter Satz, der ihren *Tee* erwähnte, schnell gelesen, während ein zweiter Satz, der stattdessen suggerierte, dass sie *Milch* trank, langsamer gelesen wurde. Handelten die beiden Sätze von der Pause eines Fernfahrers, so war das Muster umgekehrt. Je nach Kontext wird also ein Getränk als typischer oder untypischer angesehen.

Per definitionem geschieht im Prototypansatz Kategorisierung durch den Ähnlichkeitsabgleich zwischen dem zu kategorisierenden Objekt und dem gespeicherten Prototyp. Das führt zu dem Problem der *Variabilität*: Nehmen wir einmal an, der Prototyp eines *Vogels* ähnele in etwa einer *Amsel*, der einer *Ratte* einer *Hausratte*, das heißt in der Körpergröße entsprächen die beiden Prototypen sich halbwegs. Sagt Ihnen jemand: „In diesem verhüllten Käfig sitzt entweder ein Vogel oder eine Ratte; das Tier ist etwa 24 cm groß – worauf tippst Du?“, so können Sie nur raten. Wird das Tier aber als 50 cm groß beschrieben, so wird es naheliegen, auf einen Vogel zu tippen, da die Variabilität der Körpergröße bei Vögeln sehr viel größer ist als bei Ratten. Sicherlich würde man dem Prototyp-Ansatz nicht gerecht, wenn man an dieser Stelle unterstellen würde, dass er annähme, unsere mentale Repräsentation der gesamten Vogelwelt bestünde nur aus einem einzigen Prototypen. Gleichwohl wird aber als Stärke dieses Ansatzes hervorgehoben, dass er mühelos Typikalitätseffekte (s. o.) erklären kann. Wenn man dafür eine schnelle Ähnlichkeitsbestimmung zwischen Exemplar und Prototyp annimmt, dann sollte man dies auch bei der „Käfig“-Frage annehmen.

Ein letzter und sehr wichtiger Punkt betrifft die sogenannte *lineare Separierbarkeit* (vgl. zu dem Begriff Waldmann, 2008). Um diesen Punkt zu erläutern, müssen wir ein wenig formaler an die Frage herangehen, wie man sich eigentlich den Ähnlichkeitsabgleich zwischen zu kategorisierendem Exemplar und Prototyp vorstellen soll. Im einfachsten Fall einer Formalisierung wird für jedes Merkmal, das die beiden gemeinsam haben, eine eins zu einem Summenwert dazu gezählt. Der Summenwert ist dann ein Indikator für die Parameter des Kategorisierungsprozess: Ist der Wert sehr hoch, wird schnell geantwortet: „Ja, gehört zur Kategorie“; ist der Wert sehr niedrig, wird schnell geantwortet: „Nein, gehört nicht zur Kategorie“. Ist der Wert in einem Mittelbereich treten die Befunde auf, auf die wir oben hingewiesen

haben: langsame und instabile Antworten. Im Prinzip gilt dabei trotz möglicherweise unscharfer Grenze, dass dieser Summenwert zwischen Kategorien trennen kann. Das lässt sich bei Alltagssprachlichen Kategorien nicht durchgängig halten: Wieder können wir hier die Kategorie des „Spiels“ anführen (s. o. Kasten *Der „klassische“ Ansatz und seine Probleme*). Innerhalb der Kategorie gibt es Exemplare, die kaum Überlappung in ihren Merkmalen haben, aber gleichwohl als typisch angesehen werden: Denken Sie zum Beispiel an das selbstvergessene, zweckfreie, einsame, regellose Spiel des kleinen Kindes mit Bauklötzen und das auf Sieg (und damit Ruhm und Geld) fixierte Mannschafts-Spiel der Profi-Fußballer, das exakten Regeln folgt. Gleichzeitig gibt es andere Aktivitäten, die wir nicht „Spiel“ nennen, die aber eine hohe Überlappung haben. (Denken Sie im Vergleich zu den Profifußballern an zwei Börsenmakler, die – aktuelle Turbulenzen an der Börse nutzen – um den besten Tagesabschluss konkurrieren.)

Der Exemplaransatz. Der Gegenentwurf zum Prototypansatz ist der Gedanke, dass sehr viele Einzel-Exemplare abgespeichert sind und Kategorisierung ein Ähnlichkeitsabgleich mit einzelnen oder mehreren Exemplaren ist (z. B. Hintzman, 1986; Medin & Schaffer, 1978). Dieser Ansatz hat offenkundig den Vorteil größerer Flexibilität: Die *Kontextabhängigkeit* von Kategorisierungen kann gut erklärt werden, da je nach Kontext andere Exemplare in den Vordergrund rücken. Die *Variabilität* und *lineare Separierbarkeit* sind aus dem gleichen Grund ebenfalls unproblematisch. Auf den ersten Blick gibt es zwei Punkte, die irritierend wirken. Zum einen stellt sich die Frage, wie Abstraktionen bei einem solchen Grundmodell verstanden werden können. Zum anderen scheint das Modell mit der Annahme, dass sehr viele einzelne Exemplare abgespeichert werden, sehr unökonomisch. Zu beiden Punkten gibt es Antworten durch formale Modellierungen. So kann durch die parallel-verteilten Modelle, die wir kurz skizziert haben (vgl. Kapitel 2.2) prinzipiell verständlich gemacht werden, wie Exemplare abrufbar bleiben, in dem ein sehr spezifischer Abrufschlüssel als Abfragehinweis gegeben wird, aber auch Abstraktionen, wenn der Schlüssel unspezifisch ist oder wenn ein neues Exemplar kategorisiert wird.

Speziell als „Versöhnung“ von Prototyp- und Exemplarannahmen lässt sich das Modell MINERVA 2 von Hintzman (1986) verstehen. Es ist kein parallel-verteiltes Modell; tatsächlich wird hier von der Grundannahme ausgegangen, dass jede einzelne Episode, also jede Begegnung mit einem Exemplar, eine Gedächtnisspur hinterlässt. Speicherung und Abruf sind aber so organisiert, dass je nach Abrufreiz entweder ein Einzelexemplar als „Antwort“ zurückgegeben wird oder eine Abstraktion. Insbesondere Phänomene, wie sie der

Prototypforschung hervorgehoben werden, werden verständlich, auch ohne dass man annehmen muss, dass ein separater Prototyp fest abgespeichert ist.

Es lauern sicherlich viele Detailprobleme bei der Ausarbeitung dieser Modelle. Aber es ist ein bleibender Verdienst, aufgezeigt zu haben, dass eine Organisation des Gedächtnisses vorstellbar ist, die – je nach Abrufschlüssel – sowohl den Abruf von Einzelexemplaren als auch den von Abstraktionen erlaubt. Es scheint uns lohnender zu sein, diesen Weg weiterzuverfolgen als die Unterschiede zwischen Prototyp- und Exemplaransatz über zu betonen.

Probleme der ähnlichkeitsbasierten Ansätze. Die ähnlichkeitsbasierten Ansätze haben eine Reihe von Problemen. So sollten die Ergebnisse aus Typikalitätseinschätzungs-Aufgaben einerseits und Ergebnisse aus Kategorisierungseinschätzungen (z. B. die Leichtigkeit oder Schnelligkeit der Kategorisierung) mehr-oder-weniger perfekt korrelieren. Das scheint aber nicht unbedingt der Fall zu sein. Ein wichtiges Problem der ähnlichkeitsbasierten Ansätze ist vor allem der Begriff der Ähnlichkeit. Wie so häufig in der Psychologie kommt da ein Begriff daher, der – so scheint es – unproblematischer kaum sein könnte. Aber woran bestimmt sich Ähnlichkeit?

Murphy und Medin (1985; S. 292) stellen dieses Problem so heraus: „Nehmen wir an, jemand sollte die Liste der Merkmale aufstellen, die Pflaumen und Rasenmäher gemeinsam haben, um ihre Ähnlichkeit zu beurteilen. Es ist leicht einzusehen, dass diese Liste endlos sein kann: Beide wiegen weniger als 10 000 kg (und weniger als 10 001 kg ...), beide existierten noch nicht vor 10 000 000 Jahren (und nicht vor 10 000 001 Jahren ...), beide können nicht gut hören, beide kann man fallenlassen, beide haben räumliches Volumen und so weiter.“ Es gibt hierauf zwei Antworten. Die eine ist, dass uns Ähnlichkeitsstrukturen durch die Umwelt gegeben sind. Wir hatten im Kapitel zur Wahrnehmung (Kap. 3.3) auf die ökologische Perspektive von Gibson (1979; zum Überblick Bruce et al., 2003) hingewiesen. Gibson hatte immer wieder betont, welche reichhaltigen Strukturen und Regelmäßigkeiten unsere Umwelt aufweist. Das kann natürlich nur für visuell „oberflächliche“ Ähnlichkeitsstrukturen gelten (z. B. Tier- und Pflanzenkategorien). Die zweite Antwort ist, dass Merkmale für die Ähnlichkeitsbestimmung durch Lernprozesse gewichtet werden können.

Ein weiteres Problem der ähnlichkeitsbasierten Ansätze besteht darin, dass sich – nicht ganz überraschend – leicht zeigen lässt, dass Kategorisierung im Alltag häufig mehr ist als ein einfacher Ähnlichkeitsabgleich. Der Erwerb von Kategorien und Kategorisierung beruht in vielen Fällen auf der Anwendung von Hintergrundwissen. Diese Überlegung führte zu den sogenannten regel- oder theoriebasierten Ansätzen in der Kategorieforschung.

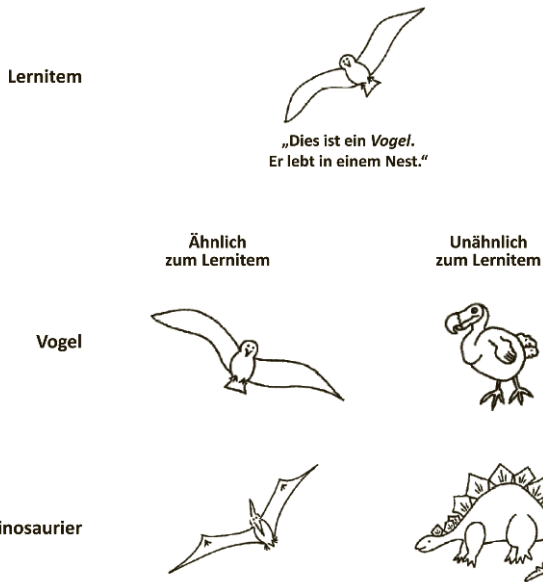


Abbildung 25 Kategorisierung bei Kleinkindern
(Beispielbilder aus Gelman & Coley, 1990)

Theoriebasierte Ansätze

Weitgehend unabhängig von Ähnlichkeitsbestimmungen erwerben wir Theorien darüber, was der Kern einer Kategorie ist. Dabei werden nicht nur Attribute gelernt, sondern auch Beziehungen zwischen Attributen. Murphy (2002) diskutiert dies am Beispiel der Kategorie „Vögel“: Vögel haben *Federn* und *Flügel*; zusammen erlauben sie (den meisten) Vögeln trotz des Eigengewichtes zu fliegen. Die Eigenschaft des *Fliegens* erlaubt Vögeln, in Bäumen (in Felswänden etc.) *Nester zu bauen*. Wie man sieht, sind die Eigenschaften vor dem Hintergrund generellen Wissens theoretisch aufeinander bezogen. Dies erlaubt auch Ausnahmen: der Strauß fliegt nicht, obwohl er Flügel und Federn hat; die offensichtliche Diskrepanz zwischen Körpergröße (und -gewicht) und Flügelgröße verhindert dies. Dieses Wissen ist damit ein weiterer (mindestens impliziter) Baustein der „Kategoriethorie“ über Vögel.

Interessant ist hierbei, dass offenbar schon sehr früh begriffen wird, dass es mitunter eine Dominanz sprachlich vermittelter Kategorisierung über Ähnlichkeit gibt. Gelman und Coley (1990) präsentierten zwei- bis dreijähri-

gen Kleinkindern Bilder, wie sie in *Abbildung 25* zu sehen sind. Den Kindern wurde jeweils ein Lernitem gezeigt, zusammen mit einer expliziten sprachlichen Kategorisierung („Dies ist ein Vogel. Er lebt in einem Nest.“) In der Testphase wurden den Kindern ein ähnlicher Vogel oder ein Tier einer anderen Kategorie (Dinosaurier) gezeigt und immer die Frage gestellt „Dies ist ein Vogel/Dinosaurier. Lebt er in einem Nest?“). Variiert wurde, ob das jeweilige Exemplar dem Lernitem ähnlich war oder nicht. Die Frage war insbesondere, ob in den Fällen, in denen Ähnlichkeit und sprachliche Kategorisierung auseinandergehen – d. h. bei dem Dodo rechts oben in *Abbildung 25* und bei dem Flugsaurier links unten – richtig geantwortet wird – d. h. „Ja“ für den Dodo, „Nein“ für den Flugsaurier. In der Tat war das im Wesentlichen der Fall. Insbesondere zeigte sich ein Unterschied zu den Kindern, denen dieselbe Aufgabe ohne die sprachlichen Kategorisierungen vorgelegt wurde (also ohne, dass die Abbildung als „Vogel“ oder „Dinosaurier“ bezeichnet wurde); diese Kinder orientierten sich eher an der Ähnlichkeit und machten dementsprechend bei den atypischen Exemplaren mehr Fehler. Dieses Resultat hing im Übrigen nicht daran, dass die Kindern die Bilder vollständig ignorierten und nur nach der sprachlichen Regel „Wenn Vogel, dann Nest; wenn Dinosaurier, dann kein Nest“ reagierten, wie die Autoren durch Argumente und ein Kontrollexperiment deutlich machen.

Wohin führt uns diese Debatte? Jedem Laien leuchtet sofort ein, dass im Alltag Kategorisierung zumindest auch diesen Aspekt des theorie- und regelgeleiteten Vorgehens hat. Murphy (2002) weist daraufhin, dass die experimentelle Kategorisierungsforschung in der Tradition von Posner (Posner et al., 1967; Posner & Keele, 1968) hier in gewisser Weise in ein Dilemma gerät: Sie versucht, Kategorisierungsprozesse anhand von Materialien zu testen, die möglichst wenig an Bekanntes erinnern, um Effekte von Vorwissen außen vor zu halten. Falls aber der Einbezug von Hintergrundwissen beim Erwerb der meisten Alltagskategorien ein wesentliches Merkmal ist, geht dieser Ansatz an einem wichtigen Punkt des Problems vorbei. Man sollte allerdings nicht „das Kind mit dem Bade ausschütten“: die ähnlichkeitsbasierten Ansätze setzen wichtige Akzente bezüglich der Frage, wie Generalisierung über Einzelexemplare bei wahrnehmungsnahen Kategorien funktionieren kann. Ergänzt werden müssen die ähnlichkeitsbasierten aber offensichtlich mit regelbasierten Ansätzen.

Schemata und Skripts

Ein anderer häufig benutzter Begriff zur Kennzeichnung von komplexeren Repräsentationen ist der des *Schemas*. Wird er benutzt, so werden in der Regel

bestimmte Eigenarten des Kategorisierungsprozesses hervorgehoben. Kategorisieren heißt letztendlich eine Stimulussituation *einzuordnen* unter *Hervorhebung* einiger Merkmale und *Vernachlässigung* anderer Merkmale (solcher, die nur zu dem jeweiligen Exemplar gehören). Hinzu kommt die *Ergänzung* von Merkmalen, die typischerweise zu der Kategorie gehören, aber bei dem kategorisierten Exemplar nicht (oder noch nicht) wahrnehmbar sind. Insbesondere dieser letzte Punkt führt noch etwas Neues in unsere Betrachtungen über Kategorien ein.

Nehmen wir folgendes Beispiel: „Hauptkommissar Batic betrat den Tatort. Er ging vom Flur in den ersten Raum rechts. Als erstes fiel ihm der laufende, auf stumm geschaltete Fernseher auf. Die Fernbedienung lag auf einem niedrigen Tisch davor.“ Wo befinden wir uns? Vermutlich in einem Wohnzimmer. Dazu passende Merkmale (z. B. Sofa, Bücherregal) werden in gewisser Weise mental ergänzt. Das soll nicht heißen, dass Sie aufgrund dieser noch spärlichen Informationen ein komplett eingerichtetes Wohnzimmer „vor Augen“ haben. Aber immerhin: Sie werden zum Wohnzimmer-Schema stimmige Informationen „Rechts neben dem Tisch stand ein Sofa.“ im Folgenden leichter aufnehmen als hierzu unstimmige Informationen („In der Badewanne stand etwa halb-hoch Wasser.“). Die Situation wurde also aufgrund der initialen Beschreibung eingeordnet; latent wurden Merkmale ergänzt, die nicht direkt gegeben waren. Kennzeichen eines Schemas ist es, dass es Eigenschafts-„Leerstellen“ (*slots*) enthält, die entweder durch die gegebene Information oder aber durch Voreinstellungswerte (*defaults*) gefüllt werden. Bei einem Wohnzimmer-Schema wären das die typischen Einrichtungselemente. Man kann mit diesem Beispiel auch sehr schön zeigen, wie sich die Voreinstellungswerte aufgrund weiterer hinzukommender Informationen ändern: Wie sieht das Sofa (das Regal, der Schrank) aus, wenn die Fernbedienung nicht einfach auf einem Tisch liegt, sondern auf einem „Häkeldeckchen“?

Natürlich darf man sich diese Dynamik nicht als ein hartes An- oder Abschalten fixer Gedächtnisstrukturen vorstellen. Das wird schon dadurch deutlich, dass wir zwar ein wenig irritiert sein mögen, wenn nach dem Fernseher die halb-volle Badewanne erwähnt wird, wir aber durchaus zügig vom Wohnzimmer-Schema zu einem Badezimmer-Schema übergehen. Unser Gedächtnis reagiert aufgrund von bedingten Wahrscheinlichkeiten: Jede hinzukommende Information führt zu einer Veränderung der momentan angenommenen Situationsdeutung. Ein Fernseher mit Tisch geht mit einer hohen Wahrscheinlichkeit mit weiteren Wohnzimmermöbeln einher. Nichtsdestoweniger zwingt die Erwähnung einer Badewanne unser Gedächtnissystem in eine ganz andere „Ecke“ des Wahrscheinlichkeitsraumes, auch wenn

„Fernseher“ und „Badewanne“ nur eine geringe gemeinsame Auftretenswahrscheinlichkeit haben. Die schon mehrfach erwähnten parallel-verteilten Simulationsmodelle können diesen Aspekt von Kognition plausibel abbilden (vgl. z. B. Rumelhart, Smolensky, McClelland, & Hinton, 1986). Jüngst hat Spivey (2007) darauf hingewiesen, dass möglicherweise in derartigen Dynamiken der Schlüssel zum Verständnis unserer Kognition liegt.

Bleibt noch nachzutragen, was ein *Skript* in diesem Zusammenhang ist: ein Schema für typische Ereignissequenzen (vgl. Abelson, 1981). Zum Beispiel gibt es ein Skript für Restaurantbesuche: eine Sequenz von aufeinanderfolgenden Teilereignissen (Platz nehmen, Speisekarte erhalten usw.), die unsere Erwartung leiten. Auch diese Strukturen haben die Flexibilität von Schemata: zum Beispiel signalisieren uns bestimmte Kontexthinweise, ob zum aktuell gültigen Skript gehört, sich selbst einen Platz zu suchen oder sich einen Platz anweisen zu lassen.

Weitere Aspekte der Wissensrepräsentation

Auch dieses Kapitel müssen wir damit beschließen, dass wir lediglich darauf hinweisen, welche Themen wir aus Platzgründen nicht angesprochen haben. Wir möchten insbesondere drei erwähnen. Erstens, könnte sich an die Diskussion der Kategorisierungsprozesse eine Erörterung anschließen, wie wir komplexere sprachliche Einheiten intern repräsentieren. Was wird generiert, wenn wir einen Text, eine Geschichte lesen? Einblicke in dieses Thema bieten Eysenck und Keane (2010; Kap. 10) und Harley (2008).

Zweitens hatten wir schon im Kapitel 1 kurz darauf hingewiesen, dass gerade in jüngerer Zeit unter dem Stichwort der *Embodied Cognition* diskutiert wird, wie abstrakt und amodal kategoriale Begriffe gespeichert sind. Es gibt gute Gründe anzunehmen, dass bei Begriffen (z. B. HUND) stets konkrete Wahrnehmungs- und Handlungserfahrungen mitschwingen, wenn wir mit ihnen gedanklich arbeiten und dass dies wesentlich ist für unser Denken (vgl. z. B. Barsalou, 2008; De Vega et al., 2008). Dieser letzte Satz scheint eine Trivialität zu benennen: Worauf sollte die Kategorie HUND denn sonst basieren als auf unseren Erfahrungen mit einzelnen Hunden? Diese Trivialisierung verkennt das Problem: Wir sind zur Abstraktion und Generalisierung fähig, also zur Loslösung des Denkens von einzelnen konkreten Erfahrungssituationen. Erst diese Fähigkeit macht uns zu dem, was wir sind: zu Wesen, die über sich und die Welt nachdenken können. Die Frage ist, wie viel Re-Aktivierung von konkreten Sinneserfahrungen (visuell, akustisch, haptisch, olfaktorisch) *muss* mitschwingen, wenn ich über Kategorien nachdenke, um die Probleme zu vermeiden, in die eine Psychologie gerät, die Denken als Verkettung von

Symbolen ansieht, und wie viel Re-Aktivierung *darf* mitschwingen, damit abstraktes Denken möglich ist. Die Vertreter der sogenannten *embodied cognition* betonen die Rolle von modalen Repräsentationen in kognitiven Prozessen und setzen sich damit in einem Gegensatz zu „klassischen“ frühen kognitiven Theorien, die den Kern von Denkprozessen im Bearbeiten von amodalen Symbolen sahen. In der Tat blieben frühe Konzeptionen (wie etwa die des „semantischen Netzwerkes“ ; vgl. Kap. 2.1) stets etwas blass und unplausibel, wenn es um ein Verständnis von *Verständnis* ging (vgl. auch das Argument des Chinesischen Zimmers von Searle, 1980; vgl. Kap. 1.2). Denken ist nach dem *Embodiment*-Ansatz mehr eine mentale Simulation konkret erlebbarer Situationen einschließlich ihrer wahrnehmungsnahen und motorischen Komponenten. Nehmen Sie – als triviales Beispiel – das Anschauen eines Fußballspieles vor dem Fernseher: eine Spielsituation zu *verstehen* und daraus zu *schließen* „Der müsste jetzt schießen!“ ist häufig spürbar mit dem Zucken des eigenen Beines verbunden.

Drittens zeigt neurokognitive Forschung zum semantischen Gedächtnis, dass es kategorie-spezifische Defizite geben kann: Zum Beispiel haben manche Patienten Ausfälle bei Kategorien lebender Objekte (z. B. Tierkategorien), während andere Ausfälle bei Kategorien nicht-lebender Objekte (z. B. Werkzeuge) haben. Dies kann zum Beispiel damit zu tun haben, dass perzeptuelle und funktionale Merkmale an verschiedenen Stellen des Gehirns verarbeitet werden (zur Einführung Ward, 2006).



Weiterführende Literatur

Einführende Bücher in die Gedächtnispsychologie sind Baddeley, Eysenck und Anderson (2009), Gruber (2011) und Neath und Surprenant (2003). Letzteres enthält auch eine Einführung in formale Gedächtnismodelle, genau wie das kompakte Lehrbuchkapitel von Buchner und Brandt (2008). Über das Thema Kategorien und Konzepte informieren Waldmann (2008) und Murphy (2002).

6

Denken, Urteilen und Entscheiden

Die Begriffe Urteilen, Entscheiden und Problemlösen sind Begriffe mit alltagspsychologischer Bedeutung; generell gilt, dass das, was man in der Alltagspsychologie unter diesen Begriffen versteht, und das, was die Kognitive Psychologie unter diesen Begriffen versteht, relativ gut übereinstimmt. Mit *Urteilen* meint man einen Denkprozess, bei welchem man einem Objekt (oder einem Ereignis, einer Person, einem Sachverhalt) einen spezifischen Wert auf einer Urteilsdimension zuweist – man bildet sich ein Urteil. Mit *Entscheiden* wird ein Denkprozess beschrieben, bei welchem man zwischen verschiedenen Alternativen auswählt (z. B. aufgrund von bestimmten Urteilen). Mit *Problemlösen* wird ein Denkprozess bezeichnet, bei welchem man versucht, ein Hindernis zu überwinden, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen.

Schaut man jedoch in die Inhaltsverzeichnisse verschiedener Einführungs- oder Lehrbücher zur Kognitiven Psychologie, um einen Überblick über den Themenbereich Denken zu gewinnen, so wird man mit einer Vielzahl von Ordnungsstrukturen und Begriffen konfrontiert. Man kann zwischen deduktivem und induktivem Denken, Urteilen, Schließen und Entscheiden differenzieren, es geht um Logik (und das Abweichen von den Regeln der Logik), um die Spieltheorie (und tatsächlich um Glücksspiele), es geht um Wahrscheinlichkeit und den Umgang damit, es geht um Algorithmen versus Heuristiken, wobei letztere mal als Verzerrungen, mal als effiziente Daumenregeln diskutiert werden, und schließlich geht es um Problemlösen (wobei z. B. zwischen einfachen und komplexen Problem unterschieden wird). Kurzum auch in diesem Teilgebiet der Kognitiven Psychologie ist die Forschung bereits sehr diversifiziert und dadurch zunächst etwas unübersichtlich. Darüber hinaus muss man sich klar machen, dass es meist wenig sinnvoll ist, die verschiedenen Denkprozesse als unabhängig voneinander zu behandeln; man kann zum Beispiel nicht zwischen Alternativen wählen, ohne diese Alternativen auf bestimmten für den Entscheider relevanten Dimensionen beurteilt zu haben. Man kann auch kein Problem lösen, ohne über die einzelnen Lösungsschritte zu urteilen oder zwischen verschiedenen Herangehensweisen zu entscheiden.

Wir möchten hier deswegen eine sehr simple Ordnung vorschlagen, die es einerseits dem Leser ermöglichen soll, einen Zugang zu diesem Feld zu erlangen, und die es andererseits ermöglicht, ausgewählte zentrale Aspekte dieses Forschungsfeldes anzudiskutieren. Entscheidend für Denkprozesse ist nämlich nicht nur der konkrete Inhalt (die Gegebenheiten), sondern ebenfalls der Aspekt, wie gut diese Gegebenheiten eingeschätzt werden können. Das bedeutet, man kann urteilen und entscheiden, wenn die Gegebenheiten *sicher* sind – zum Beispiel in dem Sinn, dass eine als sicher angenommene Regel beurteilt werden soll. Man kann ebenfalls urteilen und entscheiden, wenn die Gegebenheiten *unsicher* sind – hier wird der Begriff der Wahrscheinlichkeit relevant. Wenn Sie zum Beispiel ihr Geld in Aktien investieren, treffen Sie Entscheidungen, deren Ausgang ungewiss ist; etwaige Renditen sind nur mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit zu erreichen. Bei der Wahl zwischen verschiedenen Aktien werden Sie deshalb nicht nur die Höhe der Rendite sondern vor allem die Wahrscheinlichkeit berücksichtigen, mit der diese erreicht werden kann. Und schließlich kann man urteilen und entscheiden, wenn die Gegebenheiten *neu* (bzw. *unbekannt*) sind; das würde letztlich den Prozess des Problemlösens beschreiben.

6.1 Denken unter sicheren Gegebenheiten

Eine klassische Form, Denkprozesse zu untersuchen, ist es, Probanden eine bestimmte Art von Aufgaben, sogenannte Syllogismen, zu geben, und dann zu untersuchen, unter welchen Bedingungen menschliches Schlussfolgern von den Regeln der formalen Logik abweicht. Syllogismen bestehen typischerweise aus zwei oder mehr Prämissen (Gegebenheiten, die als sicher angenommen werden) und einer aus diesen Prämissen abgeleiteten Schlussfolgerung, der Konklusion. Man könnte beispielsweise formulieren: *Alle A sind B* (Prämisse 1). *Alle B sind C* (Prämisse 2); deswegen sind *alle A auch C* (Konklusion). Die Aufgabe der Probanden ist es, zu beurteilen, ob es sich bei der Konklusion um einen validen Schluss handelt. Dabei ist eine Konklusion nur dann valide, wenn sie sich zwingend aus den Prämissen ergibt und darüber hinaus kein Gegenbeispiel aus den Prämissen abgeleitet werden kann. Diese Form des Schließens wird als deduktiv bezeichnet; man leitet aus gültigen Regeln eine neue Regel ab und überprüft das Ableiten auf Gültigkeit.

In der Literatur findet man vor allem Untersuchungen, die zwei verschiedene Arten von Syllogismen, kategoriale Syllogismen und konditionale Syllogismen, benutzen. Bei kategorialen Syllogismen werden allgemeine Aussagen

als Prämissen vorgegeben, die unterschiedliche Quantoren besitzen (*alle, einige, kein*). Bei konditionalen Syllogismen werden die Prämissen in Form einer *Wenn-dann*-Regel vorgegeben (siehe für ein prominentes Beispiel die Karten-selektionsaufgabe nach Wason, 1966, im Kasten).

Wasons Selektionsaufgabe

Peter Wason (1966) führte eine Aufgabe ein, die (in zum Teil abgewandelter Form) bis heute vielfach Verwendung findet, um deduktives Schließen zu analysieren (vgl. *Abbildung 26*).

Darüber kann man jedoch streiten, denn die Aufgabe beinhaltet das Überprüfen einer Konditionalregel (und nicht das Prüfen einer validen Konklusion). Die korrekte Lösung finden dabei selbst in studentischen Populationen gerade mal 10 % der Probanden (vgl. Manktelow, 1999). Besonders auffällig ist, dass Probanden die ‚7‘ nicht umdrehen, welche jedoch die Regel falsifizieren könnte. Eine Konditionalprämisse besteht aus einem Antezedens (dem *Wenn*-Teil) und einer Konsequenz (dem

Klassische Version (Wason, 1966)

Den Probanden werden vier Karten vorgelegt. Auf jeder Karte befindet sich auf der einen Seite ein Buchstabe, auf der anderen Seite eine Zahl. Die Probanden sollen die Regel *Wenn auf der einen Seite ein Vokal steht, dann steht auf der anderen Seite eine gerade Zahl* überprüfen, dabei jedoch nur die Karten umdrehen, die man tatsächlich umdrehen muss.



Thematische Version (Griggs & Cox, 1982)

Die Probanden sollen sich in die Rolle eines Polizisten versetzen, der die Vorschrift *Wenn eine Person Bier trinkt, dann muss sie älter als 19 Jahre sein* überprüft; dabei sollen sie jedoch nur die Personen überprüfen, die gegen die Vorschrift verstoßen könnten.



Abbildung 26 Wasons Kartenaufgabe (Wason, 1966)

Dann-Teil); die ‚7‘ kann möglicherweise die Konsequenz nicht bestätigen (wenn auf der anderen Seite ein Vokal steht; sog. *modus tollens*).

Interessanterweise werden Probanden deutlich besser, wenn die Aufgabe nicht abstrakt dargeboten wird, sondern in einer thematischen Version. Griggs und Cox (1982) fanden, dass ca. 60 % der Probanden eine thematische Version korrekt lösen konnten. Ein Grund warum inhaltliche Versionen dieser Aufgabe leichter fallen, wird darin gesehen, dass diese Versionen verschiedene (Gegen-)Beispiele aus dem Gedächtnis abrufen und damit die Aufgabe leichter fällt (d. h. das Denken an sich wird dadurch nicht beeinflusst). Andere argumentieren, dass nicht der Inhalt *per se* sondern die Art der Darstellung der Regel entscheidend ist, wobei thematische Versionen oftmals Regeln als Handlungsvorschriften darstellen, während die klassische Version eine abstrakte Regel beinhaltet.

Generell schneiden Menschen beim Bearbeiten solcher Aufgaben recht gut ab; gleichwohl machen sie jedoch relativ viele Fehler. Es haben sich einige spezifische Theorien und Ansätze entwickelt, um typische Fehler zu erklären. Zum Beispiel neigen Menschen dazu, eine Konklusion für wahr zu halten, deren Quantor mit den Quantoren der Prämissen übereinstimmt (vgl. Begg & Denny, 1969). Zusammenfassend kann man hier Theorien unterscheiden, die die Fehler durch eine Form von Antwortverzerrung oder durch Fehler beim Verstehen der Prämissen erklären. Neben diesen spezifischen Theorien ist jedoch ein genereller Ansatz die *Theorie der Mentalen Modelle* (Johnson-Laird & Byrne, 1991). Hier geht man davon aus, dass Menschen zunächst die Prämissen verstehen müssen, diese dann mental repräsentiert werden und mit dem ebenfalls mental repräsentierten Konklusionsmodell verglichen werden. Passt das Konklusionsmodell zum generierten Modell, wird dieses Modell validiert, das heißt man überprüft, ob man nicht auch ein zur Konklusion unpassendes Modell aus den Prämissen generieren könnte. Eine klare Vorhersage, die der Ansatz der Mentalen Modelle daher macht, ist, dass je mehr Modelle generiert werden müssen/können, um eine Konklusion zu bestätigen, desto schwieriger wird die Aufgabe (denn es müssen mehr Modelle im Arbeitsgedächtnis aufrecht erhalten werden). In vielen Untersuchungen fand sich exakt dieser Zusammenhang bestätigt (z. B. Johnson-Laird, 1989).

Neben diesen Aufgaben zum deduktiven Denken, soll hier kurz noch ein anderes Themengebiet angesprochen werden, nämlich Entscheiden unter Sicherheit – also der Prozess, Entscheidungen zu fällen, wenn die Gegeben-

heiten sicher sind. Dieser Aspekt des Denkens spielt jedoch in der psychologischen Fachliteratur eine untergeordnete Rolle. Wenn alle Gegebenheiten sicher und bekannt sind, gibt es in einer Entscheidungssituation entweder eine beste Option oder die zu vergleichenden Optionen sind schwer zu vergleichen (z. B. ist ein Tennisspiel besser oder schlechter als meine Lieblingspizza?). In den Wirtschaftswissenschaften wurden Algorithmen entwickelt, um Entscheider in komplexen Situationen zu unterstützen (z. B. wenn die Gegebenheiten zwar sicher, aber unüberschaubar sind), und um die nach zum Beispiel mathematischen Regeln beste Option zu ermitteln. Die Psychologie hat sich jedoch besonders den Entscheidungen unter Unsicherheit (und dem menschlichen Umgang damit) gewidmet. Ein Grund dafür könnte möglicherweise sein, dass im realen Leben fast alle wichtigen Entscheidungen (welches Fach soll ich studieren, was möchte ich später werden, welchen Partner heirate ich usw.) Entscheidungen unter Unsicherheit sind.

6.2 Denken unter unsicheren Gegebenheiten

Wenn die Gegebenheiten unsicher sind, dann bedeutet dies zunächst lediglich, dass das Eintreffen oder die Folgen von Ereignissen bzw. Entscheidungen nicht obligatorisch sind. Wenn Sie zum Beispiel gefragt werden, ob es morgen regnen wird, dann ist Ihre Antwort ein Urteil über die Wahrscheinlichkeit des Eintreffens des Ereignisses *Regen*. Wenn Sie zwischen den Optionen *50 € sicher bekommen* oder *100 € mit einer Wahrscheinlichkeit von $P = .5$ wählen können*, dann müssen Sie einkalkulieren, ob Sie das Risiko, zu $P = .5$ leer auszugehen, eingehen wollen oder lieber die sicheren 50 € nehmen. Das bedeutet, dass Denken unter unsicheren Gegebenheiten den Umgang mit dem Konzept der Wahrscheinlichkeit erfordert.

Urteilen unter solchen Voraussetzungen wird oft als induktives Denken bezeichnet; man leitet zum Beispiel aus Beobachtungen eine Vorhersage ab. Nach den Regeln der Logik sind solche Vorhersagen natürlich nie valide Schlüsse, sondern nur wahrscheinlich oder plausibel. Auch beim Umgang mit Wahrscheinlichkeit hat sich die psychologische Forschung zunächst mit Fehlern im Denkprozess beschäftigt. Was passiert zum Beispiel, wenn man die Wahrscheinlichkeit des Eintreffens eines Ereignisses beurteilen soll, und dabei verschiedene (unsichere) Informationsquellen integrieren muss? Um bei der Wettervorhersage zu bleiben: Stellen Sie sich vor, Sie müssten die Wahrscheinlichkeit von Regen für den morgigen Tag vorhersagen. Ein Blick aus dem Fenster zeigt dunkle Wolken (dies wird wohl Ihre Schätzung

erhöhen); die interessante Frage ist, ob Sie die Grundwahrscheinlichkeit für Regen am morgigen Tag (z. B. den Monatsdurchschnitt der letzten Jahre) mit einkalkulieren. Ihre Schätzung sollte davon abhängen, ob es gerade August (typischerweise wenig Regentage) oder November (typischerweise viel Regentage) ist. Das Integrieren einer Grund- oder Basiswahrscheinlichkeit mit einer durch eine aktuelle Beobachtung gewonnenen Wahrscheinlichkeit wird mit dem *Bayes*-Theorem abgebildet, welches eine Regel für die Kombination ebensolcher Wahrscheinlichkeiten darstellt. Es hat sich gezeigt, dass Menschen normalerweise die Basiswahrscheinlichkeit vernachlässigen, und somit ihr Urteil von der durch die aktuelle Beobachtung gewonnen Wahrscheinlichkeit abhängt (vgl. Kasten zum Basisratenfehler). Ein von Kahneman und Tversky (1972) vorgeschlagener Grund für diesen Fehler (und viele weitere ähnliche Fehler beim Umgang mit Wahrscheinlichkeiten; vgl. Kahneman, Slovic, & Tversky, 1982) ist, dass Menschen ihre Einschätzungen nicht mit mathematischen Modellen (wie dem *Bayes*-Theorem) abbilden, sondern sich auf Heuristiken – sprich: Daumenregeln – verlassen. Zum Beispiel führt die *Repräsentativitäts*-Heuristik dazu, dass einem Ereignis (oder Objekt), welches als besonders repräsentativ für eine bestimmte Klasse von Ereignissen wahrgenommen wird, eine höhere Wahrscheinlichkeit attestiert wird als einem nicht repräsentativen. Um nochmal auf die Wettervorhersage zurück zu kommen, die Repräsentativitäts-Heuristik wird dazu führen, dass man sich durch dunkle Wolken (ohne Zweifel relativ repräsentativ für Regenwetter) dazu verleiten lässt, die Wahrscheinlichkeit für Regen hoch einzuschätzen, ohne zu bedenken, dass es gerade August ist. Ähnlich funktioniert die *Verfügbarkeits*-Heuristik. Diese besagt, dass die subjektive Wahrscheinlichkeit für ein Ereignis davon abhängt, wie schnell man wie viele Beispiele dieses Ereignisses erinnern kann. Das Problem hierbei ist jedoch, dass auch andere Faktoren, die nicht zwingend mit der Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses korreliert sind, die Verfügbarkeit von Erinnerungen beeinflussen können (z. B. die Lebhaftigkeit von Information oder die Präsenz von Information). Dadurch kann es dann zu Fehleinschätzungen kommen. Diese und andere Heuristiken werden also herangezogen, um zu erklären, warum Menschen Probleme beim Umgang mit Wahrscheinlichkeiten haben; manchmal werden diese Probleme als *Kognitive Täuschungen* bezeichnet. Der Ansatz von Kahneman und Tversky wird jedoch kontrovers diskutiert (vgl. z. B. Gigerenzer, 1991, 1996; Gigerenzer & Goldstein, 1996). Neueren Ansätzen zufolge sollte man als Vergleichsmaßstab (zum menschlichen Umgang mit Wahrscheinlichkeitsproblemen) eben nicht die klassische Statistik ansetzen, sondern menschliche Urteile immer vor dem Wissenshintergrund des Urteilenden betrachten. Diesen Aspekt

werden wir weiter unten etwas ausführlicher behandeln, wenn es um die Anwendung einfacher Heuristiken bei Entscheidungen unter Unsicherheit geht.

Der Basisratenfehler

Stellen Sie sich vor, bei einem nächtlichen Verkehrsunfall mit Fahrerflucht war ein Taxi beteiligt. Nun ist es in diesem Szenario so, dass alle Taxis entweder grün oder blau sind (d. h. es gibt nur zwei Taxiunternehmen, die sich ganz klar über die Taxifarbe definieren); 85 % aller Taxis sind grün, 15 % aller Taxis sind blau. Ein Augenzeuge, der den Unfall sah, gibt an, dass das Taxi blau gewesen sei. Der Anwalt der Firma BLAU testet nun die Fähigkeit des Zeugen, unter zum Unfallgeschehen vergleichbaren Lichtverhältnissen die Taxifarbe zu identifizieren. Der Zeuge identifiziert die Taxifarbe zu 80 % richtig. Wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit, dass das Taxi blau war?

Dieses Szenario legten Tversky und Kahneman (1982) ihren Probanden vor. Die nach dem *Bayes*-Theorem berechnete Wahrscheinlichkeit beträgt 41 %, die meisten Probanden gaben jedoch eine Wahrscheinlichkeit von fast 80 % an. Das kann man darauf zurückführen, dass die Basisrate vernachlässigt wurde. Man muss *zweierlei* bedenken: Einerseits, dass der Zeuge zwar zu 80 % richtig identifiziert, aber eben auch zu 20 % falsch; zweitens, dass – unabhängig von der Fähigkeit des Zeugen – die Wahrscheinlichkeit, dass es sich um blaues Taxi gehandelt hat, sehr gering ist (die Basisrate). Anders formuliert bedeutet das, dass bei 80 von 100 richtig identifizierten Taxis 12 blau und 68 grün sind, und bei 20 von 100 falsch identifizierten Taxis 3 blau und 17 grün sind. Wenn der Zeuge „blau“ sagt, kann das Taxi eines der 12 als richtig blau identifizierte Taxis oder eines der 17 fälschlicherweise als blau identifizierten Taxis sein! Der Basisratenfehler wird typischerweise dadurch erklärt, dass nur die Wahrscheinlichkeit der aktuellen Beobachtung (die Fähigkeit des Zeugen, Farben zu klassifizieren) und eben nicht die Basisrate mit bedacht wird, zum Beispiel weil die aktuelle Beobachtung salienter oder repräsentativer ist. Es wurde jedoch auch gezeigt, dass man dem Basisratenfehler dadurch entgegenwirken kann, dass man Häufigkeiten und nicht Wahrscheinlichkeiten angibt (wie in der Erklärung oben von uns genutzt). Gigerenzer und Hoffrage (1995) argumentieren, dass Menschen normalerweise nicht gewohnt sind, mit Wahrscheinlichkeiten, wohl aber mit Häufigkeiten zu denken, und deshalb diesen Fehler machen.

Entscheiden unter Unsicherheit beschreibt einen Entscheidungsprozess, bei welchem die Konsequenzen der verschiedenen Alternativen, zwischen denen man sich entscheidet, nicht obligatorisch sind. Zum Beispiel könnte es sein, dass Sie sich zwischen verschiedenen Medikamenten entscheiden müssen, die Wirkung (und mögliche Nebenwirkungen) aber eben nur mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit eintreffen; was ist, wenn Medikament A zu $P = .80$ Ihre Beschwerden lindert (aber nicht die Ursache bekämpft) und nur zu $P = .01$ schlimme Nebenwirkungen verursacht, während Medikament B zu $P = .65$ die Ursache (und damit auch die Symptome) behebt, jedoch Nebenwirkungen zu $P = .05$ verursacht? Entscheidungen unter Unsicherheit hängen besonders von zwei Faktoren ab, nämlich wie die Entscheidungsoptionen auf den Dimensionen *Nutzen* (das bedeutet, was ist mir diese Option wert?) und *Wahrscheinlichkeit* (mit welcher Wahrscheinlichkeit trifft die Konsequenz der gewählten Option ein?) beurteilt werden. Die meisten Theorien zu Entscheidungen unter Unsicherheit nehmen an, dass menschliche Entscheider ihren *Erwartungsnutzen* maximieren wollen. Das bedeutet, dass man sich so entscheidet, dass das Produkt aus Nutzen und Wahrscheinlichkeit, mit welcher dieser Nutzen eintrifft, maximal wird. Man kann sich das Grundprinzip dieses Ansatz gut an dem berühmt gewordenen Nachweis des Mathematikers Blaise Pascal klar machen, warum es vernünftig sei, an Gott zu glauben (Pascal, 1938, nach Jungermann, Pfister, & Fischer, 1998). Pascal argumentierte, dass die Wahrscheinlichkeit, dass es Gott gibt, $P = .50$ beträgt, und die Wahrscheinlichkeit, dass es Gott nicht gibt, ebenfalls $P = .50$. Nun kann man *glauben* oder *nicht glauben*. Glaubt man an Gott, und es gibt ihn, erwartet einen der Himmel (hoher Nutzen); glaubt man nicht an ihn, aber es gibt Gott, kommt man in die Hölle (negativer Nutzen). Gibt es Gott nicht, dann ist es egal, was man glaubt. Damit hat die Option *glauben* einen höheren Erwartungsnutzen (Himmel, wenn es ihn gibt, plus nichts, wenn es ihn nicht gibt) als die Option *nicht glauben* (Hölle, wenn es ihn gibt, plus nichts, wenn es ihn nicht gibt).

In der psychologischen Fachliteratur ist die *Prospect*-Theorie (Kahneman & Tversky, 1979) die wichtigste Erweiterung der Theorien zum Erwartungsnutzen. Diese Theorie nimmt an, dass Optionen zunächst mental repräsentiert und dann hinsichtlich ihres Nutzens bewertet werden. Daraus folgt zum Beispiel, dass bei der mentalen Repräsentation die verschiedenen Optionen in Abhängigkeit eines Referenzpunktes als Verluste oder Gewinne verbucht werden können. Dies ist wiederum wichtig, weil Nutzenfunktionen für Verluste und Gewinne unterschiedlich verlaufen. Stellen Sie sich zum Beispiel ein Experiment vor, bei dem Sie als Versuchsperson für die Teilnahme 5 € erhalten. Sie werden dieses Geld als Gewinn verbuchen, und es hat für Sie einen

bestimmten Nutzen. Nun Stellen Sie sich ein anderes Experiment vor, bei dem Sie zunächst 10 € ausgezahlt bekommen, aber am Ende des Experimentes für jeden Fehler im Experiment eine bestimmte Summe Geld zurückzahlen müssen. Angenommen Sie müssten 5 € zurückzahlen (Sie würden das als Verlust verbuchen), wäre die Freude (der positive Nutzen) über die 5 € Gewinn des ersten Experimentes in etwa gleich groß wie der Ärger (der negative Nutzen) über die 5 € Verlust? Den meisten Menschen geht es wohl so, dass sie den Ärger als größer empfinden als die Freude (d. h. die Nutzenfunktionen im negativen Bereich verlaufen steiler). Man kann aber den Ausgang des zweiten Experimentes auch so repräsentieren, dass man allein das bewertet, was am Ende übrig bleibt! Das wäre ein Gewinn von 5 €; das heißt, der „emotionale“ Ausgang dieses Experimentes hängt davon ab, ob man als Referenzpunkt 0 € oder 10 € verwendet. Die *Prospect*-Theorie berücksichtigt dabei noch ein paar weitere menschliche Eigenheiten beim Umgang mit Wahrscheinlichkeiten; zum Beispiel neigen Menschen dazu, kleine Wahrscheinlichkeiten zu überschätzen. Letztlich stellt aber auch diese Theorie den Versuch dar, menschliche Entscheidungen unter Unsicherheit nur zu beschreiben (und vielleicht nachzuvollziehen); das heißt, diese Theorie ist rein deskriptiv. Darüber hinaus impliziert diese Theorie (wie die anderen Theorien zum subjektiven Erwartungsnutzen), dass menschliche Entscheidungen im Vergleich zu mathematischen Modellen (die z. B. die Wahrscheinlichkeiten korrekt abbilden) suboptimal sind. Gigerenzer und Kollegen (Gigerenzer, Hoffrage, & Kleinbölting, 1991; Gigerenzer & Todd, 1999) vertreten hingegen die Ansicht, dass diese Bewertungsmaßstäbe menschlicher Entscheidungen nicht korrekt seien. Unlimitierte Ressourcen, Information und Zeit als Basis menschlicher Entscheidungen einzukalkulieren, ist nach ihrem Ansatz falsch. Vielmehr sollte berücksichtigt werden, dass Menschen nur über begrenzte Ressourcen, Information und Zeit verfügen, und die Güte ihrer Entscheidungen eben auch vor diesem Hintergrund bewertet werden sollte. Dabei beziehen sich Gigerenzer und Kollegen auf das Konzept der *eingeschränkten Rationalität* (*bounded rationality*; Simon, 1957) und erweiterten dies zum Konzept der ökologischen Rationalität. Vereinfacht argumentieren sie, dass Menschen eine Art mentalen Werkzeugkasten (*adaptive toolbox*) besitzen, aus dem sie je nach Kontext das passende mentale Werkzeug hervorholen können. Die mentalen Werkzeuge sind dabei nichts anderes als einfache Entscheidungsregeln (Heuristiken), die meistens ohne viel Aufwand zu guten Ergebnissen führen sollten (vergleiche den weiter oben beschriebenen Ansatz von Kahneman und Tversky, in welchem vor allem die Fehler durch Heuristiken analysiert werden). Da diese Heuristiken nur bestimmte Information aus einer konkreten Umwelt

nutzen, sind sie sparsam und effizient zugleich, sie sind *ökologisch rational* (vgl. den Kasten zur Rekognitionsheuristik). Die generelle Herangehensweise dieses Ansatzes ist also fundamental anders als der Ansatz des subjektiven Erwartungsnutzens. Natürlich ist aber auch das Programm von Gigerenzer und Kollegen kritisiert worden; zum Beispiel bleibt eine wichtige Frage, wie Menschen denn lernen, in der jeweiligen Umwelt die passende Heuristik aus der Menge der verfügbaren Heuristiken auszuwählen.

Die Rekognitionsheuristik

Eine sehr einfache Heuristik ist die sogenannte Rekognitionsheuristik (vgl. Goldstein & Gigerenzer, 2002). Sie besagt, dass, wenn man zwei Objekte bezüglich eines Kriteriums bewerten soll, man dasjenige Objekt wählen sollte, welches man wiedererkennt. Man kann Probanden zum Beispiel bitten, anzugeben, welche von zwei Städten mehr Einwohner hat, oder aber welcher von zwei Tennisspielern ein Tennismatch gewinnt (vgl. *Abbildung 27*). Die Annahme ist, dass das Kriterium (die Einwohnerzahl oder die Tennisspielstärke) nicht bekannt ist. Aber dieses Kriterium ist korreliert mit der Bekanntheit der Objekte (große Städte oder gute Sportler werden in den Medien typischerweise öfters erwähnt

Die Abbildung zeigt die Funktionsweise der Rekognitionsheuristik bei der Anwendung auf die Vorhersage von Tennisspielen (Serwe & Frings, 2006). Wenn ein Spieler bekannt und der andere unbekannt ist, dann würde die Rekognitionsheuristik vorhersagen, dass der bekanntere Spieler gewinnt.

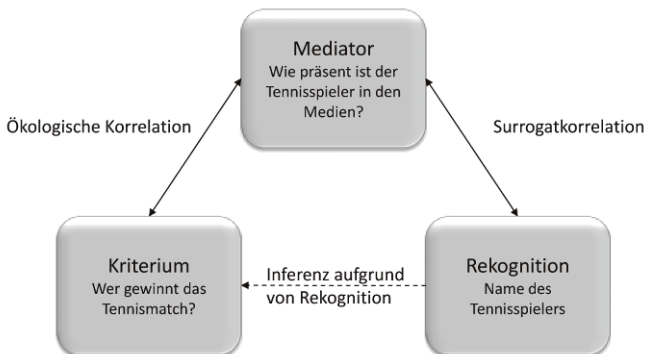


Abbildung 27 Die Rekognitionsheuristik (Goldstein & Gigerenzer, 2002)

als kleine Städte oder schlechte Sportler) und die Bekanntheit korreliert wiederum mit dem Rekognitionsgedächtnis (d. h. je bekannter ein Objekt ist, desto wahrscheinlicher ist es, dass man es wiedererkennt). Der Zusammenhang zwischen Rekognition und Kriterium ist also vermittelt über die Bekanntheit. Daher führt die Anwendung der Rekognitionsheuristik in Umwelten, in denen das Kriterium und die Bekanntheit positiv korreliert sind, zu überzufällig guten Ergebnissen.

Beim Städtevergleich liegt die Rekognitionsheuristik deutlich über dem Zufallsniveau und beschreibt zugleich das Entscheidungsverhalten der meisten Probanden recht gut. Aber auch außerhalb des Labors kann die Anwendung der Rekognitionsheuristik tatsächlich effizient sein; so konnten Serwe und Frings (2006; vgl. auch Scheibehenne & Bröder, 2007) zeigen, dass die Anwendung der Rekognitionsheuristik von Tennis Laien bei der Vorhersage von professionellen Tennisspielen beim weltweit wichtigsten Tennisturnier in Wimbledon genauso gut abschneidet wie die Vorhersage aufgrund der aktuellen Weltrangliste. Kritisch diskutiert wird hier vor allem, dass die Rekognitionsheuristik nur dann angewendet werden kann, wenn eines der zu vergleichenden Objekte unbekannt ist. Darüber hinaus setzt die Heuristik voraus, dass Kriterium und Mediator positiv korreliert sind – das weiß man als Entscheider aber natürlich nicht (sofort). Nichtsdestotrotz macht die Rekognitionsheuristik das Grundprinzip dieses Ansatzes sehr deutlich; eine einfache Regel hilft eine Entscheidung unter Unsicherheit zu treffen, und nutzt dabei spezifische Information dieser Umwelt in einer einfachen und sparsamen Art und Weise.

6.3 Denken unter neuen Gegebenheiten

Mit Denken unter Gegebenheiten, die neu oder unbekannt sind, meinen wir Denkprozesse, die typischerweise mit *Problemlösen* bezeichnet werden. Problemlösen bedeutet, dass ein Ziel, das ein Handelnder erreichen möchte, aus irgendeinem Grund nicht sofort erreicht werden kann – es gibt ein Hindernis, ein Problem. Wenn es sich nicht um ein Routineproblem handelt (dessen Lösung einfach aus dem Gedächtnis generiert werden kann), dann sind die notwendigen Schritte zur Lösung des Problems (die Gegebenheiten), die man finden muss, neu. Ähnlich wie Entscheiden hängt Problemlösen immer von den Zielen des Denkenden ab (bei Entscheidungssituationen ergibt sich der

Nutzen der Optionen aus den Werten und Zielen des Entscheiders, bei Problemlösesituationen ist das Hindernis bei der Zielerreichung das Problem). Genauer gesagt, das Problem besteht meist darin, dass der IST-Zustand vom SOLL-Zustand abweicht. Die einzelnen Schritte (Operatoren), die nötig sind, um den IST- in den SOLL-Zustand zu überführen, definieren den Problemraum. Das lässt sich gut an klar strukturierten Problemen wie dem *Turm von Hanoi* klar machen (bei dieser Aufgabe liegen drei Scheiben unterschiedlicher Größe auf einer Stange und müssen auf eine weitere von zwei Stangen umgepackt werden, allerdings so, dass nie eine größere auf einer kleineren Scheibe liegt). Das Versetzen einer Scheibe verändert den IST-Zustand und mehrere solcher Handlungen oder Operatoren führen letztlich zum Ziel. Der Weg zu diesem Ziel führt vom Ausgangs-IST-Zustand über verschiedene Zwischenstände des IST-Zustandes, die zusammen den Problemraum definieren. Es gibt verschiedene Theorien, die versuchen, zu erklären, wie Menschen Probleme lösen. Vereinfacht kann man sich diesen Prozess in etwa so vorstellen: Zunächst muss die relevante Information verstanden und das Problem mental repräsentiert werden; das bedeutet, man repräsentiert den IST- und SOLL-Zustand und versteht die Differenz zwischen ihnen. Dann beginnt die Suche nach Operatoren. Generell gibt es auch hier wieder eine Debatte, ob man diese algorithmisch oder heuristisch findet. Schließlich wendet man die Operatoren an, um den SOLL-Zustand zu erreichen.

Anstatt verschiedene Theorien zum Problemlösen vorzustellen, möchten wir lieber wenige relevante Aspekte andiskutieren, die bereits beim Problemlösen in dieser verallgemeinerten Form deutlich werden. Zum Beispiel unterscheiden sich Probleme darin, ob sie *einfach* oder *komplex* sind. *Einfache Probleme* haben einen klar definierten IST- und SOLL-Zustand, einen übersichtlichen Problemraum und zuverlässige Operatoren (z. B. der Turm von Hanoi). Komplexe Probleme zeichnen sich dadurch aus, dass der SOLL-Zustand unklar ist – zum Beispiel kann es sein, dass mehrere Ziele verfolgt werden sollen – und gar nicht konkret vorgegeben ist, wie der SOLL-Zustand aussehen muss. Dies impliziert natürlich, dass der Problemraum und die Problemrepräsentation undurchsichtig werden. Darüber hinaus ist die Wirkung der Operatoren möglicherweise unsicher, verzögert oder nicht linear. Klassisch sind hier Problemlöseszenarien wie sie von Dörner (1981) eingesetzt wurden. In solchen Szenarien müssen sich Probanden zum Beispiel in die Rolle eines Entwicklungshelfers (mit nahezu absolutistischen Vollmachten) hineinversetzen und eine fiktive Region *Tanaland* entwickeln, indem sie Baumaßnahmen und allerlei andere Eingriffe planen. Aber was heißt entwickeln hier? Sollen die Nomaden in Tanaland vielleicht besser in Städte umgesiedelt

werden? Muss die medizinische Versorgung oder die Bildung verbessert oder aber die Natur geschützt werden? Sollen möglichst viele Einwohner entstehen (also überleben) oder ist das Ziel eine geringe Zahl von gesunden, lang lebenden und glücklichen Einwohnern? Wie man hieran erkennen kann, ist der SOLL-Zustand unklar definiert. Man möchte wahrscheinlich verschiedene Ziele erreichen, die sich möglicherweise partiell ausschließen (z. B. die Natur erhalten und gleichzeitig die Infrastruktur ausbauen). Darüber hinaus ist die Wirkung von Maßnahmen (also Operatoren) hier nicht sofort ersichtlich. Dies zeigte sich in den Untersuchungen von Dörner (1989) sehr deutlich; zum Beispiel schaffen es fast alle Probanden, durch bestimmte Maßnahmen die Nahrungsmittel der Ureinwohner und gleichzeitig die Überlebenschancen der Ureinwohner zu erhöhen. Da die Nahrungsmittel jedoch nur linear anwachsen, während die Einwohner sich exponentiell vermehren, führte dies nach wenigen Jahren zu einer Hungerskatastrophe.

Es gibt zudem eine Reihe von Gedächtniseinflüssen auf die Auswahl von Operatoren. Menschen neigen dazu, Operatoren aus dem Gedächtnis abzurufen, die bei augenscheinlich ähnlichen Problemen funktioniert haben; dies kann – je nach Problem – natürlich effizient oder ineffizient sein. Unter *Analogiebildung* wird in der Literatur zumeist der erfolgreiche Transfer von Operatoren auf ein strukturell ähnliches Problem verstanden (Knoblich & Öllinger, 2006). Sogenannte *Einstellungseffekte* wie sie in der Wasserumschüttungsaufgabe (Luchins, 1942) beobachtet werden, zeigen, dass Menschen (wenn sie z. B. ähnliche Mathematikaufgaben lösen sollen), einen einmal funktionierenden Algorithmus weiter anwenden (also den analogen Operator anwenden), auch wenn in einer späteren Aufgabe einen leichteren Algorithmus gäbe. Ebenso als Gedächtniseffekt kann die *funktionale Fixierung* verstanden werden. Das bedeutet, dass Objekte mit ihrer typischen Funktion mental repräsentiert werden, und diese Funktion möglicherweise die Repräsentation des Objektes in einer anderen Art und Weise behindert. Im Zwei-Seile-Problem (Maier, 1931) müssen Probanden zwei Seile verbinden, die relativ weit voneinander entfernt von der Decke hängen. Für die Lösung ist es sinnvoll, die im Raum liegende Zange nicht als Werkzeug sondern als Gewicht zu repräsentieren, um so eines der Seile als Pendel zu nutzen. Schließlich kann man die *plötzliche Einsicht* in ein Problem (Aha-Erlebnis) durch Gedächtnisprozesse erklären. Phänomenal kennt man das aus dem Alltag, man überlegt an einem Problem und findet keine Lösung – tut man dann eine gewisse Zeit irgendetwas anderes und setzt sich danach wieder an das Problem, hat man die Lösung womöglich sofort gefunden. Wenn aber ein Problem einmal mental repräsentiert ist und zunächst die falschen Operatoren aktiviert wurden, so blockieren diese Gedächtnis-

repräsentationen womöglich das Finden (sprich: Aktivieren) der korrekten Operatoren; nach einer gewissen Zeit ist die Gedächtnisaktivierung jedoch zerfallen und man kann die richtigen Operatoren finden, ohne durch falsche Operatoren irritiert zu werden.

Insgesamt betrachtet ist Denken unter neuen Gegebenheiten sicherlich einer der komplexesten Aspekte der Kognition, denn typischerweise besteht Problemlösen aus der Kombination mehrerer Urteils- und Entscheidungsprozesse und dies zudem vor dem Hintergrund einer spezifischen Zielhierarchie. Deswegen verwundert es nicht, dass Problemlösen zunehmend mit dem Konzept der Kreativität in Verbindung gebracht wird. In diesem Zusammenhang meint Kreativität das Finden oder Anwenden von neuen und effizienten Operatoren; kreativ ist man also nicht dann, wenn man etwas Ungewöhnliches tut, sondern erst dann, wenn diese Ideen dabei zielführend sind.



Weiterführende Literatur

Eine gute Einführung in das Thema Urteilen und Denken unter Sicherheit gibt zum Beispiel das Lehrbuch von Manktelow (1999). Zum Umgang mit Wahrscheinlichkeit ist der Klassiker von Kahneman, Slovic und Tversky (1982) immer noch zu empfehlen. Als weiterführende Literatur zum Entscheiden ist sowohl das Lehrbuch von Jungermann, Pfister und Fischer (2010) als auch die Einführung von Eisenführ, Weber und Langer (2010) – die Entscheidungsprozesse besonders aus Sicht der Ökonomen darstellt – sehr lesenswert. Ein für ein breites Publikum geschriebenes Buch zur Effizienz einfacher Heuristiken präsentieren Gigerenzer und Todd (1999).

7

Die kognitionspsychologische Perspektive in den anderen Teilfächern der Psychologie

An dieser Stelle des Buches angelangt, haben Sie – so hoffen wir – ein gewisses Verständnis davon entwickelt, was eine kognitionspsychologische Herangehensweise bedeutet. Es handelt sich um eine bestimmte Art der theoretischen Begrifflichkeit und der methodischen Vorgehensweise. Ein bestimmter Typus von psychologischen Fragestellungen wird mit diesen Begrifflichkeiten und diesen methodischen Möglichkeiten beantwortet. Dieser Typus von Fragestellungen ist selbstverständlich nicht an die klassischen Themen der Kognitiven Psychologie gebunden. Sie treten in allen Teildisziplinen der Psychologie auf. Konsequenterweise werden die Begriffe und Methoden der Kognitiven Psychologie seit geraumer Zeit auch in diesen Feldern genutzt. In diesem Kapitel sollen diese Querbezüge exemplarisch deutlich gemacht werden. Zunächst haben wir uns auf die Grundlagenfächer beschränkt. Innerhalb dieser leitete sich unsere Auswahl aus der Überlegung ab, dass erkennbar sein sollte, dass nicht einfach nur eine kognitionspsychologische Perspektive auf die inhaltlichen Fragen der jeweiligen Teildisziplin gerichtet wird, sondern dass auch umgekehrt die Kognitive Psychologie hierdurch eine Bereicherung erfährt. Allein auf ein Unterkapitel zur Entwicklungspsychologie haben wir verzichtet, obschon diese Disziplin natürlich von kognitionspsychologischen Fragestellungen durchdrungen ist: Wie entwickeln sich Wahrnehmung, Aufmerksamkeit, Gedächtnis und Denken in der Kindheit? Welchen Verlauf nimmt die geistige Leistungsfähigkeit über die Lebensspanne? Dies ist so offenkundig Kognitive Psychologie, dass ein Unterkapitel hierzu im Rahmen dieses Buches kaum etwas Neues brächte.

7.1 Der Standort der Kognitiven Psychologie innerhalb der Psychologie

Gehen wir noch einmal einen Schritt zurück: Was ist Psychologie? Eine von den ganz kurzen, aber etwas langweiligen Antworten ist: Psychologie ist die Wissenschaft vom Erleben, Verhalten und Handeln (von Menschen, so wird

man meistens hinzufügen). Unser persönlicher Favorit unter den kurzen Antworten besteht darin, darauf hinzuweisen, dass die Psychologie letztendlich immer um eine Frage kreist: Wie können wir erklären, dass Menschen auf der einen Seite vernunftbegabte, bewusst denkende, frei handelnde Wesen sind, wir auf der anderen Seite aber nicht umhin können, anzuerkennen, dass Menschen auch reine Materie sind, die nach den Gesetzen von Physik, Chemie und Biologie funktionieren. Man könnte sagen, die Psychologie definiert sich geradezu durch diese Jahrtausende alte Frage nach dem Zusammenhang dieser zwei Perspektiven, nach dem Zusammenhang von „Leib“ und „Seele“. Dies macht die Psychologie zu einer ganz besonderen Wissenschaft. Sie ist damit sowohl Naturwissenschaft als auch Sozial-, Kultur- und Geisteswissenschaft. Sie definiert sich dadurch, dass sie dazwischensteht und den Zusammenhang zu erklären versucht.

Bevor wir uns die Frage stellen, wie die *Kognitive Psychologie* vor einem solchen Hintergrund einzuordnen ist, ist ein Wort der Vorsicht notwendig. Natürlich ist das Leib-Seele-Problem zuallererst ein Problem, das in der Philosophie diskutiert wurde und wird. Wir wollen und können hier nicht die prinzipiellen begrifflichen Probleme und Lösungsansätze referieren (dazu z. B. Pauen, 2005). Fragte man zudem Psychologen, inwieweit ihre aktuellen Forschungsprojekte zur Lösung des Leib-Seele-Problems beitragen, würde man entweder einen erstaunten Gesichtsausdruck oder ein stammelndes „nun ja, mmhh ...“ ernten. Psychologen arbeiten als empirische Wissenschaftler und jede sinnvolle empirische Forschungsfrage ist zunächst eine konkrete, die relativ losgelöst von dieser übergeordneten Einordnung bearbeitet werden kann. Gleichwohl, tritt man nur einen Schritt zurück, lassen sich typische psychologische Fragestellungen stets auf dieses Grundproblem beziehen.

Um das zu verstehen, möchten wir auf Überlegungen des amerikanischen Philosophen Daniel Dennett Bezug nehmen, der die Kognitive Psychologie seit Jahrzehnten begleitet. Wir haben seine Perspektive stets als hilfreich erlebt, um psychologische Fragestellungen einzuordnen. Der Ausgangspunkt ist dabei die Frage, welche Typen von Erklärungen komplexer Systeme wir nutzen und als angemessen erleben. Dennett sieht drei (Erklärungs-)Perspektiven (original: *stances*, „Haltungen“), die man gegenüber komplexen Systemen (wie z. B. dem Menschen) einnehmen kann (vgl. Dennett, 1987).

Die auch dem Laien sicher geläufigste wissenschaftliche Haltung ist die der *physikalischen Einstellung* (*physical stance*): *Betrachte ein komplexes System als ein physisches System, das sich gemäß der Gesetze der Physik verhält!* Um diesen abstrakten Satz anschaulicher zu machen, können wir etwa den Stoffwechsel von Zellen als Beispiel nehmen. Wie man in jedem Biologie-Grundkurs an der

Schule lernt, lassen sich bestimmte bio-chemische Reaktionen hierbei exakt beschreiben. Da sich chemische Reaktionen auf Molekül- und Atom-Physik zurückführen lassen, bewegen wir uns bei diesen Erklärungen immer in dem Sprachkontext des *physical stance*, bei dem Vorgänge durch das kausale Zusammenwirken von physischen Einheiten erklärt werden. Die Meteorologie ist ein weiteres Beispiel: Wenn die Wettervorhersage mit dem Wirken von Tief- und Hochdruckgebieten Wettervorhersage betreibt, bleibt sie im Rahmen rein physikalischer Erklärungen.

Wie weit kommen wir mit der physikalischen Erklärung, wenn wir uns dem vermutlich komplexesten System zuwenden, das wir kennen: dem Menschen? Dennett (1987) hat durch ein Gedankenspiel verdeutlicht, dass hier eine rein physikalische Haltung ein Grundproblem verkennt: Stellen wir uns vor, ein „Marsianer“ käme die Erde besuchen. Er verfügt über eine perfekte Physik, das heißt, er kann komplexeste Geschehnisse allein aufgrund der Kenntnis der physikalischen Größen vorhersagen. (Bitte reagieren Sie jetzt nicht reflexartig mit einem „das kann es prinzipiell nicht geben“ – vermutlich haben Sie recht, aber *das* ist jetzt nicht der Punkt.) So macht er eine komplette physikalische Bestandsaufnahme am Mittwochabend, 21:33 Uhr, um das Bewegungsmuster eines etwa 75 kg schweren beweglichen, aus organischer Materie bestehenden Objektes für die nächsten Stunden vorherzusagen. In der Tat sagt er nach komplexesten Berechnungen voraus, dass dieses Objekt sich am Donnerstagmorgen um 9:14 Uhr an einem genau bestimmten, fünf Kilometer entfernten Ort befinden wird. Wir (als Alltagspsychologen) würden auf einer ganz anderen Basis eine im Resultat vergleichbare Vorhersage machen, da wir das Objekt als Peter B., Student der Psychologie, kennen, und wissen, dass am Donnerstagmorgen um 9:15 Uhr eine für ihn wichtige Lehrveranstaltung stattfindet, die er vermutlich nicht verpassen will. *Diese* Beschreibung derselben Szene würde dem Marsianer vollkommen entgehen. Er hat nicht einmal das geringste Wissen über unsere Beschreibung menschlichen Verhaltens als *absichtsvoll*, als *basierend auf Zielen und Überzeugungen*. Was würde demnach ein Marsianer, der über eine perfekte Physik verfügt, aber *diese* Beschreibungsweise nicht kennt, bei der Betrachtung der Welt verpassen? Er versäumt die Perspektive, unter der die Menschen ihr Verhalten ordnen!

Dennett (1987) nennt diese Erklärungsperspektive, die wir insbesondere gegenüber Menschen einnehmen (häufig auch gegenüber Tieren, vermutlich dereinst auch gegenüber Robotern) die *intentionale Haltung* (*intentional stance*): *Betrachte ein komplexes System als ein intentionales System, das rational handelt, gegeben eine bestimmte Menge von Zielen und Überzeugungen!* Dies ist die alltagspsychologische Haltung, die wir tagtäglich uns und unseren Mitmenschen

gegenüber einnehmen. Wenn wir die intentionale Haltung einnehmen, fragen wir nach den *Gründen* für das Handeln einer Person („Warum hat er das getan?“). Handeln wird auf das Zusammenspiel von *Zielen* und *Überzeugungen* der Person zurückgeführt; deshalb sprechen wir auch alternativ von *personaler Psychologie* (vgl. Brandtstädter, 1991).

Nehmen Sie eine ganz gewöhnliche Situation an der Universität und tun sie einmal so, als wären sie ein kleines Kind, das zu allem und jedem „warum?“ fragt. Da sitzen etwa 50 Studierende in einem Hörsaal deutlich voneinander getrennt und „brüten“ über den Fragen einer Klausur. *Warum machen die das?* Nun, diese Klausur ist die Abschlussklausur zu einer Lehrveranstaltung. Will man diese erfolgreich bescheinigt bekommen, muss man diese Klausur erfolgreich bestehen. *Warum wollen die das?* Weil der Erfolg in diesem Kurs ein Baustein im Studium der Psychologie ist und die Studenten Psychologen werden wollen. *Warum wollen die das denn?* Weil sie glauben, dass dieser Beruf ihnen Spaß machen wird, ihren Fähigkeiten entspricht, angesehen ist und seine Ausübung wichtig für unsere Gesellschaft ist. *Warum wollen die einen solchen Beruf?* Weil es ihrer Vorstellung von einem „guten Leben“ entspricht. *Und warum steht der eine da jetzt schon auf und gibt leere Blätter ab? – Will der kein gutes Leben haben?* Nein, der hat noch nicht gelernt für die Klausur und wollte mal sehen, was so gefragt wird. (Dafür nimmt er in Kauf, bei dieser Klausur durchzufallen. Da er aber meint, dass er nicht durchfallen wird, sobald er richtig gelernt hat, riskiert er, dass es bei der Wiederholungsklausur klappen muss.)

Wie Sie sehen, ist das genau die Art von Analyse, die wir auch im Alltag machen, wenn wir uns das Verhalten anderer Menschen erklären wollen. Ein guter Teil wissenschaftlicher Psychologie versucht, Fragen dieser Art zu beantworten, indem derartige alltagspsychologische Rekonstruktionen präzisiert und detaillierter ausgearbeitet werden.

Nehmen wir das folgende Beispiel. Sie warten an der Bushaltestelle und haben Muße, eine Weile das Geschehen um Sie herum zu beobachten. Sie sehen, wie ein Mann schnellen Schrittes auf ein Auto zugeht, die Tür aufschließt, stutzt, auf den Seitenspiegel blickt und halblaut ausruft „Das gibt’s doch wohl nicht!“ Er macht die Tür wieder zu, schaut sich den Spiegel genau an, blickt herum, schaut auf die Windschutzscheibe, steigt dann schließlich ein, knallt die Tür zu und fährt besonders aggressiv davon. Obwohl Sie nicht nahe genug standen, um etwas an dem Auto zu erkennen, fällt Ihnen die Deutung doch leicht: Offenbar hat jemand den Spiegel beschädigt und ist ohne Nachricht davongefahren. Der Mann ärgert sich: Ihm ist ein Schaden entstanden durch jemand anders, der nicht dafür einstehen will. Begleitet wird dies

durch physiologische Erregung, negative Gefühle und der Tendenz zu aggressivem Verhalten. Diesen ganzen Komplex nennen wir „Ärger empfinden“.

Stellen Sie sich bitte auch zwei Alternativsituationen vor: In der ersten haben Sie sich (aus Langeweile oder weil das Auto Ihnen gefällt) das Auto genau angesehen bevor der Mann kommt. Sie sind sich sicher, dass das Auto ohne jeden Makel ist. Dann passiert die Situation, wie oben geschildert. Sie haben jetzt keine Möglichkeit, sich einen „Reim“ auf die Situation zu machen. Sie sehen den Fahrer davonfahren, mit einem großen Fragezeichen im Kopf und der leichten Tendenz, ihm zu unterstellen, dass er nicht „mehr alle Tassen im Schrank hat“. Die intentionale Haltung hat also ihre Grenzen in der Rationalität des Verhaltens anderer. Wir können nicht jedwedes Verhaltensmuster in der intentionalen Haltung rekonstruieren.

Im zweiten Alternativszenario haben Sie die Fahrerflucht sehen können; Sie wissen also, dass der Spiegel gerade beschädigt wurde. Der Besitzer des Autos kommt, wirft auch einen kurzen Blick in Richtung des Spiegels, steigt aber direkt ein und fährt normal weg. Sie werden denken „Er hat es nicht bemerkt“ oder „Er denkt, der Schaden war schon vorher da“. Wir können festhalten, dass sich zum einen eine stimmige Deutung der Situation innerhalb der intentionalen Haltung finden lassen wird; es ist also ein anderer Fall als der zuvor geschilderte. Allerdings merken wir auch, dass viele Fragen offenbleiben: Wie kann er das übersehen haben? Wieso spielt ihm sein Gedächtnis einen solchen Streich?

Es stellt sich bei genauerer Analyse heraus, dass in der intentionalen Haltung die einzelnen Bestandteile der Handlungserklärungen so aufeinander bezogen sind, dass wir hier nicht von kausalen Erklärungen sprechen können, sondern mehr von Beschreibungen oder Deutungen. Gleichwohl sind diese Beschreibungen unverzichtbar, da sie doch den Hintergrund oder – metaphorisch gesprochen – das „Gerüst“ für das liefern, was wir kausal erklären wollen. Das beginnt damit, dass die Szene – bei aller Einfachheit aus der Sicht der intentionalen Haltung – kognitionspsychologisch betrachtet äußerst komplex ist: die Wahrnehmung des defekten Spiegels löst in einem blitzschnellen Resonanzprozess ein abstraktes Schema aus („Ich bin geschädigt worden und der Schädiger hat sich aus der Verantwortung gestohlen!“); dieses Schema ist zudem untrennbar mit physiologischen Prozessen und Gefühlsreaktionen verbunden. Denken Sie bitte noch einmal zurück an den armen Roboter aus dem Kapitel 1.2 (Kasten *Das frame-Problem*), um sich diese Komplexität klar zu machen.

Wir können uns auch der Heftigkeit der Ärgerreaktion zuwenden. Es fällt leicht, sich vorzustellen, dass ein- und dieselbe Person mit ihren Werten und

Überzeugungen nicht immer gleich heftig auf im Prinzip gleiche Situationen reagiert. Sie kann mal mehr, mal weniger *bereit* sein, Ärger zu empfinden. In manchen Fällen können wir das noch im Rahmen der intentionalen Haltung deuten: Wir haben den Mann schon eine Weile beobachtet. Zuerst gab es Probleme im Büro; dann war der Akku des Handy leer; ausgerechnet jetzt, wo er vor der Nachhausefahrt noch seine Frau wegen eines Einkaufes anrufen musste ... Die Spiegel-Episode brachte dann „das Fass zum Überlaufen“. In anderen Fällen ist es rätselhaft für uns, warum die Heftigkeit variiert. Es ist also durchaus denkbar, dass durch nicht offensichtliche Ursachen die Aktivierung des Ärger-Schemas leichter oder schwerer geschieht.

Die Beschreibungen, die aus der intentionalen Haltung heraus entstehen, sind also mindestens unverzichtbarer *Ausgangspunkt* psychologischer Forschung. Wir wollen nicht primär wissen, wie physikalisch, chemisch, biologisch beschreibbare Vorgänge zu Bewegungsmustern von Objekten führen, sondern warum Personen dies oder jenes tun. Dies führt zu Beschreibungen und Deutungen, die maximal entfernt sind von physikalischen Beschreibungen. Die intentionale Haltung ist aber als einzige Theoriesprache der Psychologie unbefriedigend: sie ist mehr Deutung denn kausale Erklärung und sie ist in zweierlei Weise unabgeschlossen. Wir können zum einen nicht jedwedes Verhalten in ihren Termini rekonstruieren (vgl. das erste Alternativszenario). Zum anderen verweist sie schon immer auf eine andere, kausale Erklärungsebene, wie uns das zweite Alternativszenario zeigt.

Wir benötigen also eine Theoriesprache, die zum einen anschlussfähig an die Begriffe der intentionalen Haltung ist, zum zweiten kausal interpretierbar ist und zum dritten die Möglichkeit bietet, letztlich eine Brücke zur physikalischen Haltung zu bieten. Wir kennen eine solche Sprache aus technischen Zusammenhängen. Denken Sie zum Beispiel an einen Thermostaten, der die Raumtemperatur steuert. Prinzipiell können wir sein Verhalten mit der *intentionalen Haltung* vorhersagen: Das Ziel des Thermostaten ist es, die Raumtemperatur auf 21° zu halten; deshalb schaltet er die Heizung ab, wenn es wärmer, und an, wenn es kälter ist. Wir können auch die *physikalische Haltung* einnehmen und – je nach Art des Thermostaten – komplexe Erklärungen über Bimetall-Konstruktionen oder temperaturabhängige elektrische Widerstände geben. Beide Erklärungstypen sind – aus unterschiedlichen Gründen – unbefriedigend: Die intentionale, weil sie nichts erklärt, sondern nur in eine bestimmten Terminologie beschreibt, was vor sich geht. Die physische, weil sie Gefahr läuft, die abstrakte Struktur eines Thermostaten zu verkennen. Er wird nämlich von uns in der Regel so betrachtet, dass wir zwischen Temperaturmessung, Sollwerteinstellung und Ventilsteuerung unterscheiden.

Unterschreitet die aktuelle Temperatur den Sollwert, wird das Ventil des Heizkörpers geöffnet, überschreitet die Raumtemperatur den Sollwert, so wird es geschlossen.

Diese wissenschaftliche Haltung gegenüber komplexen Systemen nennt Dennett die *funktionale Haltung* (*design stance*): *Betrachte ein komplexes System als einen konstruierten Apparat, der aus Komponenten besteht, die jeweils bestimmte Funktionen erfüllen und die miteinander interagierend ein bestimmtes charakteristisches Verhalten hervorbringen!* Wir abstrahieren hierbei von der konkreten physischen Realisierung des Systems und erklären Verhalten aufgrund der funktionalen Organisation. Diese Haltung vermittelt zwischen funktionaler und physikalischer Haltung: Sie liefert eine Erklärung, die direkt Bezug nimmt auf die Beschreibung in intentionalen Begriffen („Das Ziel des Thermostaten ist es, die Raumtemperatur auf 21° zu halten.“ „Ja, wie macht er das denn?“). Als zufriedenstellend wird eine solche Erklärung aber nur dann erlebt, wenn die funktionalen Komponenten prinzipiell auch innerhalb des *physical stance* erklärbar sind. Dabei reicht es uns häufig, dass wir uns diese physische Realisierung als plausibel vorstellen können. Erst wenn wir es genauer wissen wollen, wird zum Beispiel die Physik von temperaturabhängigen elektrischen Widerständen zum Thema.

Pointiert könnte man sagen, dass die Kognitive Psychologie die funktionale Haltung gegenüber der menschlichen Psyche ist. Die intentionale Haltung liefert die Beschreibungen und Begriffe dessen, was erklärt werden soll. Die Kognitive Psychologie versucht, die darunterliegenden Prozesse und Strukturen in einer funktionalen Sprache zu erklären: Sie formuliert Annahmen über Komponenten und die Prozesse, die in ihnen und zwischen ihnen ablaufen. Sie liefert damit auch ein begriffliches Grundgerüst für die Beantwortung der Fragen, wie diese Komponenten und Prozesse physisch im Gehirn realisiert sind.

Wo ist nun unser Leib-Seele-Problem geblieben? Es ist nicht verschwunden; vielleicht ist es aber auf so eine Weise verortet, dass sinnvolles psychologisches Arbeiten möglich ist, bei dem wir (a) den Eindruck haben, einer Lösung zumindest näherzukommen, und dabei (b) Detailfragen beantworten können, ohne stets dieses uralte Rätsel im Auge zu haben. Zwischen der intentionalen Haltung – also einer personalen Psychologie –, die nach *Gründen* für das Handeln von Personen sucht und der funktionalen Haltung, die *Ursachen* für Verhalten bestimmen möchte, liegt nachwievor ein großer Graben. Die Hoffnung, die sich mit der funktionalen Haltung, also der Kognitiven Psychologie verbindet, ist, dass es zu Begriffen wie „Ziel“ und „Überzeugung“ Korrespondenzen auf der funktionalen Ebene gibt.

Bei konkreten Fragestellungen kann es aber sehr wohl ein fruchtbares Nebeneinander beider Perspektiven geben, ohne dass diese Grundfragen schon geklärt werden. Das kann man an sehr einfachen Beispielen verdeutlichen. Die Urteilsfindung vor Gericht ist ein prototypisches Beispiel für begründetes Handeln: Ein Richter gelangt unter Abwägung aller be- und entlastenden Gesichtspunkte zu einem Urteil, das er ausführlich begründet. Als Kognitive Psychologen wissen wir gleichzeitig, dass dieser Urteilsprozess bestimmten kausalen Mechanismen unterliegt. So greift der Richter beim Abwägen auf sein Gedächtnis über die Fakten des Falles zurück. Gedächtnisinhalte können aber mehr oder weniger gut *zugänglich* sein. *Zugänglichkeit* von Gedächtnisinhalten ist aber ein Parameter in kognitionspsychologischen Gedächtnismodellen. *Zugänglichkeit* wird kausal beeinflusst, zum Beispiel durch die Zeit, die seit der letzten Nutzung dieses Gedächtnisinhaltes vergangen ist. Bringe ich den Richter dazu, kurz vor der Urteilsfindung stärker ent- denn belastende Aspekte des Falles aus dem Gedächtnis abzurufen, ohne dass ihm dieser verzerrte Abruf bewusst wird, so wird das Urteil vermutlich milder ausfallen, da ihm die entlastenden Aspekte zugänglicher sind. Wie bringe ich den Richter dazu? Fragen Sie ihn zum Beispiel, ob der Angeklagte mit einer Bewährungsstrafe rechnen kann (in einem Fall, in dem, nach allem was Sie wissen, mit einer höheren Bestrafung zu rechnen ist). Als Kognitiver Psychologe wissen Sie, dass Personen dazu tendieren, solche Fragen mit einer sogenannten positiven Teststrategie zu beantworten: was spricht dafür, dass der Angeklagte eine Bewährungsstrafe erhält? Selbst wenn die Frage dann verneint wird, hat sich der Richter entlastende Details aus dem Gedächtnis abgerufen; diese werden dann später zugänglicher sein (Englich & Mussweiler, 2001; Strack & Mussweiler, 1997).

Pointiert und mit dem groben Pinsel gezeichnet, kann man sagen, dass die aktuelle Psychologie einige wenige große Baustellen hat. Zwei davon haben mit der Kognitiven Psychologie zu tun. Auf der ersten Baustelle arbeitet man an Theorien über den funktionalen Aufbau unseres Kognitiven „Apparates“, so dass er an den Beschreibungen unserer, der intentionalen Haltung entsprechenden Alltagspsychologie anknüpfen kann. Das ist das Programm der traditionellen Kognitiven Psychologie. Auf der zweiten Baustelle arbeitet man daran, wie dieser kognitive „Apparat“ hirnpfysiologisch realisiert ist. Das ist das Programm der *cognitive neuroscience*. Selbstverständlich ist diese Metapher zweier getrennter Baustellen etwas überzogen. Die Arbeiten gehen faktisch eher Hand-in-Hand, so dass man unter dem Begriff der modernen Kognitiven Psychologie stets sowohl den Blick nach „oben“ (z. B. „Wie ist ein Gedächtnis für persönliche Erinnerungen aufgebaut?“) als auch nach

„unten“ („In welchen Hirnstrukturen ist ein Episodisches Gedächtnis realisiert?“) richtet.

Im Folgenden soll exemplarisch an einigen Feldern der Psychologie aufgezeigt werden, wie kognitionspsychologische Überlegungen zum Fundament der Psychologie gehören.

7.2 Kognition, Emotion und Motivation⁸

Die frühe Kognitive Psychologie hat emotionale und motivationale Phänomene weitgehend unberücksichtigt gelassen. Diese Begrenzung war forschungspragmatisch motiviert, um nach der Devise „teile-und-herrsche“ den Forschungsbereich zunächst zu begrenzen. Gerade aber unter dem Wechsel des Forschungsfokus weg vom „erkennenden“ Menschen hin zum „handelnden“ Menschen, wurde deutlich, dass diese Phänomene nicht außen vor bleiben können. Umgekehrt haben Wissenschaftler in den Forschungsfeldern der Emotions- und Motivationspsychologie erkannt, dass sich die Theorien und Methoden der Kognitionspsychologie gut für ihre Fragestellungen nutzen lassen. Wir wollen das an einem Alltagsbeispiel verdeutlichen.

Sie gehen im Wald joggen; plötzlich steht ein großer Hund vor Ihnen und knurrt Sie an; weit-und-breit ist kein „Herrchen“ zu sehen. Sie stoppen, ihr Herzschlag steigt, ihre Überlegungen, was Sie nachher einkaufen müssen, werden abrupt beendet, da ihnen jetzt Gefährdungsszenarien (und wie man Sie eventuell bestehen kann) durch den Kopf gehen. Das Ganze ist von heftigen negativen Gefühlen begleitet, kurzum: Sie haben Angst. Bestimmte Komponenten dieser Auflistung – steigender Herzschlag, negative Gefühle – sind sicherlich untypische Forschungsthemen für die (frühe) Kognitive Psychologie. Der Kern des Geschehens ist aber zutiefst prototypisch: Bestimmte Merkmale der Situation – der Hund; Sie sind allein im Wald; das „Herrchen“ fehlt – aktivieren offenbar ein *Gedächtnisschema*, zu dem die verschiedenen Komponenten der vollen Emotion gehören. Dieses *Angst-Schema* kann dabei durchaus als sehr abstrakt gedacht werden: Es wird ausgelöst, sobald ein bedrohliches Objekt in ihrer Nähe ist (der Hund), dem sie hilflos ausgesetzt sind (Sie sind allein) und das weder durch sie noch durch andere kontrollierbar erscheint (das „Herrchen“ fehlt), so dass ein Ihre körperliche Unversehrtheit gefährdender Ausgang möglich erscheint. Eine dunkle, verlassene Straße in

⁸ Dieses Teilkapitel ist unter Verwendung einiger Abschnitte von Wentura und Rothermund (2009) entstanden, die nicht eigens als Zitation kenntlich gemacht sind.

einem zwielichtigen Viertel bei Nacht, in der Ihnen ein großer, brutal wirkender junger Mann entgegenkommt, führt zu denselben Effekten. Mehr noch: das Angstschema wird unter Umständen allein schon dadurch ausgelöst, dass Sie durch die dunkle, verlassene Straße gehen, ohne dass ihnen jemand entgegenkommt. Mehrere Elemente einer potenziell bedrohlichen Situation sind schon vorhanden; die noch nicht gefüllte Leerstelle „bedrohliches Objekt“ ist schon voreingestellt: Wann immer ihr Blick in den schlecht beleuchteten Abschnitten auf etwas trifft, was nur annähernd der Kontur eines Mannes entspricht, wird ihr Angstniveau zumindest für einen kurzen Moment steigen, da nun das bedrohliche Objekt da zu sein scheint.

Man kann – ganz im Sinne des typischen Vorgehens der Kognitiven Psychologie – das Prozessgeschehen feiner ausdifferenzieren: Gibt es zum Beispiel eine Verarbeitung bedrohlicher Reize im visuellen Feld, ohne dass die Aufmerksamkeit darauf gerichtet werden muss (*pop out*)? Werden Bewertungen eines Reizes automatisch verarbeitet? Dies sind Fragen, die mit dem theoretischen und methodischen Werkzeug der Kognitiven Psychologie bearbeitet werden können und die auch in dieser Weise bearbeitet wurden. Es ist dabei ein Forschungsfeld entstanden, dass sich mit dem Titel einer bekannten Zeitschrift als *Cognition & Emotion* benennen lässt und sich dadurch kennzeichnet, dass die emotionalen Phänomenen (in einem weiten Sinne) zugrundeliegenden kognitiven Prozesse untersucht werden. Dabei ist dieses Feld auch durch die Adaptation kognitionspsychologischer Paradigmen gekennzeichnet. Wir wollen das anhand der beiden Beispielfragen ansprechen (vgl. eingehender Wentura & Rothermund, 2009).

Gibt es ein pop out für bedrohliche Reize in unserem Blickfeld?

Bei der Entdeckung von Zielreizen in einem visuellen Feld werden häufig zwei Prozessarten unterschieden: Der kontrollierten, seriellen Aufmerksamkeitsausrichtung auf die zu überprüfenden Reize wird ein automatischer, paralleler präattentiver Prozess gegenübergestellt, dessen Resultat häufig mit dem Begriff des visuellen *pop out* bezeichnet wird: Weitgehend unabhängig von der Anzahl der Distraktorreize wird ein Zielreiz direkt erkannt. Wir hatten im Kapitel zur Aufmerksamkeit (Kap. 4) dazu das Paradigma der *Visuellen Suche* vorgestellt. Die Probanden haben die Aufgabe, die An- oder Abwesenheit eines Zielreizes in einer Menge von Distraktorreizen zu entdecken. Wenn die Entdeckungszeit schnell ist und nicht von der Anzahl der Distraktorreize abhängt, spricht man von *pop out*.

Bekannt geworden, viel zitiert, aber auch etwas berüchtigt ist die Arbeit von Hansen und Hansen (1988). Die Autoren präsentierten Gesichtsphotogra-

phien in einer Visuellen Suche. Es stellte sich heraus, dass der Ärger-Ausdruck anscheinend ein *pop out* zeigt. Das heißt, die Entdeckungszeit des ärgerlichen Gesichtes hing nicht davon ab, ob es inmitten eines Displays von drei oder acht Gesichtern mit positivem Ausdruck zu finden war. Purcell, Stewart und Skov (1996) konnten jedoch nachweisen, dass es sich um ein Artefakt handelt. (Die Ärger-Bilder enthielten ausgeprägte schwarze Schatten, die den Kontrollbildern fehlten.)

Die Fragestellung wurde aber wegen ihrer Bedeutung später wieder aufgenommen. Fox und Kollegen (2000) sowie Öhman, Lundqvist und Esteves (2001) nutzten schematische emotionale Gesichter in der Visuellen Suche. Beide Arbeitsgruppen fanden konsistent, dass ärgerliche bzw. bedrohliche Gesichter zwar schneller entdeckt wurden als freundliche Gesichter. Es konnte aber kein genuiner *pop out*-Effekt gefunden werden. Horstmann und Bau-land (2006) präsentierten sorgfältig gestaltetes Fotomaterial und fanden, dass ärgerliche Gesichter (im Vergleich zu freundlichen) mit effizienterer Suche verbunden waren. Sie konnten aber zeigen, dass dieser Effekt insbesondere auf die Mundpartie zurückzuführen war und *nicht* auf den Gestalt-Charakter des emotionalen Gesichtes. Sie favorisieren daher die ebenso interessante Hypothese, dass sich der Ausdruck bestimmter Emotionen so entwickelt hat, dass die Fähigkeiten des visuellen Systems zur Detektion bestimmter basaler Merkmale besonders gut ausgenutzt werden.

Öhman, Flykt und Esteves (2001) untersuchten mit derselben Technik die Sucheeffizienz bei furchtrelevanten Bildern (Bilder von Schlangen und Spinnen) und fanden flache Suchgeraden (was also einem *pop out* entspricht). Die Beschränkung auf diese Art von Reizen ergab sich aus der Überlegung, dass sich in der menschlichen Evolution speziell ein Modul entwickelt hat, dass sensibel auf phylogenetisch furchtrelevante Reize reagiert. Brosch und Sharma (2005) haben kürzlich den Befund repliziert, fanden aber ein vergleichbares Resultat für kulturgebundene Bedrohungsreize (Waffen, Spritzen). Sie problematisieren auch aufgrund dieses Resultats noch einmal die Schlussfolgerung von Öhman und Kollegen, dass tatsächlich ein präattentives Verarbeiten (bestimmter) negativer Reize gezeigt wurde. Auch diese sind allerdings selbstkritisch genug, um auf die große Kluft zwischen *visual search*-Studien zur effizienten Suche bei basalen Wahrnehmungsmerkmalen (z. B. die Suche nach einem roten Reiz unter lauter schwarzen Distraktorreizen) und den eigenen Experimenten mit komplexen Bildstimuli hinzuweisen. Zum Beispiel sind ihre mittleren Suchzeiten doppelt so hoch wie in den grundständigeren Experimenten. In einem aktuellen Übersichtsartikel fassen Brosch, Pourtois und Sander (2010) so zusammen, dass es kein *pop out* für emotiona-

le Reize gibt. Negative Zielreize führen aber im *visual search* zu schnelleren Reaktionen. Allerdings muss dies nicht bedeuten, dass sie bevorzugt verarbeitet werden. Alternativ kann angenommen werden, dass die Aufmerksamkeit an bedrohlichen Stimuli länger „haften“ bleibt, so dass die serielle Suche mit bedrohlichen Reizen als Distraktoren länger dauert als bei neutralen Distraktoren (vgl. auch Brosch & Sharma, 2005).

Diese Fragestellung nach der Aufmerksamkeitsausrichtung auf bewertete Reize bildet ihrerseits eine Brücke zu anderen Gebieten der Psychologie: Gibt es zum Beispiel interindividuelle Unterschiede in derartigen Aufmerksamkeitsprozessen? Kann man etwa bei ängstlichen Personen eine stärkere Tendenz beobachten, die Aufmerksamkeit unwillkürlich auf bedrohliche Informationen zu richten (Bar-Haim, Lamy, Pergamin, Bakermans-Kranenburg, & van Ijzendoorn, 2007)? Gibt es je nach momentanem motivationalem Zustand eine Tendenz negative oder aber positive Informationen zu beachten (z. B. Rothermund, Voss, & Wentura, 2008)?

Werden Bewertungen eines Reizes automatisch verarbeitet?

Wir hatten schon im Kapitel zur Aufmerksamkeit darauf hingewiesen, dass der Begriff des automatischen Prozesses etwas problematisch ist (vgl. Moors & De Houwer, 2006), da die erläuternden Merkmale – unwillkürlich, unbewusst, nicht kontrolliert, keiner „Kapazität“ bedürftig – nicht hoch miteinander korrelieren. Wir sollten die Frage also eingrenzen: Wird die Bewertung eines im Blickfeld präsentierten Reizes verarbeitet, obwohl dies nicht das momentane Ziel der Person ist?

Eine Möglichkeit, um dies zu testen, ergibt sich durch das evaluative (oder affektive) Priming (Fazio, Sanbonmatsu, Powell & Kardes, 1986). Hierbei haben Versuchsteilnehmer die Aufgabe, positive und negative Zielreize (Wörter, Bilder) möglichst schnell per Tastendruck als positiv oder negativ zu klassifizieren. Kurz zuvor (z. B. 200 Millisekunden) wird ein Prime-Reiz eingeblendet. Ist dieser Prime ebenfalls deutlich positiv oder negativ, so wird er – obwohl er irrelevant ist für die Aufgabenbearbeitung – die Reaktion des Teilnehmers beeinflussen: Die Reaktionen sind schneller, wenn Prime und Zielwort in ihrer Bewertung übereinstimmen als wenn dies nicht der Fall ist. Dieser Effekt zeigt zweierlei: Erstens aktivieren die Primes – zumindest im Kontext dieser Aufgabenstellung – automatisch ihre Bewertung. Zweitens scheint die Prime-Bewertung automatisch eine entsprechende Reaktions-tendenz anzuregen, die dann eine hierzu passende Zielwort-Reaktion befördert, eine unpassende behindert. Dieser Effekt zeigt sich im Übrigen sogar, wenn der Prime so kurz dargeboten wird (und danach durch eine sogenannte

„Maske“ – zum Beispiel eine Zufallsbuchstabenfolge – überschrieben wird), dass er nicht bewusst wahrnehmbar ist (Greenwald, Klinger, & Schuh, 1995). Es schließen sich eine Reihe von Anschlussfragen an: Ist die Automatisität der Bewertungsverarbeitung eine bedingte; das heißt, tritt sie nur auf, wenn die übergeordnete Aufgabenstellung eine Bewertung vorsieht (Spruyt, De Houwer, Hermans & Eelen, 2007)? Handelt es sich um eine einfache Positiv-versus-negativ-Bewertung oder sind automatische Bewertungen differenzierter (Wentura, Rothermund & Bak, 2000)?

Insbesondere bietet sich da evaluative Priming an, um unwillkürliche Bewertungen von Personen, Produkten und anderen Dingen – kurz das, was die Sozialpsychologie als Einstellungsobjekte bezeichnet – zu erfassen. Darauf werden wir im nächsten Teilkapitel eingehen.

7.3 Sozialpsychologie⁹

In den 1990er-Jahren des letzten Jahrhunderts gab es eine heftige Diskussion um das Buch „The Bell Curve“ von Herrnstein and Murray (1994). Die Autoren provozierten mit der These, dass das schlechtere Abschneiden von Afroamerikanern in Intelligenztest mit genetischen Unterschieden zu erklären sei. Diese Hypothese hat großen Widerspruch hervorgerufen. Allerdings: Es ist ein typischer Befund, dass Stichproben afro-amerikanischer und weißer Teilnehmer sich in den Testergebnissen unterscheiden.

Zumindest teilweise konnte diese Diskrepanz in der *Sozialpsychologie kognitiver Prozesse* – international *social cognition* genannt – als Resultat der *Bedrohung durch Stereotypen* (*stereotype threat*) erklärt werden. So konnten Steele und Aronson (1995) in einer beeindruckenden Reihe von Experimenten zeigen, dass Probanden afro-amerikanischer Herkunft nur dann geringere Werte in einem Leistungstest erzielten, wenn ihnen dieser Test als aussagekräftig für geistige Leistungsfähigkeit dargestellt worden war. Dies war jedoch nur ein Zwischenresultat: Sie konnten weiterhin zeigen, dass der vermittelnde Mechanismus war, dass bei den Teilnehmern die in den USA gängige Überzeugung (das *Stereotyp*), dass Menschen afro-amerikanischer Herkunft weniger klug seien, im Gedächtnis *zugänglich* gemacht wurde. Dazu wurde dem eigentlichen Test (der in diesem Folgeexperiment als *nicht* besonders aussagekräftig angekündigt wurde) ein Fragebogen zu persönlichen Angaben vorausge-

⁹ Dieses Teilkapitel ist unter Verwendung einiger Abschnitte von Wentura und Degner (2006) entstanden, die nicht eigens als Zitation kenntlich gemacht sind.

schickt, der mit der Frage nach der ethnischen Zugehörigkeit endete. Eine derartige Manipulation bezeichnet man als (Situations-) *Priming*: Durch die Frage wird das Stereotyp im Gedächtnis *aktiviert* und damit *zugänglich*, so dass nun wieder Leistungseinbußen bei den afro-amerikanischen Teilnehmern erwartet und tatsächlich auch gefunden wurden.

Diese Studien eignen sich sehr gut, um zu verdeutlichen, was *social cognition*-Forschung – ein sehr wichtiger Teilbereich der Sozialpsychologie – ist, womit sie sich beschäftigt und wie sie vorgeht. In erster Näherung lässt sich diese Forschung als Anwendung kognitionspsychologischer Theorien und Methoden auf sozialpsychologische Phänomene bezeichnen. Die Inhalte und Fragestellungen stammen also aus der Sozialpsychologie, die Art und Weise, wie Theorien gebildet werden und wie diese geprüft werden, sind der Kognitiven Psychologie entlehnt. So ist seit etwa der zweiten Hälfte der 1970er Jahre ein fruchtbares Forschungsfeld entstanden, das recht gut durch seine typischen Themen und Vorgehensweisen, aber natürlich auch durch eine entsprechende *scientific community* identifizierbar ist. Die Grenzen an der Schnittstelle der traditionelleren Gebiete (also: Sozialpsychologie und Kognitive Psychologie) sind allerdings unscharf. Die Forschung ist experimentalpsychologisch ausgerichtet und zunehmend an Verhaltensmaßen, wie sie in der kognitionspsychologischen Laborforschung genutzt werden (d. h. Reaktionszeiten und Fehlerraten), orientiert, ohne dabei dogmatisch die Selbstauskünfte von Probanden (z. B. in Fragebögen) auszuschließen. Aus der traditionellen Sozialpsychologie wurde aber die Liebe zur kreativ arrangierten Erhebungssituation übernommen, die die Probanden verführen soll, bestimmte Annahmen über die Situation zu machen, so dass untersucht werden kann, welche Auswirkungen genau dies für das Verhalten hat. Auch in anderer Hinsicht bietet das Einstiegsbeispiel die Möglichkeit, typische Themen und Methoden der *social cognition*-Forschung einzuführen: Während seit jeher Stereotypen über soziale Gruppen – d. h. generalisierende Überzeugungen über die Merkmale der Gruppenmitglieder – Thema der Sozialpsychologie sind, wurde nun die Frage aufgeworfen, wie diese in unserem Gedächtnis repräsentiert sind, unter welchen Umständen diese Repräsentationen abgerufen werden und welche nicht-absichtsvollen automatischen Begleiterscheinungen dieser Abruf hat (im Beispielfall: die Leistungsminderung).

Wir wollen dieses Forschungsgebiet anhand einiger Beispiele verdeutlichen (vgl. ausführlicher Wentura & Degner, 2006).

Die mentale Repräsentation von Personen und sozialen Kategorien

Ein Beispiel: In einer Diskussionsrunde zu einem aktuellen politischen Thema geben alle Teilnehmer ein knappes Eingangsstatement ab. Werden die Zuhörer nun gebeten, diese Statements (jetzt in schriftlicher Form) den einzelnen Teilnehmern zuzuordnen, werden ihnen dabei – je nachdem wie viel Zeit vergangen ist und wie verwechselbar die Aussagen waren – recht viele Fehler unterlaufen. Das ist nicht überraschend. Interessant ist aber, *welche* Fehler das sind.

Dieses Beispiel beschreibt einen Untersuchungsansatz, der als sogenanntes „Who-said-what“-Paradigma in der *social cognition*-Forschung bekannt geworden ist (Taylor, Fiske, Etcoff, & Ruderman, 1978). Es werden dabei Aussagen einer fiktiven Gruppendiskussion jeweils zusammen mit dem Bild des entsprechenden Diskussionsteilnehmers präsentiert. Die Gruppe besteht dabei zum Beispiel zur Hälfte aus Männern und zur Hälfte aus Frauen (ohne dass dies in irgendeiner Weise eine Rolle in der Diskussion spielt). In einem anschließenden unangekündigten Gedächtnistest ordnen die Versuchsteilnehmer die Aussagen den Bildern zu. Es zeigt sich nun bei den *Fehlzuordnungen*, dass die Wahrscheinlichkeit höher ist, eine Aussage, die zum Beispiel von einer Frau gemacht wurde, einer anderen Frau zuzuordnen als einem Mann (und *vice versa*). Offenbar wurden die Personen unabsichtlich nach ihrem Geschlecht *kategorisiert*. Man könnte etwas pointiert sagen: Wir können gar nicht anders, als unsere Welt – die dingliche wie die soziale – kategorial wahrzunehmen.

Soziale Kategorien sind nach der Auffassung der *social cognition*-Forschung nicht von anderen natürlichen Kategorien zu unterscheiden. Erkenntnisse, die anhand der kognitionspsychologischen Untersuchung einfacherer Kategorien gewonnen wurden (vgl. Kap. 5.3), sollten sich daher im Prinzip auch auf soziale Kategorien anwenden lassen (Kunda, 1999). Dies betrifft insbesondere die Frage, in welcher Form Kategorien im Gedächtnis repräsentiert sind (dazu Smith & Queller, 2001).

Prototyp- vs. Exemplarrepräsentation. Die *social cognition*-Forschung hat die Diskussion der Kognitiven Psychologie aufgenommen, ob vom Einzelfall abstrahierende Kategorienrepräsentationen etwa in Form von *Prototypen* (d. h. der Repräsentation eines in der Regel fiktiven Exemplars, das durch die charakteristischen Merkmale der tatsächlichen Exemplare beschrieben wird) im Gedächtnis gespeichert sind oder ob erst im Fall eines Abrufreizes sozusagen *online* (d. h. im Moment, da sie benötigt wird) eine Abstraktion aus den in diesem Moment zugänglichen Einzelexemplaren der Kategorie gebildet wird (vgl. Kap. 5.3). Was bedeutet diese Frage für soziale Zusammenhänge?

Wir können uns dies an einer Studie von Bless und Schwarz (1998) verdeutlichen, in der Teilnehmer um eine Beurteilung des „typischen CDU-Politikers“ gebeten wurden. Wie gelangen Personen zu einer solchen Bewertung? Eine Möglichkeit wäre, dass im Gedächtnis eine starre, sich höchstens langfristig verändernde Repräsentation des prototypischen CDU-Politikers abgerufen wird, die sich im Laufe der Zeit durch vielfältige (Medien-)Erfahrungen und andere Einflüsse gebildet hat. Die Beurteilung im Fragebogen würde dann etwa auf dem Abruf einer generellen Bewertung, die mit diesem „Prototyp“ abgespeichert ist, oder auf dem Durchschnitt der Bewertungen der einzelnen Prototyp-Eigenschaften basieren. Wäre dies aber so, könnten wir uns das folgende Ergebnis schlecht erklären. Die Teilnehmer wurden durch eine vorherige Frage unaufdringlich entweder daran erinnert, dass der damalige Bundespräsident Weizsäcker (der damals wie heute über Parteigrenzen hinweg eine hohe Reputation genießt) CDU-Mitglied ist oder aber, dass dieser sich wegen seines Amtes jeder Parteipolitik zu enthalten habe. Im ersten Fall (Hervorhebung eines positiven Exemplars der Kategorie) war die Beurteilung des „typischen CDU-Politikers“ positiver als in einer Kontrollbedingung (ohne eine vorherige Erwähnung Weizsäckers), im zweiten Fall (explizite Herausnahme dieses Exemplars aus der Kategorie) aber niedriger. Eine theoretische Interpretation ist, dass eine soziale Kategorie eine Art „Durchschnittsbildung“ der momentan *zugänglichen* Exemplare ist. Werden einzelne Exemplare vorher durch *Priming* zugänglich gemacht, gehen sie dementsprechend mit höherem Gewicht ein.

Wie wir wissen (vgl. Kap. 5.3) hat die kognitionspsychologische Gedächtnispsychologie inzwischen Modelle vorgeschlagen, die die etwas seltsame Annahme vermeidet, dass tatsächlich viele einzelne Mitglieder der sozialen Kategorie getrennt voneinander abgespeichert sind und eine Abstraktion stets nur bei Bedarf entsteht. Die *social cognition*-Forschung hat in den letzten Jahren ebenfalls diese Entwicklung nachvollzogen (vgl. z. B. Smith & Queller, 2001).

Schemata. Wir hatten diesen Begriff im Kapitel über die Repräsentation von Wissen (Kap. 5.3) eingeführt. Er scheint sich ganz besonders für soziale Kategorien zu eignen. Nehmen wir das Beispiel einer alten Frau, die allein auf einer Parkbank sitzt. Es mag sein, dass sich dem Beobachter dieser Situation das Schema des „einsamen Alterns“ aufdrängt. Damit wurde die Situation eingeordnet („*alte, einsame Frau*“); es wurden Merkmale ergänzt bzw. hervorgehoben, die nicht direkt gegeben waren („*einsam*“) und andere vernachlässigt (z. B. die Art der Parkbank). Kennzeichen eines Schemas ist es, dass es Eigenschafts-„Leerstellen“ (*slots*) enthält, die entweder durch die gegebene Information oder aber durch Voreinstellungswerte (*defaults*) gefüllt

werden. Wird die alte Frau wahrgenommen, so werden Merkmale ihres Äußeren (Haarfarbe, Frisur, Kleidung) Teil der internen Repräsentation. Das „innere Bild“ einer alten Frau wird vermutlich auch dann bestimmte Merkmale tragen, wenn sie nicht selbst wahrgenommen wurde – eben Voreinstellungswerte, wie zum Beispiel die in bestimmten Generationen beliebten Dauerwell-Frisuren. Für einen *slot* kann es einen ganzen Bereich möglicher Werte geben, die wiederum von anderen gegebenen Elementen abhängen: Man vergleiche zum Beispiel die Frisur der alten Dame, „die auf der Parkbank sitzt und Brot an Tauben füttert“ mit der Frisur der alten Dame, „die auf der Parkbank sitzt und *Anna Karenina* liest.“ Es gibt aber eindeutig nicht zu den Voreinstellungswerten zählende Merkmale. Hat die alte Dame ihr Haar pink gefärbt, würde man sicherlich von *schemainkonsistenter* Information sprechen. Eine andere Eigenart eines Schemas ist seine theorieartige Struktur. Es enthält Abstraktionen, Generalisierungen und Verknüpfungen von Aussagen. So wird möglicherweise die Beobachtung der alten Dame auf der Parkbank nicht nur zur Unterstellung von Einsamkeit führen, sondern könnte gleichzeitig Schlüsse auf eine besonders hoffnungslose Art von Einsamkeit enthalten („Der Einsamkeit im Alter ist nur schwer zu begegnen, da sich nicht mehr viele Gelegenheiten zum Kennenlernen neuer Bekannter auftun. ...“).

Einstellung. Ein weiterer wichtiger sozialpsychologischer Begriff, der sozialkognitiv neu interpretiert wurde, ist der der *Einstellung*. Traditionell werden Einstellungen als Bewertung eines Einstellungsobjektes (z. B. eines bestimmten Politikers) in affektiven („Ich mag X“), kognitiven („X ist ein verantwortungsvoller Politiker“) und verhaltensrelevanten („Ich würde X wählen, wenn er direkt zur Wahl stünde“) Aspekten gesehen (z. B. Eagly & Chaiken, 1993). Dementsprechend werden sie in der Regel mit Fragebogen-Verfahren erfasst. Es ist ein „Dauerbrenner“-Thema der Sozialpsychologie, dass tatsächliches Verhalten sich allerdings nur schlecht aus solcherart erfassten Einstellungen vorhersagen lässt. Daher wurde innerhalb der *social cognition*-Forschung vorgeschlagen, zwischen „schwachen“ und „starken“ Einstellungen zu unterscheiden (Fazio, 1986). „Starke“ Einstellungen sind danach durch die direkte und starke Assoziation zwischen dem Einstellungsobjekt und einer positiven oder negativen Bewertung gekennzeichnet. Nach dieser Auffassung wird die Bewertung automatisch aktiviert, wenn Hinweise auf das Einstellungsobjekt präsentiert werden, mit entsprechenden Folgen für das Verhalten. Vorurteile gegenüber einer sozialen Gruppe sind in diesem Sinne negative Bewertungsassoziationen mit der Gedächtnisrepräsentation der sozialen Gruppe.

Verschiedentlich wurde für eine derartige Fassung des Einstellungsbegriffs die Bezeichnung *implizite Einstellung* gewählt (z. B. Greenwald & Banaji,

1995), um mehrerlei deutlich zu machen: Es gehört nicht zum Begriff der impliziten Einstellung, dass sie der Person bewusst sein müssen; daher ist ihre Erfassung *per definitionem* an sogenannte indirekte Verfahren (siehe unten) gekoppelt. Es ist somit denkbar, dass es Dissoziationen zwischen impliziten und explizit geäußerten Einstellungen gibt, selbst dann, wenn explizite Einstellungen valide (d. h. weitgehend frei von Selbstpräsentations- und sozialen Erwünschtheits-Tendenzen) erfasst werden (z. B. Brauer, Wasel, & Niedenthal, 2000; Devine, 1989).

Methoden indirekter Einstellungsmessung

Auch in der *social cognition*-Forschung wird zunehmend der Zugang über die typischen Methoden der Kognitiven Psychologie gesucht, also zum Beispiel über reaktionszeitbasierte Verfahren, obschon Fragebogenverfahren noch eine größere Rolle als in der Kognitiven Psychologie spielen.

Wir hatten im vorherigen Teilkapitel (7.2 *Kognition, Emotion und Motivation*) eine „Spielart“ reaktionszeitbasierter Verfahren kennengelernt, die im Bereich der *social cognition*-Forschung ihre Wurzeln hat: das sogenannte *evaluative Priming*: Ein kurz eingeblendeter positiver oder negativer Begriff beschleunigt oder verzögert die Bewertungsreaktion auf einen ebenfalls positiven oder negativen Zielbegriff, je nachdem ob die beiden Bewertungen übereinstimmen oder nicht.

Man kann nun daran denken, als Primes einstellungsrelevante Begriffe oder Bilder zu zeigen, um festzustellen, ob sich hierbei automatische Bewertungstendenzen zeigen. So haben Fazio, Jackson, Dunton und Williams (1995) Bilder von Personen kaukasischer oder afro-amerikanischer Herkunft als Primes genutzt (im Folgenden als K- und A-Bilder bezeichnet). Es zeigten sich mehrere bemerkenswerte Ergebnisse. Zum einen deuteten die Reaktionszeiten auf die positiven und negativen Zielwörter daraufhin, dass für den durchschnittlichen weißen Teilnehmer die A-Bilder (relativ zu den K-Bildern) negativ besetzt waren; das heißt, die Teilnehmer reagierten im Mittel schneller bei Kombinationen A-Bild/negatives Zielwort und K-Bild/positives Zielwort im Vergleich zu den verbleibenden Kombinationen. Zum anderen war diese Reaktionszeitdifferenz innerhalb der Gruppe der (weißen) Teilnehmern nicht gleich hoch ausgeprägt. Bemerkenswerterweise konnten Fazio und Kollegen zeigen, dass diese Variable tatsächliches Verhalten gegenüber einer Person afro-amerikanischer Herkunft vorhersagen kann: Nach dem Experiment wurden die Teilnehmer durch einen afro-amerikanischen Versuchsleiter über die vermeintlichen Ziele des Experimentes aufgeklärt. Die Freundlichkeit und das Interesse, mit der die Teilnehmer in dieser Interaktion reagierten, konnten

in gewissem Maße durch das Reaktionszeitmaß vorhergesagt werden. Dies ist umso interessanter, als das ein Fragebogenmaß zur Erfassung von Vorurteilen in dieser Hinsicht versagte.

Dieses Verfahren funktioniert im Übrigen auch, wenn der Prime sehr kurz und maskiert dargeboten wird, so dass er nicht bewusst zur Kenntnis genommen wird. Um nur ein Beispiel zu nennen: Wentura, Kulfanek und Greve (2005) präsentierten die Namensinitialen der Versuchsteilnehmer als maskierte Primes. Die Initialen wirkten wie ein positiver oder aber wie ein negativer Prime, je nachdem ob die Teilnehmer auf einem Fragebogen einen hohen oder einen niedrigen Selbstwert angaben. Derartige Techniken haben eine hohe Bedeutung für die Differentielle Psychologie (die Psychologie von Personenunterschieden) und Sozialpsychologie bekommen.

Vorteil derartiger Verfahren ist, dass der Prozess der Messung für die Versuchsperson wenig transparent ist und somit kaum Gelegenheit für bewusste Einflussnahme (motiviert durch soziale Erwünschtheitstendenzen, Selbstdarstellung etc.) auf das Messresultat besteht. Auch können so Bewertungen erfasst werden, auf die die Versuchspersonen eventuell wenig bewussten Zugriff haben. Des Weiteren können diese Methoden den automatischen Einfluss von im Gedächtnis gespeicherten Einstellungen und Kognitionen auf Verhalten vorhersagen (zum Überblick vgl. Fazio & Olson, 2003) und werden darum als Alternativen bzw. Erweiterungen zu herkömmlichen Messverfahren vor allem zur Erfassung von Stereotypen, Vorurteilen, Selbstkonzept oder Selbstwert genutzt. Auch in der Persönlichkeitspsychologie, Klinischen- und Gesundheitspsychologie und der Marketingforschung werden diese zunehmend eingesetzt. Das zurzeit populärste Verfahren – der sogenannte *Implicit Association Test* – wird in einem Kasten vorgestellt.

Der Implicit Association Test (IAT)

Der größten Popularität als indirektes oder „implizites“ Verfahren von Einstellungen und selbstbezogenen Überzeugungen erfreut sich in den letzten Jahren vor allem der sogenannte Implizite Assoziationstest (IAT; Greenwald, McGhee & Schwartz, 1998). Während eines typischen IAT, z. B. zu Vorurteilen gegenüber türkischen Männern (vgl. Neumann & Seibt, 2001), werden positive und negative Wörter gemischt mit deutschen und türkischen Vornamen am Bildschirm präsentiert. Die Versuchspersonen reagieren auf jede Darbietung durch das Drücken einer von zwei Antworttasten. Zum Beispiel müssen sie zunächst immer die linke Taste drücken, wenn ein positives Wort *oder* ein deutscher Vor-

name, die rechte Taste, wenn ein negatives Wort *oder* ein türkischer Vorname präsentiert wird. In einem zweiten Block wird eine der Zuordnungen geändert, so dass nun auf positive *oder* türkische bzw. negative *oder* deutsche Stimuli mit derselben Taste zu reagieren ist. Typischerweise reagieren (deutsche) Versuchspersonen bei der zweiten Zuordnung langsamer als bei der ersten, was als Indikator (relativer) Vorurteile gegenüber Türken im Vergleich zu Deutschen interpretiert wird. Inzwischen gibt es eine fast unübersehbare Anzahl von Studien in allen möglichen Inhaltsbereichen, die entweder „augenscheinvalide“ mittlere Differenzen (wie im Beispiel) oder ebensolche interindividuelle Unterschiede zeigen (die Differenz pro Versuchsteilnehmer korrelierte mit einem Vorurteilsfragebogen). Tatsächlich weist dieses Verfahren auch vergleichsweise zufriedenstellende Reliabilitätskennwerte auf. Allerdings: Eine ebenso einfache Herleitung des Effektes aus bekannten Theorien wie etwa beim *Evaluativen Priming* (siehe oben) ist nicht so einfach. Man kann durchaus Erklärungen von IAT-Effekten finden, die keinen Bezug zu Assoziationen nehmen und daher die übliche Interpretation im Sinne von zum Beispiel Vorurteilen in Frage stellen (z. B. Rothermund & Wentura, 2004). Zu kritisieren ist also, dass ein hoch interessanter Untersuchungsansatz nicht theorie-neutral benannt wurde: Dies war zwar unter „Marketing“-Gesichtspunkten hoch wirksam; es bleibt aber wissenschaftlich fragwürdig.

7.4 Persönlichkeitspsychologie und Differentielle Psychologie

Kognitionspsychologische Theorien und Modelle sind in der Regel zunächst allgemeinpsychologisch ausgerichtet, das heißt an der Untersuchung von Prozessen und Strukturen, die bei jedermann zu finden sind. Das scheint die Kognitive Psychologie somit in einen natürlichen Gegensatz zur Differentiellen Psychologie zu setzen, die sich mit Personenunterschieden beschäftigt. In der Tat könnte es dem Studienanfänger so vorkommen, als wenn in den beiden Teilfächern eine ganz und gar unterschiedliche Psychologie betrieben würde. Im einen Fall – der Kognitiven Psychologie – mag es so erscheinen, als wenn fein zisierte Theorien über Detailfunktionen postuliert werden, die in sehr ausgetüftelten, aber maximal alltagsfernen Experimenten überprüft werden. Im anderen Fall – der Differentiellen Psychologie – würde eine vergleichbare Karikatur zeigen, dass recht pragmatisch (soll heißen: mit Papier-und-Blei-

stift-Verfahren, mit denen häufig Selbstauskünfte der Probanden abgefragt werden) Variationen auf groben Dimensionen wie Extraversion (versus Introversion) oder Neurotizismus (versus emotionale Stabilität) gemessen werden, um sie miteinander oder mit Verhaltensweisen korrelativ in Beziehung zu setzen. Das sind – wie gesagt – Karikaturen und nichts ist einem Verständnis von Psychologie abträglicher, als diesen scheinbaren Gegensatz in der eigenen Gedankenwelt zu verfestigen.

Tatsächlich ergeben sich an der Schnittstelle zwischen diesen beiden Teildisziplinen besonders reizvolle wissenschaftliche Herausforderungen. Leitgedanken sind dabei, (a) wie sich Personenunterschiede als Parameter in kognitionspsychologischen Modellen wieder finden lassen und (b) wie die verschiedenen funktionalen Module, die in der Kognitiven Psychologie postuliert werden, sich zu einem Gesamt in individueller Nuancierung zusammenfügen, so dass wir von Persönlichkeitsausprägungen sprechen können.

Der erste Leitgedanke ist dabei der einfacher zu erklärende; auf ihn wollen wir uns hier beschränken. Er fokussiert auf das Verhältnis von Kognitiver Psychologie und Differentieller Psychologie, also dem Teilgebiet, das sich bevorzugt mit individuellen Unterschieden beschäftigt, die an Alltagspsychologie¹⁰ anknüpfen, sich dann aber reliabel und valide messen lassen, sich kurzum als brauchbar und nützlich bei der Vorhersage von Verhalten erwiesen haben. Bei diesem Bereich wird gern zwischen Leistungsdimensionen (insbesondere Intelligenz) und Persönlichkeitsdimensionen (zum Beispiel die sogenannten *Big Five: Extraversion, Neurotizismus, Gewissenhaftigkeit, Offenheit und Verträglichkeit*) unterschieden. An beiden großen Teilbereichen lässt sich das Zusammenspiel von Kognitiver Psychologie und Differentieller Psychologie zeigen; wir haben hier exemplarisch die Leistungsdimension gewählt.

Kognitive Psychologie und Leistungsdimensionen

Die Geschichte der Intelligenzforschung begann mit einem Forschungsprogramm, das aus heutiger Sicht schon wie ein Tête-à-tête von Kognitiver Psychologie und Differentieller Psychologie aussieht (vgl. zum Folgenden Fancher, 1985; Sternberg, 1990): Francis Galton versuchte, Unterschiede in der geistigen Leistungsfähigkeit auf Leistungsvariationen in sehr einfachen, teilweise an heutige Experimentalanordnungen der Kognitiven Psychologie erinnernde Messungen von Reaktionszeit und Wahrnehmungsschärfe zurückzuführen.

¹⁰ Dieser Ausdruck ist nicht (negativ) wertend gemeint. Er besagt lediglich, dass der Ausgangspunkt Differentieller Psychologie häufig Personenunterschiede sind, wie sie in der Alltagssprache beschrieben werden.

Dieser Gedanke wurde insbesondere von James McKeen Cattell weiter ausgearbeitet. Die Resultate waren enttäuschend: Die Zusammenhänge zwischen den verschiedenen „Tests“ und die Zusammenhänge der „Test“-Ergebnisse zu externen Kriterien (Studien-Noten) waren sehr niedrig und unterstützten nicht die Annahme, dass eine einheitliche „breite“ Dimension der Intelligenz gemessen würde. Zunächst wurde dieser Weg somit als Sackgasse angesehen.

Der Beginn der zunächst fruchtbareren Linie der Intelligenzforschung wird in der Regel in den Bemühungen Binets gesehen, pragmatisch einfach handhabbare und „augenschein-valide“ Testaufgaben zu konstruieren, die zum Beispiel helfen, Einschulungsfragen („Wird dieses Kind in der Regelschule überfordert sein?“) zu beantworten. Diese pragmatische „psychometrische“ Tradition führte zur Entwicklung der gängigen Intelligenztests, die sehr verlässlich Unterschiede in der geistigen Leistungsfähigkeit messen. Die große Kontroverse dieser Tradition von Intelligenzforschung – die Frage nach der Struktur von Intelligenz – scheint inzwischen auch etwas abgekühlt zu sein: Es wird in der Regel anerkannt, dass es Sinn machen kann, Personen auf *einer* Dimension der Intelligenz zu unterscheiden; meist spricht man dann vom g-Faktor. Gleichzeitig wird in der Regel anerkannt, dass man Personen ein Profil von „Intelligenzen“ zuordnen kann, im einfachsten Fall (nur um ein Beispiel zu nennen) die Messwerte auf den Dimension „numerische Intelligenz“ (d. h. den Umgang mit Zahlen bzw. abstrakten Symbolsystemen betreffend), „figurale Intelligenz“ (d. h. den Umgang mit bildhaft-figuralen Mustern) und „sprachliche Intelligenz“ (d. h. den Umgang mit sprachlichem Material betreffend). Dieser scheinbare Widerspruch löst sich dadurch auf, dass die „Teil“-Intelligenzen gerade so hoch positiv miteinander korrelieren, dass zwar statistisch deutliche Profile möglich sind, aber gleichwohl die Rede vom g-Faktor sinnvoll bleibt.

Die psychometrische Tradition hat hervorragende Tests hervorgebracht, die sehr zuverlässig Intelligenz messen. Diese Tests können Schulerfolg oder berufliche Erfolge in gewissem Maße vorhersagen. Nachdem dies geschafft ist, kann nun die Frage, die am Anfang der Intelligenzforschung von Galton und Cattell aufgeworfen wurde, wieder neu gestellt werden: Was verbirgt sich hinter Intelligenzunterschieden auf der Ebene des „Kognitiven Apparates“? Wissenschaftler, die diese Frage stellen, können nun individuelle Unterschiede, die in Paradigmen der Kognitiven Psychologie gefunden werden, mit Ergebnissen aus Intelligenztests in Verbindung bringen.

Insbesondere ein theoretisches Konzept scheint hier Erfolg versprechend: die *Arbeitsgedächtniskapazität*. Es wird in praktisch allen Ansätzen zum Arbeitsgedächtnis unterstellt, dass die Menge der gedanklichen Einheiten, die

parallel in Denkvorgängen aktiviert sein können, begrenzt ist und dass es hierbei individuelle Unterschiede gibt. Diese Unterschiede können zum Beispiel mit den so genannten *storage-&-processing*-Aufgaben gemessen werden.

Storage-&-processing-Aufgaben bestehen immer aus zwei Teilaufgaben. Zum Beispiel müssen in einer Variante (der *operation-span*-Aufgabe) fortlaufend einfache arithmetische Gleichungen auf Richtigkeit geprüft werden: $(5 - 1) \times 2 = 8$? Neben der Gleichung steht ein Wort; die Zusatzaufgabe ist, dieses Wort zu merken. Nach einer variablen Anzahl von Durchgängen (in der Regel zwei bis sieben) erscheint ein „?“ statt einer neuen Gleichung. Dies ist das Signal für den Teilnehmer, alle Wörter seit dem letzten Fragezeichen wiederzugeben. Die Wiedergabeleistung variiert zwischen Personen und diese Leistungsunterschiede korrelieren mit Intelligenzunterschieden (vgl. Unsworth, Redick, Heitz, Broadway & Engle, 2009).

Was hat man hierdurch gewonnen? Intelligenzunterschiede werden zurückgeführt auf einen Parameter in einem kognitionspsychologisch definierten Modul. Es geht um quantitative Unterschiede in einer einfachen Aufgabe, die jedermann im Prinzip bewältigen kann. Intelligenztests haben demgegenüber eher die Charakteristik, dass Aufgaben qualitativ in ihrer Schwierigkeit im Testverlauf steigen. Es entspricht unserem Alltagskonzept von Intelligenz, dass bestimmte Aufgaben nicht mehr von jedem gelöst werden können. Zugabe: auch die Test zur Arbeitsgedächtniskapazität sind vergleichsweise komplexer als andere Experimentalparadigmen der Kognitiven Psychologie. Es bedarf noch weiterer Forschung, um die basalen Prozesse herausfinden, die hier zu Leistungsunterschieden führen (z. B. Oberauer, Süß, Wilhelm, & Wittmann, 2003).

7.5 Rechtspsychologie

Die Rechtspsychologie ist ein weit ausdifferenziertes Feld, in dem alle Teildisziplinen der Psychologie im Rahmen von Gerichtsverfahren, im Rahmen der Erforschung von Kriminalität (Entstehung, Aufdeckung, Prävention) und im Rahmen der Behandlung von Straftätern genutzt werden. Ein Teilgebiet ist aber so eng mit der Kognitiven Psychologie verbunden, dass man geradezu von Angewandter Kognitiver Psychologie sprechen kann: das Gebiet der Zeugenaussagenpsychologie. Zeugenaussagenpsychologie ist Gedächtnispsychologie und alle Prinzipien, die in der grundständigen Gedächtnispsychologie erforscht wurden und erforscht werden, finden sich auch in der Zeugenaussagenpsychologie. Allerdings haben sich durch die spezifischen Fragestellungen

dieses Gebietes neue Aspekte auch für die grundständige Gedächtnispsychologie ergeben. Zudem ist dieses Gebiet dadurch gekennzeichnet, dass die Untersuchungen sich in ihrem Aufbau und den gewählten Materialien stärker an der „Realitätsabbildung“ orientieren als die üblichen Gedächtnisexperimente. Das heißt, es werden Filme oder Dia-Sequenzen genutzt, die ein später zu erinnerndes Ereignis zeigen. Um einem Missverständnis vorzubeugen: Dies macht die Zeugenaussagen-Psychologie nicht zu einer besseren Gedächtnispsychologie. Diese Wahl der Untersuchungsmaterialien ergibt sich aus der spezifischen Fragestellung heraus. Sie hat auch ihre Schwächen, da hierdurch häufig Befunde an einzelnen Ereignissen gewonnen werden. Zudem haben wir ja darauf hingewiesen, dass die typischen Experimente nicht direkt einen Realitätsausschnitt korrespondieren wollen.

Wir wollen hier beispielhaft einen zentralen Punkt der Zeugenaussagenpsychologie herausgreifen (vgl. umfassender Lindsay, Ross, Read & Toglia, 2007; Toglia, Read, Ross & Lindsay, 2007).

Der Falschinformationseffekt

Im Zentrum der Zeugenaussagenpsychologie steht die Frage nach der *Veridikalität* der Aussage, also danach, ob sie das zu bezeugende Ereignis und die dazugehörigen Details der Realität entsprechend wiedergibt. Daher kam recht früh die Frage auf, in welchem Maße diese Aussagen verfälscht werden können. Der Kasten *Der Fall Donald Thomson* informiert über einen besonders irritierenden Fall.

Der Fall Donald Thomson

Der Australier Donald Thomson wurde eines Tages zu einer Vernehmung geladen, mit dem begründeten Verdacht, dass er eine Frau vergewaltigt habe. Die Begründung bestand darin, dass er sehr präzise von der Frau beschrieben wurde. Donald Thomson konnte sehr gelassen mit diesem Vorwurf umgehen: Er war zum Zeitpunkt der Tat in einem Fernsehstudio. Er hatte gerade ein Live-Interview darüber gegeben, wie man sich am besten an Gesichter erinnert und dabei sein eigenes Bild als Anschauungsmaterial verwendet – Donald Thomson ist Gedächtnispsychologie mit einem Schwerpunkt in der Zeugenaussagenpsychologie. Der Fall ließ sich offenbar soweit klären, dass das Vergewaltigungsopfer kurz vor der Tat die Sendung gesehen hatte und eine fatale Quellenverwechslung (vgl. Kap. 5.1) beging, als sie später die Identität des

Täters beschreiben sollte. (Der Fall ist in Read, Tollestrup, Hammersley, McFadzen & Christensen, 1990, und Schacter, 1996, beschrieben.)

Es hat sich in kontrollierten Studien glücklicherweise herausgestellt, dass *derartige* Personenverwechslungen nicht ganz einfach zu produzieren sind. Ross, Ceci, Dunning und Toglia (1994) führten eine Studie durch, bei der die Probanden einen Film mit 10 Einzelszenen (zwischen 30 und 90 Sekunden lang) sahen, die in einer Schule spielten. In der letzten Szene sitzt eine Lehrerin in einer Cafeteria und setzt sich neben einen Mann, der ihr (unbemerkt von der Besitzerin) Geld aus der Geldbörse stiehlt. Die entscheidende experimentelle Variation betraf eine Szene in der Mitte des Films. Sie zeigte entweder einen männlichen Lehrer, der dem Täter ein wenig ähnlich sah, oder an seiner Stelle eine Lehrerin (als Kontrollbedingung). Danach sollten die Versuchsteilnehmer in einer Fotoreihe (von fünf Bildern) den Täter identifizieren. War nur das Bild des Unschuldigen, aber nicht das des Täters in der Reihe, war die Fehlidentifikation des Unschuldigen sehr hoch. Die Rate der Fehlidentifikationen war immer noch recht hoch, selbst wenn neben dem Bild des Unschuldigen auch das des Täters in der Fotoreihe war. Die Frage war, worauf diese Fehlidentifikationen beruhten. War es ein Vertrautheitseffekt (vgl. Kap. 5.1), eine Quellenkonfusion (wie im Fall Donald Thomson) – oder etwa eine bewusste Schlussfolgerung: Hatten die Teilnehmer möglicherweise während des Betrachtens des Filmes aufgrund der Ähnlichkeit gemeint, der Lehrer aus der mittleren Szene sei identisch mit dem Täter? In der Tat deuteten Nachbefragungen darauf hin. Wies man in einem weiteren Experiment die Teilnehmer explizit darauf hin, dass in den beiden Szenen verschiedene Personen zu sehen waren, verschwand der Fehlidentifikationseffekt (d. h. es wurde nicht häufiger auf den Unschuldigen in der Fotoreihe gezeigt, wenn man ihn im Film schon gesehen hatte).

Das grundlegende Experimentalparadigma zu der Frage der Verfälschbarkeit ist das sogenannte *Falschinformationsparadigma*; es wurde von Loftus und Kollegen (Loftus, 1975; Loftus, Miller, & Burns, 1978; Loftus & Palmer, 1974) vorgestellt. Es besteht aus drei Elementen; wir illustrieren dies mit einer eigenen Studie (Jaschinski & Wentura, 2002): Zunächst werden Versuchsteilnehmer zum Zeugen eines Ereignisses. In der Regel wird dieses Ereignis als Diasequenz oder als Videofilm gezeigt. In der Beispielstudie war dies

ein etwa 10-minütiger Ausschnitt aus einem Spielfilm, in dem ein Überfall einer Gruppe von Männern auf ein Bürogebäude gezeigt wird, in dem Drogen lagern. Entscheidend ist der zweite Schritt: Den Teilnehmern wird unter einem Vorwand falsche Information über Details des Ereignisses gegeben. Bei Jaschinski und Wentura wurden die Teilnehmer einem vermeintlichen Gedächtnistest unterzogen. Ihnen wurde ein Blatt gegeben, auf dem die einzelnen Teilszenen in zufälliger Reihenfolge beschrieben wurden; die Aufgabe war, die Teilszenen in die richtige Reihenfolge zu bringen („Szenen-Sequenz-Test“). Für jeden Teilnehmer waren vier Details falsch (z. B. *Ein Mann, der eine blaue Wollmütze trägt, geht eine Straße entlang. Er setzt eine Plastikmaske auf. Die Mütze war tatsächlich schwarz.*) Der dritte Teil besteht aus dem eigentlichen Gedächtnistest: Es werden eine ganze Reihe von Details abgefragt, darunter auch die entscheidenden (*Welche Farbe hat die Mütze des Mannes, der zuerst zu sehen ist?*). Es zeigt sich, dass die Anzahl richtiger Antworten für die Details, zu denen „falsch-informiert“ wurde, bedeutsam niedriger ist als diejenige für die Kontrolldetails.

Dieser Effekt wurde in der Anfangszeit sehr polarisiert diskutiert. Loftus selbst tendierte zu einer Interpretation, nach der die Gedächtnisspur durch die Falschinformation modifiziert wird (z. B. in Loftus, 1975): In der extremsten Form bedeutet diese Interpretation für unser Beispiel, dass aufgrund der Falschinformation ein späterer Abruf das Bild des Mannes mit blauer (statt schwarzer) Mütze evoziert. Auf der anderen Seite kann man den Effekt in gewisser Weise trivialisieren, zumindest in der Hinsicht, dass er gar nichts über Gedächtnisverzerrungen aussagt: Man erinnert sich nicht mehr an jedes Detail aus dem Film, hat aber möglicherweise eine gute Erinnerung an die korrespondierende Beschreibung aus der Zwischenphase. Falls man dieser Information nicht misstraut (warum sollte man?) wird man diese Information im Test wiedergeben (vgl. McCloskey & Zaragoza, 1985). Diese Kritik bezog sich vor allem auf die allerersten Falschinformationsexperimente, bei denen der entscheidende Test in einer Auswahlantwort bestand; übertragen auf unser Experiment: *Welche Farbe ...? schwarz oder blau?* McCloskey und Zaragoza schlugen daher vor, den Test zu modifizieren: *Welche Farbe ...? schwarz oder grün?* Dadurch, dass die Falschinformation nicht mehr als Antwort möglich ist, können nur genuine Gedächtnisprozesse zu einem Effekt führen: Falls die Falschinformation tatsächlich den Zugang zur korrekten Information erschwert, wird die Quote der Teilnehmer, die raten müssen, höher liegen als in der Kontrollbedingung. In der Tat wird der Effekt mit diesem Test kleiner, lässt sich aber noch reliabel nachweisen (vgl. Payne, Toglia & Anastasi, 1994). In unserem Beispielerperiment haben wir – darin Lindsay (1990) fol-

gend – triviale Erklärungen dadurch versucht auszuschließen, dass die Teilnehmer vor dem entscheidenden Gedächtnistest gewarnt wurden: *Achten Sie bitte darauf, dass Sie sich ausschließlich auf den Film beziehen. Sie sollten vermeiden, Ihre Antworten aufgrund des Szenen-Sequenz-Tests zu geben. In diesen Beschreibungen waren vereinzelt Fehler enthalten.* Es trat trotzdem ein bedeutsamer Falschinformationseffekt auf.

Die heute gängige Erklärung des Falschinformationseffektes ist, dass es weder ein trivialer Effekt im Sinne von McCloskey und Zaragoza (1985) ist, aber auch kein „spektakulärer“ Prozess der Gedächtnismodifikation (im Sinne von Loftus, 1975). Es werden eher Quellenkonfusionen und Interferenzen als Haupterklärungen angenommen (vgl. Kap. 5.1). Ayers und Reder (1998) und Walther und Blank (2004) geben jeweils Überblicke und integrative Theorien.



Weiterführende Literatur

Zur Philosophie des Geistes bietet Pauen (2005) eine Einführung. Eine Diskussion der Theorieebenen der Psychologie findet sich bei Brandtstädter (1991). Eine Übersicht über Themen des Feldes *Cognition & Emotion* erhält man durch Dalgleish und Power (1999) sowie Klauer und Musch (2003). Einführungen in die *social cognition*-Forschung bieten die Bände von Bless, Fiedler und Strack (2004) und Strack und Förster (2009). Wer sich umfassend über das Gebiet der Zeugenaussagenpsychologie informieren möchte, sei auf das zweibändige *Handbook of Eyewitness Psychology* (Lindsay et al., 2007; Toglia et al., 2007) verwiesen. Die Frage nach individuellen Differenzen in kognitiven Prozessen betrifft so viele Bereiche, dass man nicht – wie etwa bei der *social cognition* – von einem leidlich scharf konturierten Gebiet sprechen kann. Gleichwohl gibt der Editionsband von Gruszka, Matthews und Szymura (2010) einen guten Eindruck.

8

Die Kognitive Psychologie und das menschliche Bewusstsein

Ein Thema haben wir verschiedentlich gestreift, aber weitgehend vermieden: das menschliche Bewusstsein. Es ist das vermutlich größte Rätsel der Wissenschaft, das – man muss es sagen – von der Psychologie des 20. Jahrhunderts weitgehend außen vor gelassen wurde, auch von der Kognitiven Psychologie. Wie kann man sich wissenschaftlich-objektiv diesem zutiefst subjektiven Erlebenszustand nähern? Der Philosoph Thomas Nagel hat in seinem berühmt gewordenen Aufsatz *Wie ist es, eine Fledermaus zu sein?* (1974) einen Kunstgriff angewandt, um die Dimension des Problems deutlich zu machen. Fledermäuse sind Säugetiere und damit recht weit entwickelte Lebewesen. Wir werden ihnen so etwas wie Erlebensqualitäten – wie es *ist*, so ein Wesen so sein – daher nicht absprechen wollen. Auf der anderen Seite ist der Wahrnehmungsapparat von Fledermäusen (die Ortung von Objekten per Ultraschall) so unterschiedlich zu unserem, dass wir zwar verstehen können, wie er funktioniert, aber keine Chance haben, zu empfinden, wie es *ist*, als Fledermaus Objekte zu orten. Nagel spricht hier das sogenannte *Qualia*-Problem an. Qualia sind die Empfindungskategorien, die nur subjektiv zugänglich sind, zum Beispiel Farb-, Geschmacks- oder Schmerzempfindungen. Wie kann man naturwissenschaftlich ergründen, in welchem Verhältnis neuronale Zustände zu Qualia stehen?

Beim Menschen kommt noch spezifisch ein Selbst-Bewusstsein hinzu. Wir erleben uns selbst in einer Kontinuität, die unsere Vergangenheit und Zukunft umschließt, und wir haben die Fähigkeit zum Über-uns-Nachdenken, zur Selbst-Reflektion.

Es hat natürlich seine Gründe gehabt, dass die Kognitive Psychologie zunächst sehr zurückhaltend bei dem Thema war. Man wollte zum einen objektivierbare empirische Resultate, zum anderen galt insbesondere für die Kognitive Psychologie, dass man den funktionalen Apparat „unterhalb“ der Ebene der bewusst erlebenden und handelnden Person verstehen wollte (vgl. dazu Kapitel 7.1). Zumindest in der frühen Phase der Kognitiven Psychologie, als mehr die Nähe zur Computerwissenschaft und der „Künstlichen-

Intelligenz“-Forschung denn zur Neurowissenschaft gesucht wurde, war vielleicht insgeheim eine bestimmte Hoffnung damit verbunden: Wenn man erst einmal einen nach den Erkenntnissen der Kognitiven Psychologie mit viel *Know-how* der Informatik aufgebauten künstlichen Kognitiven Apparat aufgebaut hat, der sich so intelligent verhält, dass sein Tun und Lassen ganz unaufdringlich als begründetes Handeln einer Person gesehen wird, wird sich die Frage nach dem Bewusstsein vielleicht von selbst erledigen.

Diese Haltung hat sich geändert, beginnend in den 80er und 90er Jahren des letzten Jahrhunderts (Bachmann, Breitmeyer, & Ögmen, 2007). Zum Beispiel gibt es seit 1992 eine renommierte Fachzeitschrift, die *Consciousness and Cognition* heißt (Baars & Banks, 1992) und ein Forum für die empirische Erforschung von Bewusstsein ist. Wir werden im Folgenden keine Theorien des Bewusstseins referieren. Es geht uns vielmehr darum, zu zeigen, welche „Baustellen“ es innerhalb der Kognitiven Psychologie gibt, an denen man mit dem Thema Bewusstsein (und assoziierten Themen) konfrontiert wird und wie dort empirisch-experimentell damit umgegangen wird.

8.1 Unbewusste Informationsverarbeitung

Eine der lange tradierten Legenden aus der Werbebranche ist die Geschichte von James Vicary, der in den späten 50er Jahren des letzten Jahrhunderts behauptete, in einem Kino in New Jersey für eine sechswöchige Testphase die Aufforderungen *Eat Popcorn* und *Drink Coke* während der Filme für eine extrem kurze Zeit auf die Leinwand projiziert zu haben; danach sei der Verkauf von Coca-Cola um 18 Prozent und der von Popcorn um 58 Prozent angestiegen. Vicary gestand später, dass die Studie gar nicht durchgeführt wurde; es gab lediglich die Projektionsmaschine für die extrem kurze Darbietung (Pratkanis, 1992).

Generell kann man sagen, dass es für ein willenloses Wesen in uns, das sich gemäß unbewusster Botschaften steuern lässt, keine Evidenz gibt. Komplexe Botschaften „schmuggeln“ sich mit Sicherheit nicht ein. Das gilt insbesondere für Botschaften, die angeblich auditiv, eingebettet in Musik, vermittelt werden (Greenwald, Spangenberg, Pratkanis & Eskenazi, 1991).

Wenn heutzutage über dieses Thema geforscht wird, orientiert sich die Argumentation an kognitionspsychologischen Begriffen: Die Zugänglichkeit (*accessibility*) von Gedächtniseinträgen kann temporär auch durch zumindest subjektiv unbemerkte Präsentationen gesteigert werden. Wenn es sich dabei

um ein Markenprodukt handelt, das positiv bewertet ist, und die momentane Bedürfnislage den Konsum eines solchen Produkts nahelegt, dann wird die Wahrscheinlichkeit (leicht) steigen, dass diese Marke einer anderen vorgezogen wird. Das ist in etwa der Befund einer relativ aktuellen Studie von Karremans, Stroebe und Claus (2006): Die Autoren machten die Teilnehmer ihrer Experimentalgruppe zunächst durstig, indem sie ihnen ein salziges Bonbon gaben, verbunden mit der Aufgabe, den darauf eingepprägten Buchstaben mit der Zunge zu ertasten. Nach dieser zungenbrecherischen Wahrnehmungsaufgabe ging es weiter zu einer visuellen Entdeckungsaufgabe. Den Teilnehmern wurden Buchstabenketten kurz auf dem Computerbildschirm gezeigt (BBBBBBBBB), bei denen ab-und-an ein Buchstabe klein geschrieben war (z. B. BBBbBBBBB); die Aufgabe war es, über die Durchgänge hinweg die Anzahl der kleinen Buchstaben zu zählen. Jede Kette wurde durch eine gleich lange Kette von „X“-en eingeleitet. Unbemerkt von den Teilnehmern wurde die Kette der „X“-en ganz kurz unterbrochen durch die Präsentation von *Lipton Ice* (für die eine Hälfte der Teilnehmer) oder durch *Npeic Tol* (ein Anagramm von *Lipton Ice*, für die andere Hälfte). In der Tat gaben die Teilnehmer, die den Prime *Lipton Ice* erhalten hatten, bei anschließenden Fragen, ob sie eher zur Wahl von *Lipton Ice Tea* oder einem Mineralwasser namens *Spa Rood* tendierten, häufiger die Eistee-Marke an. Eine Kontrollgruppe, die nicht durstig gemacht wurde, zeigte dagegen keine Unterschiede.

Bermeitinger und Kollegen (2009) gelang eine Replikation und Weiterentwicklung. Sie ließen ihre Teilnehmer ein Computerspiel spielen, angeblich um den Einfluss von Traubenzucker-Konsum auf Konzentration und Leistung erfassen zu können. Dabei durften Traubenzucker-Bonbons zweier Marken in beliebiger Menge konsumiert werden. In das Computerspiel wurde jeweils eines der beiden Markenlogos mehrfach kurz eingeblendet (und sofort mit einer „Maske“ überschrieben). Es zeigte sich, dass das Traubenzucker-Produkt, welches unbewusst eingeblendet wurde, häufiger konsumiert wurde; allerdings galt das nur für diejenigen Teilnehmer, die direkt am Anfang angegeben hatten, besonders müde zu sein.

Die Studien von Karremans et al. (2006) und Bermeitinger et al. (2009) haben den Charme der Untersuchungen der sozialen Kognitionsforschung (vgl. Kap. 73): eingebettet in eine Geschichte, die den wahren Zweck der Untersuchung verschleiert (*coverstory*), wurde die Wirksamkeit sehr kurz und maskiert dargebotener Reize auf das konkrete Konsumverhalten untersucht. Sie sind damit eine wichtige Fortführung und Ergänzung von mehr grundlagenorientierten Experimenten der Kognitiven Psychologie.

Die Studie von Bermeitinger et al. (2009) hat alle Grundelemente dieser inzwischen zahllosen Experimente der Kognitiven Psychologie zur Frage unbewusster Wahrnehmung. Stets wird ein *indirekter Test* mit einem *direkten Test* gekoppelt. Der *indirekte Test* ist der eigentliche Nachweis, dass Reize, die wir nicht bewusst wahrnehmen, Verarbeitungsprozesse auslösen können. In der Studie von Bermeitinger und Kollegen war dies das Computerspiel mit den maskiert eingeblendeten Logos und der abhängigen Variable des entsprechenden Konsums. Der *direkte Test* ist der Nachweis, dass die Teilnehmer tatsächlich nicht bewusst die Reize diskriminieren können. In einem Nachtest wurden die Probanden zunächst über das Einblenden der Markenlogos aufgeklärt; dann wurden Ihnen eine Reihe von Durchgängen gegeben, in denen jeweils entweder das eine oder das andere Logo auf dieselbe Art präsentiert wurde wie während des Computerspiels. Jeder Durchgang schloss mit der offenen Präsentation beider Logos ab und die Teilnehmer sollten entscheiden, welches Logo maskiert gezeigt worden war. Diese Entscheidungen waren auf Zufallsniveau.¹¹

In den mehr grundlagenorientierten Experimenten sind typischerweise indirekter und direkter Test noch mehr vergleichbar als in den beiden beschriebenen Studien. Der indirekte Test ist in der Regel eine Primingaufgabe, grob vergleichbar derjenigen, die wir im Kapitel 2.1 (*Semantisches Priming*) und im Kapitel 7.2 (*Evaluatives Priming*) dargestellt haben: Die Aufgabe der Teilnehmer ist es, offen dargebotene Zielbegriffe zu kategorisieren. Zum Beispiel kann dies die Kategorisierung von positiven und negativen Begriffen nach ihrer Valenz sein (d.h. danach, ob sie positiv oder negativ sind). Kurz davor eingeblendete Prime-Begriffe, die sofort wieder durch eine „Maske“ (in der Regel eine Zufallsbuchstabenfolge) überschrieben werden, beeinflussen die Schnelligkeit und Genauigkeit der Bearbeitung: Stimmt die Valenz des Primes mit der korrekten Antwort auf den Zielbegriff überein, geht es schneller (und weniger fehlerbelastet); ist die Valenz unpassend, ist die Antwort langsamer (und fehlerbelasteter). Der direkte Test besteht darin, dass die Aufgabe wiederholt wird und die Probanden nun gebeten werden zu versuchen, den Prime zu kategorisieren. Ein mögliches Ergebnis ist nun, dass die Teilnehmer im direkten Test nur auf Rate-Niveau arbeiten, während sie im indirekten Test sehr wohl einen Priming-Effekt zeigen. Noch beeindruckender sind sogenannte *doppelte Dissoziationen*: bestimmte experimentelle Manipulationen haben umgekehrte Effekte im direkten und indirekten Test (vgl. Schmidt &

¹¹ Bei einigen wenigen Teilnehmern war die Entscheidung etwas besser als zufällig; das Hauptergebnis war davon aber nicht beeinflusst.

Vorberg, 2006). In diesem Forschungsfeld versucht man also indirekt auszuloten, wozu Bewusstsein dient, indem man möglichst präzise herauszufinden sucht, welche Prozesse ohne Bewusstsein ablaufen.

8.2 Die experimentelle Veränderung phänomenalen Erlebens

Ein Aspekt von Bewusstsein ist das Erleben einer über die Sinnesmodalitäten integrierten Wahrnehmung, in der der eigene Körper aufgrund der stets perfekt korrelierenden Eindrücke der verschiedenen Modalitäten eine klare Einheit bildet, „aus der heraus“ wahrgenommen wird. Dieses Empfinden lässt sich – so weiß man inzwischen – durch vergleichsweise einfache Mittel stören und in erstaunliche Illusionen überführen. Botvinick und Cohen (1998) legten eine Handatrappe (eine Gummihand, *rubber hand*) parallel zur Hand des Versuchsteilnehmers. Die eigene Hand der Personen wurde so verdeckt, dass nur die Gummihand zu sehen war. Dann wurden Gummihand und echte Hand durch Pinsel synchron gestreichelt. Wiederum war es so, dass nur die Pinselbewegung auf der Gummihand zu sehen war, das *spürbare* Streicheln der echten Hand dagegen nicht. Bei den meisten Teilnehmern führt dies nach kurzer Zeit zur Gummihand-Illusion (*rubber hand illusion*): Es ist der phänomenale Eindruck, dass Streicheln in der Gummihand zu verspüren, so als wenn diese zum eigenen Körper gehörte. Diese Illusion tritt nicht auf, wenn asynchron gestreichelt wird. Offenbar werden hier visuelle, taktile und propriozeptive¹² Eindrücke um den Preis integriert, dass die Position des eigenen Armes missdeutet wird. Diese Illusion hat viel Beachtung gefunden (zum Überblick z. B. Makin, Holmes & Ehrsson, 2008).

Noch verblüffender ist eine Studie von Lenggenhager, Tadi, Metzinger und Blanke (2007; vgl. auch Ehrsson, 2007), die ihren Teilnehmern eine Videobrille (mit der dreidimensionale Projektionen möglich waren) aufsetzten und denen die Rückensicht einer Schaufensterpuppe vor Ihnen in etwa zwei Meter Abstand gezeigt wurde. Der eigene Rücken wird (z. B. mit einem Pinsel) gestreichelt; eine entsprechende Streichelbewegung ist bei der Puppe zu sehen. Wenn die Streichelbewegungen synchron sind, berichten die Teilnehmer ein phänomenales Erleben als wenn der Puppenkörper ihr eigener wäre.

Derartige Experimente, bei denen man gezielt perfekt korrelierende Sinneswahrnehmungen erzeugt – bei der eine Modalität unzweifelbar zum eige-

¹² Propriozeption meint die Eigenwahrnehmung von Lage und Position des Körpers im Raum, also hier die Lage des Armes.

nen Körper gehört –, legen nahe, dass phänomenales Selbst-Bewusstsein eng an die Integration der Empfindungen gekoppelt ist. Der Philosoph Thomas Metzinger (2004; 2005) sieht in solchen Phänomenen wichtige Hinweise darauf, wie phänomenales Bewusstsein entsteht und wie man es theoretisch rekonstruieren kann. Er entwickelte die Theorie des phänomenalen Selbst-Modells, dessen erste Stufe eben jene multimodale kohärente Repräsentation des Selbst ist, deren Manipulation wir in den Gummihand- und vor allem den Puppen-Experimenten erleben. Beim menschlichen Bewusstsein kommt aber hinzu, dass Menschen eine Meta-Repräsentation des Selbst haben: Wir erleben die Elemente des phänomenalen Selbstmodells als „zu uns“ gehörig. Metzinger versteht die Rolle der Psychologie dann in folgender Weise: „Psychologie kann man ... in ihrem methodologischen Kern und auf heuristisch sehr fruchtbare Weise als Selbstmodellforschung analysieren: Sie ist eine wissenschaftliche Disziplin, die sich mit dem repräsentationalen Gehalt, dem funktionalen Profil und der neurobiologischen Realisierung des menschlichen Selbstmodells beschäftigt.“ (Metzinger, 2000, S. 321)

8.3 Der freie Wille

Mit unserem Erleben als *eine* Person ist verbunden, dass wir uns als nach *freiem Willen* Handelndem erleben. Es gibt empirische Forschungsprogramme in Psychologie und Neurowissenschaft, die ein (naives) Verständnis von freiem Willen in Frage zu stellen scheinen. Dieses naive Verständnis nimmt (implizit) das Bewusstsein einer Entscheidung als kausal für das gewählte Verhalten an.

Begonnen hat diese Forschung mit den Experimenten von Libet und Kollegen (Libet, Gleason, Wright & Pearl, 1983), die ihre Probanden baten, innerhalb jedes Durchgangs ihrer Studie zu einem frei gewählten Zeitpunkt ihre Finger zu krümmen. Parallel sollten sie eine Art schnell rotierende Uhr beobachten, um möglichst präzise den Zeitpunkt ihrer Entscheidung mitteilen zu können. Zusätzlich wurde mit dem EEG das sogenannte Bereitschaftspotenzial gemessen (von dem man wusste, dass es ein Korrelat solcher Handlungen ist). Das Hauptergebnis war, dass diese EEG-Komponente dem subjektiven Entscheidungszeitpunkt einige Hundert Millisekunden *voranging*. Die maximal mögliche Interpretation wäre, dass ein Verhalten längst kausal initiiert wurde, bevor eine Person meint, dass sie sich nun zu diesem Verhalten entschieden habe. Libets Studien wurden viel zitiert, aber auch deutlich kritisiert

(vgl. Libet, 1985; Miller, Vieweg, Kruize & McLea, 2010). Wir wollen darauf nicht näher eingehen, sondern gleich zu einem aktuelleren Pendant der Studie übergehen, das viel Beachtung fand, auch weil dieses in mehrerlei Hinsicht als Verbesserung der Libet-Studien empfunden wurde.

Soon, Brass, Heinze und Haynes (2008) führten eine fMRT-Studie durch (vgl. Kap. 2.3), bei der sich die Probanden zu einem beliebigen Zeitpunkt innerhalb eines Durchgangs frei entscheiden sollten, ob sie eine linke oder rechte Taste drücken werden. (Im Gegensatz zur Studie von Libet et al., 1983, wurde hier also eine Wahlentscheidung zum Kriterium gemacht.) Um auch hier eine Abschätzung des subjektiven Entscheidungszeitpunktes zu haben, betrachteten die Teilnehmer während des Durchgangs eine Sequenz von Buchstaben, die jeweils für 500 Millisekunden zu sehen waren. Nach dem Tastendruck wurden die zuletzt präsentierten Buchstaben gezeigt und die Person gab an, bei welchem Buchstaben ihre Entscheidung getroffen wurde. (Das „Uhren“-Paradigma von Libet et al. wurde insbesondere als invalide kritisiert.) Das wichtigste Ergebnis war, dass die Aktivität in bestimmten Hirnregionen (Brodman-Areal 10 im frontopolaren Kortex und eine Region im parietalen Kortex) die Entscheidung, ob links oder rechts gedrückt wird, in gewissem Maße vorhersagen konnten. Verblüffend war nicht die Vorhersagequote – sie war mit 60 % zwar besser als der Zufall, aber nicht wirklich beeindruckend –; verblüffend war der zeitliche Abstand: Die prädiktive Hirnaktivität wurde sieben Sekunden vor der phänomenal bewussten Entscheidung gemessen! Rechnet man hinzu, dass die den fMRT-Messungen zu Grunde liegenden Prozesse eher träge sind, kann man eher von zehn Sekunden ausgehen. Da ist zweifelsohne ein interessantes Ergebnis, das aber mitunter überhöht interpretiert wird.

Zum einen geht es hier nur um maximal simple, voraussetzungs- und konsequenzenlose Wahlen in einer langen Sequenz immer gleicher Entscheidungen; ein Alltagspendant wäre, ob ich mir beim nächsten Griff in die Tüte ein grünes oder rotes Gummibärchen wähle. Eine „Überhöhung“ der experimentellen Aufgabe wäre, so zu tun, als ob man die reinste Form einer Entscheidung kreiert hat, in dem Sinne: Wenn sich der mysteriöse, bewusstseinsgebundene freie Wille irgendwo manifestiert, dann doch wohl in dieser Situation! Demgegenüber könnte man einwenden, dass der freie Wille hier als Zufallsgenerator konzipiert wird und sich nun herausstellt, dass er ein schlechter Zufallsgenerator ist, da sich sein Ergebnis in gewissem Maße vorhersagen lässt. Bekannt ist aber – so würde man bei dieser Kritik fortfahren –, dass das Produzieren von Sequenzen, die Zufallssequenzen ähneln,

eine kognitiv hoch fordernde Aufgabe ist (z. B. Bourke, Duncan, & Nimmo-Smith, 1996).¹³

Bedenken sollte man, dass wir bei wirklich wichtigen Entscheidungen unseres Lebens seit jeher akzeptieren, dass der Entscheidungsprozess allenfalls zum Teil durch bewusstes Nachdenken begleitet wird. „Schlaf doch noch mal drüber!“ wird als Rat gegeben. Zugegeben, erst in jüngerer Zeit wird ernsthaft untersucht, ob solche Phasen des „Nicht-daran-Denkens“ hilfreich bei Entscheidungen sind (Dijksterhuis & Aarts, 2010), aber allein, dass wir dies als Möglichkeit angesehen haben, zeigt, dass unser Alltagsbegriff von freiem Willen etwas anders funktioniert als in manchen Deutungen der oben genannten Experimente unterstellt wird.

Zum anderen wird – wie schon gesagt – ein eher naives Verständnis von freiem Willen durch solche Ergebnisse attackiert. Nach diesem naiven Verständnis scheint der freie Wille so etwas wie eine Kausalität außerhalb der Naturgesetze zu sein. Meint man aber, eine in diesem Sinne nicht-naive Sicht auf den freien Willen zu benötigen – weil man an die Lückenlosigkeit naturgesetzlicher Abläufe glaubt – so hat man nicht erst seit Libets Studien Probleme! Nur wenige würden doch bestreiten, dass hinter Entscheidungen auf einer anderen Sprach- oder Betrachtungsebene Hirn-Prozesse stecken. Die Philosophie bemüht sich daher seit langem, begrifflich eine Koexistenz von naturgesetzlichen Vorgängen und dem Konzept des freien Willens zuzulassen (vgl. z. B. Bieri, 2001; Dennett, 1986). Man kann hier mit den Sprachebenen argumentieren, wie sie Dennett (1987) einführt (vgl. Kap. 7.1). Der Begriff des freien Willens hat einen festen Platz in der Sprache der personalen Psychologie, die mit der intentionalen Haltung (*intentional stance*) arbeitet: *Betrachte ein komplexes System als ein intentionales System, das rational handelt, gegeben eine bestimmte Menge von Zielen und Überzeugungen!* Wir rechnen einer Person eine Handlung als frei gewählt zu, wenn sie nicht unter Zwang stand, wenn sie zurechnungsfähig war oder wenn es nicht andere Begründungen gibt, die die Handlung gar nicht als Handlung, sondern als versehentliches Verhalten erscheinen lassen. Speziell unser Rechtssystem baut auf dieser Art der Interpretation auf. Zurechnungsfähigkeit, Fahrlässigkeit, Heimtücke sind Begriffe, die um das Konzept des freien Willens („Er hätte auch anders handeln kön-

¹³ Wir wollen nicht verschweigen, dass diese Kritik etwas unfair wäre, da bei der „Freie-Wille“-Studie die Teilnehmer ausdrücklich instruiert waren, die von ihnen produzierte Sequenz von Links-rechts-Entscheidungen nicht auf „Zufälligkeit“ zu überwachen. Letzteres ist das kognitiv Anstrengende. Gleichwohl muss man bei der letztlich recht geringen Vorhersagequote aber doch daran denken, dass Teilnehmer mit unterschiedlichen Strategien an die Sache herangingen.

nen!“) kreisen und es näher erläutern. Diese Sprache ist die Basis unseres Zusammenlebens und sie ist nicht wesentlich dadurch verändert worden, dass die gängige Auffassung seit dem großen Erfolg der Naturwissenschaften ist, dass man den Menschen auch als Organismus betrachten kann, der lückenlos nach den Gesetzen von Physik, Chemie, Biologie funktioniert. Das Rätsel des Zusammenspiels der Ebenen bleibt.



Weiterführende Literatur

Kiefer (2008) gibt eine sehr gute Einführung in psychologische Forschung zum Bewusstsein. Wer sich umfassender mit der Philosophie des Bewusstseins beschäftigen möchte, sei auf den Editionsband von Metzinger (1995) verwiesen. Bachmann und Kollegen (2007) haben ein (kleines) Lexikon von experimentellen Phänomen zusammengestellt, die mit Bewusstsein zu tun haben. Metzinger (2009) gibt eine leicht lesbare Einführung in seine Theorie.

Literaturverzeichnis

- Abelson, R. P. (1981). Psychological status of the script concept. *American Psychologist*, 36, 715–729.
- Allport, D. A. (1987). Selection for action: Some behavioral and neurophysiological considerations of attention and action. In H. Heuer & A. F. Sanders (Eds.), *Perspectives on perception and action* (pp. 395–419). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Anderson, J. R. (1974). Retrieval of propositional information from long-term memory. *Cognitive Psychology*, 6, 451–474.
- Anderson, J. R. (1983). *The architecture of cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Anderson, J. R., Bothell, D., Byrne, M. D., Douglass, S., Lebiere, C. & Qin, Y. (2004). An integrated theory of the mind. *Psychological Review*, 111, 1036–1060.
- Ansorge, U. & Leder, H. (2011). *Wahrnehmung und Aufmerksamkeit*. Wiesbaden: Springer-VS.
- Atkinson, R. C. & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In K. W. Spence & J. T. Spence (Eds.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 2) (pp. 89–195). London: Academic Press.
- Ayers, M. S. & Reder, L. M. (1998). A theoretical review of the misinformation effect: Predictions from an activation-based memory model. *Psychonomic Bulletin & Review*, 5, 1–21.
- Baars, B. J. & Banks, W. P. (1992). On returning to consciousness. *Consciousness and Cognition*, 1, 1–2.
- Bachmann, T., Breitmeyer, B. G. & Ögmen, H. (2007). *Experimental phenomena of consciousness* (Rev. ed.). New York: Oxford University Press.
- Baddeley, A. (1992). Is working memory working? The fifteenth Bartlett Lecture. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology A: Human Experimental Psychology*, 44A, 1–31.
- Baddeley, A. (1993). Working memory or working attention? In A. Baddeley & L. Weiskrantz (Eds.), *Attention: Selection, awareness, and control. A tribute to Donald Broadbent* (pp. 152–170). Oxford: Clarendon Press.
- Baddeley, A. (2003). Working memory: Looking back and looking forward. *Neuroscience*, 4, 829–839.
- Baddeley, A., Eysenck, M. W. & Anderson, M. C. (2009). *Memory*. Hove, UK: Psychology Press.
- Baddeley, A., Gathercole, S. & Papagno, C. (1998). The phonological loop as a language learning device. *Psychological Review*, 105, 158–173.

- Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. Oxford: Clarendon Press.
- Baddeley, A. D. (1999). *Essentials of human memory*. Hove, UK: Psychology Press.
- Bar-Haim, Y., Lamy, D., Pergamin, L., Bakermans-Kranenburg, M. J. & van Ijzen-doorn, M. H. (2007). Threat-related attentional bias in anxious and nonanxious individuals: A meta-analytic study. *Psychological Bulletin*, 133, 1–24.
- Barsalou, L. W. (2008). Grounded cognition. *Annual Review of Psychology*, 59, 617–645.
- Begg, I. & Denny, J. P. (1969). Empirical reconciliation of atmosphere and conversion interpretations of syllogistic reasoning errors. *Journal of Experimental Psychology*, 81, 351–354.
- Bermeitinger, C., Goelz, R., Johr, N., Neumann, M., Ecker, U. K. H. & Doerr, R. (2009). The hidden persuaders break into the tired brain. *Journal of Experimental Social Psychology*, 45, 320–326.
- Biederman, I. (1987). Recognition-by-components: A theory of human image understanding. *Psychological Review*, 94, 115–147.
- Biederman, I. (1995). Visual object recognition. In S. F. Kosslyn & D. N. Osherson (Eds.). (Eds.), *An invitation to cognitive science (2nd edition, Vol. 2)* (pp. 121–165). Cambridge, MA: MIT Press.
- Biederman, I. & Cooper, E. E. (1991). Priming contour-deleted images. Evidence for intermediate representation in visual object recognition. *Cognitive Psychology*, 23, 393–419.
- Bieri, P. (2001). *Das Handwerk der Freiheit. Über die Entdeckung des eigenen Willens*. München: Hanser.
- Bless, H., Fiedler, K. & Strack, F. (2004). *Social cognition. How individuals construct social reality*. Hove: Psychology Press.
- Bless, H. & Schwarz, N. (1998). Context effects in political judgement: assimilation and contrast as a function of categorization processes. *European Journal of Social Psychology*, 28, 159–172.
- Botvinick, M. & Cohen, J. (1998). Rubber hands 'feel' touch that eyes see. *Nature*, 391, 756–756.
- Bourke, P. A., Duncan, J. & Nimmo-Smith, I. (1996). A general factor involved in dual-task performance decrement. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49A, 525–545.
- Brandtstädter, J. (1991). Psychologie zwischen Leib und Seele: Einige Aspekte des Bewußtseinsproblems. *Psychologische Rundschau*, 42, 66–75.
- Brauer, M., Wasel, W. & Niedenthal, P. (2000). Implicit and explicit components of prejudice. *Review of General Psychology*, 4, 1–22.
- Brosch, T., Pourtois, G. & Sander, D. (2010). The perception and categorisation of emotional stimuli: A review. *Cognition and Emotion*, 24, 377–400.
- Brosch, T. & Sharma, D. (2005). The role of fear-relevant stimuli in visual search: A comparison of phylogenetic and ontogenetic stimuli. *Emotion*, 5, 360–364.
- Bruce, V., Green, P. R. & Georgeson, M. A. (2003). *Visual perception. Physiology, psychology, and ecology (4th. Ed.)*. Hove, UK: Psychology Press.

- Bruno, N., Bernardis, P. & Gentilucci, M. (2008). Visually guided pointing, the Müller-Lyer illusion, and the functional interpretation of the dorsal-ventral split: Conclusions from 33 independent studies. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 32, 423–437.
- Bruno, N. & Franz, V. H. (2009). When is grasping affected by the Müller-Lyer illusion? A quantitative review. *Neuropsychologia*, 47, 1421–1433.
- Buchner, A. & Brandt, M. (2008). Gedächtniskonzeptionen und Wissensrepräsentationen. In J. Müsseler (Ed.), *Allgemeine Psychologie* (S. 428–464). Heidelberg: Spektrum.
- Buchner, A. & Wippich, W. (2000). On the reliability of implicit and explicit memory measures. *Cognitive Psychology*, 40, 227–259.
- Bundesen, C. (1990). A theory of visual attention. *Psychological Review*, 97, 523–547.
- Bundesen, C. (1998). Visual selective attention: Outlines of a choice model, a race model and a computational theory. *Visual Cognition*, 5, 287–309.
- Buñuel, L. (1985). *Mein letzter Seufzer. Erinnerungen*. Frankfurt/Main: Ullstein.
- Burgund, E. D. & Marsolek, C. J. (2000). Viewpoint-invariant and viewpoint-dependent object recognition in dissociable neural subsystems. *Psychonomic Bulletin & Review*, 7, 480–489.
- Cohen, N. J., Poldrack, R. A. & Eichenbaum, H. (1997). Memory for items and memory for relations in the procedural/declarative memory framework. *Memory*, 5, 131–178.
- Collins, A. M. & Quillian, M. R. (1969). Retrieval time from semantic memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 8, 240–247.
- Cowan, N. (1988). Evolving conceptions of memory storage, selective attention, and their mutual constraints within the human information-processing system. *Psychological Bulletin*, 104, 163–191.
- Cowan, N. (1995). *Attention and memory: An integrated framework*. New York: Oxford University Press.
- Cowan, N. (1999). An embedded-processes model of working memory. In A. Miyake & P. Shah (Eds.), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (pp. 62–101). Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Craik, F. I. M. & Lockhart, R. S. (1972). Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 11, 671–684.
- Curran, T. (2000). Brain potentials of recollection and familiarity. *Memory & Cognition*, 28, 923–938.
- Dalgleish, T. & Power, M. J. (Eds.). (1999). *Handbook of cognition and emotion*. Chichester, UK: Wiley.
- De Vega, M., Glenberg, A. M. & Graesser, A. C. (Eds.). (2008). *Symbols and embodiment. Debate on meaning and cognition*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Dennett, D. (1986). *Ellenbogenfreiheit: die wünschenswerten Formen von freiem Willen*. Frankfurt/Main: Hain.

- Dennett, D. (1987). *The intentional stance*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Dennett, D. C. (1984). Cognitive wheels: The frame problem of AI. In C. Hookaway (Ed.), *Minds, machines and evolution* (pp. 129–151). Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Devine, P. G. (1989). Stereotypes and prejudice: Their automatic and controlled components. *Journal of Personality and Social Psychology*, 56, 5–18.
- Diamond, R. & Carey, S. (1986). Why faces are and are not special: An effect of expertise. *Journal of Experimental Psychology: General*, 115, 107–117.
- Diekelmann, S. & Born, J. (2010). The memory function of sleep. *Nature Reviews Neuroscience*, 11, 114–126.
- Dijksterhuis, A. & Aarts, H. (2010). Goals, attention, and (un)consciousness. *Annual Review of Psychology*, 61, 467–490.
- Dörner, D. (1981). Über die Schwierigkeiten menschlichen Umgangs mit Komplexität. *Psychologische Rundschau*, 32, 163–179.
- Dörner, D. (1989). *Die Logik des Mißlingens: Strategisches Denken in komplexen Situationen*. Reinbek: Rowohlt.
- Doyle, D. & Walker, R. (2001). Curved saccade trajectories: Voluntary and reflexive saccades curve away from irrelevant distractors. *Experimental Brain Research*, 139, 333–344.
- Duncan, J. (1984). Selective attention and the organization of visual information. *Journal of Experimental Psychology: General*, 113, 501–517.
- Eagly, A. H. & Chaiken, S. (1993). *The psychology of attitudes*. Fort Worth, TX: Harcourt Brace.
- Ecker, U. K. H., Zimmer, H. D. & Groh-Bordin, C. (2007). Color and context: An ERP study on intrinsic and extrinsic feature binding in episodic memory. *Memory & Cognition*, 35, 1483–1501.
- Ehrsson, H. H. (2007). The experimental induction of out-of-body experiences. *Science*, 317, 1048.
- Eisenführ, F., Weber, M. & Langer, T. (2010). *Rationales Entscheiden* (5. Aufl.). Heidelberg: Springer.
- Engelkamp, J. (1998). *Memory for actions*. Hove, UK: Psychology Press.
- Engelkamp, J. & Zimmer, H. D. (2006). *Lehrbuch der Kognitiven Psychologie*. Göttingen: Hogrefe.
- Englich, B. & Mussweiler, T. (2001). Sentencing under uncertainty: Anchoring effects in the court room. *Journal of Applied Social Psychology*, 31, 1535–1551.
- Ericsson, K. A. & Lehmann, A. C. (1996). Expert and exceptional performance: Evidence of maximal adaptation to task constraints. *Annual Review of Psychology*, 47, 273–305.
- Eysenck, M. W. & Keane, M. T. (2010). *Cognitive psychology: A student's handbook* (6th Ed.). Hove, UK: Psychology Press.
- Fancher, R. E. (1985). *The intelligence mean: makers of the IQ controversy*. New York: Norton & Co.

- Fazio, R. H. (1986). How do attitudes guide behavior? In R. M. Sorrentino & E. T. Higgins (Eds.), *The handbook of motivation and cognition: Foundations of social behavior* (pp. 204–243). New York: Guilford.
- Fazio, R. H., Jackson, J. R., Dunton, B. C. & Williams, C. J. (1995). Variability in automatic activation as an unobtrusive measure of racial attitudes: a bona fide pipeline? *Journal of Personality and Social Psychology*, 69, 1013–1027.
- Fazio, R. H. & Olson, M. A. (2003). Implicit measures in social cognition research: Their meaning and uses. *Annual Review of Psychology*, 54, 297–327.
- Fazio, R. H., Sanbonmatsu, D. M., Powell, M. C. & Kardes, F. R. (1986). On the automatic activation of attitudes. *Journal of Personality and Social Psychology*, 50, 229–238.
- Fernandez, G., Effern, A., Grunwald, T., Pezer, N., Lehnertz, K., Dümplemann, M., et al. (1999). Real-time tracking of memory formation in the human rhinal cortex and hippocampus. *Science*, 285, 1582–1585.
- Fisher, R. P. & Schreiber, N. (2007). Interview protocols for improving eyewitness memory. In M. P. Toglia, J. D. Read, D. F. Ross & R. C. L. Lindsay (Eds.), *The handbook of eyewitness psychology, Vol I: Memory for events* (pp. 53–80). Mahwah, NJ Erlbaum.
- Fodor, J. A. (1975). *The language of thought*. New York: Crowell Press.
- Folk, C. L. & Remington, R. (2006). Top-down modulation of preattentive processing: Testing the recovery account of contingent capture. *Visual Cognition*, 14, 445–465.
- Folk, C. L., Remington, R. W. & Johnston, J. C. (1992). Involuntary covert orienting is contingent on attentional control settings. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18, 1030–1044.
- Folk, C. L., Remington, R. W. & Wright, J. H. (1994). The structure of attentional control: Contingent attentional capture by apparent motion, abrupt onset, and color. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20, 317–329.
- Fox, E., Lester, V., Russo, R., Bowles, R. J., Pichler, A. & Dutton, K. (2000). Facial expressions of emotion: Are angry faces detected more efficiently. *Cognition & Emotion*, 14, 61–92.
- Friedman, N. P. & Miyake, A. (2004). The relations among inhibition and interference control functions: A latent-variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133, 101–135.
- Gardner, H. (1989). *Dem Denken auf der Spur*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Gauthier, I., Tarr, M. J., Anderson, A. W., Skudlarski, P. & Gore, J. C. (1999). Activation of the middle fusiform 'face area' increases with expertise in recognizing novel objects. *Nature Neuroscience*, 2, 568–573.
- Gelman, S. A. & Coley, J. D. (1990). The importance of knowing a dodo is a bird: Categories and inferences in 2-year-old children. *Developmental Psychology*, 26, 796–804.

- Gerdes, A. B. M., Alpers, G. W. & Pauli, P. (2008). When spiders appear suddenly: Spider-phobic patients are distracted by task-irrelevant spiders. *Behaviour Research and Therapy*, 46, 174–187.
- Gibson, J. J. (1950). *The perception of the visual world*. Boston, MA: Houghton Mifflin.
- Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Boston, MA: Houghton Mifflin.
- Gigerenzer, G. (1991). From tools to theories: A heuristic of discovery in cognitive psychology. *Psychological Review*, 98, 254–267.
- Gigerenzer, G. (1996). On narrow norms and vague heuristics: A reply to Kahneman and Tversky. *Psychological Review*, 103, 592–596.
- Gigerenzer, G. & Goldstein, D. G. (1996). Reasoning the fast and frugal way: Models of bounded rationality. *Psychological Review*, 103, 650–669.
- Gigerenzer, G. & Hoffrage, U. (1995). How to improve Bayesian reasoning without instruction: Frequency formats. *Psychological Review*, 102, 684–704.
- Gigerenzer, G., Hoffrage, U. & Kleinbölting, H. (1991). Probabilistic mental models: A Brunswikian theory of confidence. *Psychological Review*, 98, 506–528.
- Gigerenzer, G. & Todd, P. M. (1999). *Simple heuristics that make us smart*. New York: Oxford University Press.
- Godden, D. R. & Baddeley, A. D. (1975). Context-dependent memory in two natural environments: On land and underwater. *British Journal of Psychology*, 66, 325–331.
- Goldstein, D. G. & Gigerenzer, G. (2002). Models of ecological rationality: The recognition heuristic. *Psychological Review*, 109, 75–90.
- Goldstein, E. B. (2008). *Wahrnehmungspsychologie (7. Auflage)*. Heidelberg: Spektrum.
- Goodale, M. A. & Milner, A. D. (2004). *Sight unseen*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Grainger, J. & Whitney, C. (2004). Does the human mind read words as a whole? *Trends in Cognitive Sciences*, 8, 58–59.
- Greenwald, A. G. & Banaji, M. R. (1995). Implicit social cognition: Attitudes, self-esteem, and stereotypes. *Psychological Review*, 102, 4–27.
- Greenwald, A. G., Klinger, M. R. & Schuh, E. S. (1995). Activation by marginally perceptible („subliminal“) stimuli: Dissociation of unconscious from conscious cognition. *Journal of Experimental Psychology: General*, 124, 22–42.
- Greenwald, A. G., McGhee, D. E. & Schwartz, J. L. K. (1998). Measuring individual differences in implicit cognition: The Implicit Association Test. *Journal of Personality and Social Psychology*, 74, 1464–1480.
- Greenwald, A. G., Spangenberg, E. R., Pratkanis, A. R. & Eskenazi, J. (1991). Double-blind tests of subliminal self-help audiotapes. *Psychological Science*, 2, 119–122.
- Gregory, R. L. (2005). The Medawar Lecture 2001 – Knowledge for vision: vision for knowledge. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences*, 360, 1231–1251.

- Greve, W. & Wentura, D. (1997). *Wissenschaftliche Beobachtung. Eine Einführung* (2. korrigierte Auflage). Weinheim: PVU.
- Griffiths, D., Dickinson, A. & Clayton, N. (1999). Episodic memory: What can animals remember about their past? *Trends in Cognitive Sciences*, 3, 74–80.
- Griggs, R. A. & Cox, J. R. (1982). The elusive thematic-materials effect in Wason's selection task. *British Journal of Psychology*, 73, 407–420.
- Grossberg, S. (1987). Competitive learning: From interactive activation to adaptive resonance. *Cognitive Science*, 11, 23–63.
- Grossi, G. (2006). Relatedness proportion effects on masked associative priming: An ERP study. *Psychophysiology*, 43, 21–30.
- Gruber, T. (2011). *Gedächtnis*. Wiesbaden: Springer-VS.
- Gruszka, A., Matthews, G. & Szymura, B. (Eds.). (2010). *Handbook of individual differences in cognition*. New York: Springer.
- Haffenden, A. M. & Goodale, M. A. (1998). The effect of pictorial illusion on prehension and perception. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 10, 122–136.
- Hansen, C. H. & Hansen, R. D. (1988). Finding the face in the crowd: An anger superiority effect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 54, 917–924.
- Harley, T. A. (2008). *The Psychology of Language* (3rd Ed.). Hove, UK: Psychology Press.
- Herrnstein, R. J. & Murray, C. (1994). *The bell curve: Intelligence and class structure in American life*. New York: Free Press.
- Hillstrom, A. P. & Yantis, S. (1994). Visual motion and attentional capture. *Perception & Psychophysics*, 55, 399–411.
- Hintzman, D. L. (1986). „Schema abstraction“ in a multiple-trace memory model. *Psychological Review*, 93, 411–428.
- Hintzman, D. L. (2011). Research strategy in the study of memory: Fads, fallacies, and the search for the „coordinates of truth“. *Perspectives on Psychological Science*, 6, 253–271.
- Hoeks, B. & Levelt, W. J. (1993). Pupillary dilation as a measure of attention: A quantitative system analysis. *Behavior Research Methods, Instruments & Computers*, 25, 16–26.
- Hommel, B. (1998). Event files: Evidence for automatic integration of stimulus-response episodes. *Visual Cognition*, 5, 183–216.
- Hommel, B. (2004). Event files: Feature binding in and across perception and action. *Trends in Cognitive Sciences*, 8, 494–500.
- Hommel, B., Müsseler, J., Aschersleben, G. & Prinz, W. (2001). The Theory of Event Coding (TEC): A framework for perception and action planning. *Behavioral and Brain Sciences*, 24, 849–937.
- Horstmann, G. & Bauland, A. (2006). Search asymmetries with real faces: Testing the anger-superiority effect. *Emotion*, 6, 193–207.
- Hummel, J. E. & Biederman, I. (1992). Dynamic binding in a neural network for shape recognition. *Psychological Review*, 99, 480–517.

- Hunt, R. R. & Einstein, G. O. (1981). Relational and item-specific information in memory. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, 20, 497–514.
- Hutton, S. B. & Ettinger, U. (2006). The antisaccade task as a research tool in psychopathology: A critical review. *Psychophysiology*, 43, 302–313.
- Jacoby, L. L., Kelley, C., Brown, J. & Jasechko, J. (1989). Becoming famous overnight: Limits on the ability to avoid unconscious influences of the past. *Journal of Personality and Social Psychology*, 56, 326–338.
- Jacoby, L. L., Woloshyn, V. & Kelley, C. (1989). Becoming famous without being recognized: Unconscious influences of memory produced by dividing attention. *Journal of Experimental Psychology: General*, 118, 115–125.
- Jaschinski, U. & Wentura, D. (2002). Misleading postevent information and working memory capacity: An individual differences approach to eyewitness memory. *Applied Cognitive Psychology*, 16, 223–231.
- Johnson-Laird, P. N. (1989). Mental models. In M. I. Posner (Ed.), *Foundations of cognitive science* (pp. 469–499). Cambridge, MA: MIT Press.
- Johnson-Laird, P. N. & Byrne, R. M. J. (1991). *Deduction*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum
- Johnson, M. K., Hashtroudi, S. & Lindsay, D. S. (1993). Source monitoring. *Psychological Bulletin*, 114, 3–28.
- Jonides, J. & Yantis, S. (1988). Uniqueness of abrupt visual onset in capturing attention. *Perception & Psychophysics*, 43, 346–354.
- Jungermann, H., Pfister, H.-R. & Fischer, K. (1998). *Die Psychologie der Entscheidung. Eine Einführung*. Heidelberg: Spektrum.
- Jungermann, H., Pfister, H.-R. & Fischer, K. (2010). *Die Psychologie der Entscheidung. Eine Einführung* (3. Aufl.). Heidelberg: Spektrum.
- Kahneman, D., Slovic, P. & Tversky, A. (1982). *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Kahneman, D. & Tversky, A. (1972). Subjective probability: A judgment of representativeness. *Cognitive Psychology*, 3, 430–454.
- Kahneman, D. & Tversky, A. (1979). Prospect theory: An analysis of decision under risk. *Econometrica*, 47, 263–291.
- Kane, M. J., Bleckley, M. K., Conway, A. R. A. & Engle, R. W. (2001). A controlled-attention view of working-memory capacity. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130, 169–183.
- Kane, M. J. & Engle, R. W. (2000). Working-memory capacity, proactive interference, and divided attention: Limits on long-term memory retrieval. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 26, 336–358.
- Kanwisher, N., McDermott, J. & Chun, M. M. (1997). The fusiform face area: A module in human extrastriate cortex specialized for face perception. *The Journal of Neuroscience*, 17, 4302–4311.

- Karremans, J. C., Stroebe, W. & Claus, J. (2006). Beyond Vicary's fantasies: The impact of subliminal priming and brand choice. *Journal of Experimental Social Psychology*, 42, 792–798.
- Kiefer, M. (2008). Bewusstsein. In J. Müsseler (Ed.), *Allgemeine Psychologie* (S. 154–188). Heidelberg: Spektrum.
- Knoblich, G. & Öllinger, M. (2006). Einsicht und Umstrukturierung beim Problemlösen. In J. Funke (Ed.), *Denken und Problemlösen (Enzyklopädie der Psychologie, Band C/II/8)* (S. 1–85). Göttingen: Hogrefe.
- Kohler, I. (1951). Über Aufbau und Wandlungen der Wahrnehmungswelt: Insbesondere über ‚bedingte Empfindungen‘. *Sitzungsberichte der Österreichischen Akademie der Wiss., Phil.-hist. Kl.*, 227, 7–118.
- Kunda, Z. (1999). *Social cognition. Making sense of people*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Labov, W. (1973). The boundaries of words and their meanings. In C.-J. N. Bailey & R. W. Shuy (Eds.), *New ways of analyzing variation in English*. Washington, DC: Georgetown University Press.
- Lenggenhager, B., Tadi, T., Metzinger, T. & Blanke, O. (2007). Video ergo sum: Manipulating bodily self-consciousness. *Science*, 317, 1096–1099.
- Levine, M. W. (2000). *Fundamentals of sensation and perception*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Libet, B. (1985). Unconscious cerebral initiative and the role of conscious will in voluntary action. *Behavioral and Brain Sciences*, 8, 529–566.
- Libet, B., Gleason, C. A., Wright, E. W. & Pearl, D. K. (1983). Time of conscious intention to act in relation to onset of cerebral activity (readiness-potential). *Brain*, 106, 623–642.
- Linden, D. E. J., Kallenbach, U., Heinecke, A., Singer, W. & Goebel, R. (1999). The myth of upright vision. A psychophysical and functional imaging study of adaptation to inverting spectacles. *Perception*, 28, 469–481.
- Lindsay, D. S. (1990). Misleading suggestions can impair eyewitnesses' ability to remember event details. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 16, 1077–1083.
- Lindsay, R. C. L., Ross, D. F., Read, J. D. & Toglia, M. P. (Eds.). (2007). *Handbook of eyewitness psychology, Vol. 2: Memory for people*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Loftus, E. F. (1975). Leading questions and the eyewitness report. *Cognitive Psychology*, 7, 560–572.
- Loftus, E. F., Miller, D. G. & Burns, H. J. (1978). Semantic integration of verbal information into a visual memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 4, 19–31.
- Loftus, E. F. & Palmer, J. C. (1974). Reconstruction of automobile destruction: An example of the interaction between language and memory. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, 13, 585–589.
- Luchins, A. S. (1942). Mechanization in problem solving: The effect of Einstellung. *Psychological Monographs*, 54 (6, whole no. 248).

- Luck, S. J. (2005). *An introduction to the event-related potential technique*. Cambridge, MA: MIT Press.
- MacLeod, C. M., Dodd, M. D., Sheard, E. D., Wilson, D. E. & Bibi, U. (2003). In opposition to inhibition. In B. H. Ross (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 43) (pp. 163–214). New York: Elsevier Science.
- Maier, N. R. F. (1931). Reasoning in humans. II. The solution of a problem and its appearance in consciousness. *Journal of Comparative Psychology*, 12, 181–194.
- Makin, T. R., Holmes, N. P. & Ehrsson, H. H. (2008). On the other hand: Dummy hands and peripersonal space. *Behavioural Brain Research*, 191, 1–10.
- Mandler, G. (1980). Recognizing: The judgment of previous occurrence. *Psychological Review*, 87, 252–271.
- Manktelow, K. (1999). *Reasoning and thinking*. Hove, UK: Psychology Press.
- Marr, D. (1982). *Vision. A computational investigation into the human representation and processing of visual information*. San Francisco, CA: W. H. Freeman.
- Marr, D. & Hildreth, E. (1980). Theory of edge detection. *Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences*, 207, 187–217.
- Mayr, S. & Buchner, A. (2007). Negative priming as a memory phenomenon: A review of 20 years of negative priming research. *Zeitschrift für Psychologie/Journal of Psychology*, 215, 35–51.
- McBeath, M. K., Shaffer, D. M. & Kaiser, M. K. (1995). How baseball outfielders determine where to run to catch fly balls. *Science*, 268, 569–573.
- McCarthy, R. & Wearing, D. (1995). Prisoner of consciousness: a state of just awakening following herpes simplex encephalitis. In R. Campbell & M. A. Conway (Eds.), *Broken memories. Case studies in memory impairment* (pp. 14–30). Oxford: Blackwell.
- McClelland, J. L. & Rumelhart, D. E. (1981). An interactive activation model of context effects in letter perception: Part 1. An account of basic findings. *Psychological Review*, 88, 375–407.
- McCloskey, M. & Zaragoza, M. (1985). Misleading postevent information and memory of events: Arguments and evidence against memory impairment hypotheses. *Journal of Experimental Psychology: General*, 114, 1–16.
- McCloskey, M. E. & Glucksberg, S. (1978). Natural categories: Well defined or fuzzy sets? *Memory & Cognition*, 6, 462–472.
- McGugin, R. W. & Gauthier, I. (2010). Perceptual expertise with objects predicts another hallmark of face perception. *Journal of Vision*, 10, 12.
- McKone, E., Kanwisher, N. & Duchaine, B. C. (2007). Can generic expertise explain special processing for faces? *Trends in Cognitive Sciences*, 11, 8–15.
- McNamara, T. P. (2005). *Semantic priming: Perspectives from memory and word recognition*. New York: Psychology Press.
- Mecklinger, A. (2000). Interfacing mind and brain: A neurocognitive model of recognition memory. *Psychophysiology*, 37, 565–582.

- Medin, D. L. & Schaffer, M. M. (1978). Context theory of classification learning. *Psychological Review*, 85, 207–238.
- Metzinger, T. (2000). Philosophische Perspektiven auf das Selbstbewusstsein: Die Selbstmodell-Theorie der Subjektivität. In W. Greve (Ed.), *Psychologie des Selbst* (S. 317–336). Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Metzinger, T. (2004). *Being no one. The self-model theory of subjectivity*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Metzinger, T. (2005). Précis: Being no one. *Psyche*, 11, 1–35.
- Metzinger, T. (2009). *Der EGO-Tunnel. Eine neue Philosophie des Selbst: Von der Hirnforschung zur Bewusstseinsethik*. Berlin: Bloomsbury.
- Metzinger, T. (Ed.). (1995). *Bewusstsein. Beiträge aus der Gegenwartsphilosophie*. Paderborn: Schöningh.
- Miller, J., Vieweg, P., Kruize, N. & McLea, B. (2010). Subjective reports of stimulus, response, and decision times in speeded tasks: How accurate are decision time reports? *Consciousness and Cognition*, 19, 1013–1036.
- Milner, A. D. & Goodale, M. A. (1995). *The visual brain in action*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Milner, A. D. & Goodale, M. A. (2006). *The visual brain in action (2nd ed.)*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Mishkin, M., Ungerleider, L. G. & Macko, K. A. (1983). Object vision and spatial vision: Two cortical pathways. *Trends in Neurosciences*, 6, 414–417.
- Moors, A. & De Houwer, J. (2006). Automaticity: A theoretical and conceptual analysis. *Psychological Bulletin*, 132, 297–326.
- Morris, C. D., Bransford, J. D. & Franks, J. J. (1977). Levels of processing versus transfer appropriate processing. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, 16, 519–533.
- Müller, H. J. & Krummenacher, J. (2008). Aufmerksamkeit. In J. Müsseler (Ed.), *Allgemeine Psychologie* (2 ed.). Heidelberg: Spektrum.
- Müller, H. J. & Rabbitt, P. M. A. (1989). Reflexive and voluntary orienting of visual attention: Time course of activation and resistance to interruption. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15, 315–330.
- Murphy, G. L. (2002). *The big book of concepts*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Murphy, G. L. & Medin, D. L. (1985). The role of theories in conceptual coherence. *Psychological Review*, 92, 289–316.
- Musch, J. & Klauer, K. C. (Eds.). (2003). *The psychology of evaluation: Affective processes in cognition and emotion*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Müsseler, J. (Ed.). (2008). *Allgemeine Psychologie*. Heidelberg: Spektrum.
- Müsseler, J. & Hommel, B. (1997). Blindness to response-compatible stimuli. *Journal of Experimental Psychology-Human Perception and Performance*, 23, 861–872.
- Nagel, T. (1974). What is it like to be a bat? *The Philosophical Review*, 83, 435–450.
- Neath, I. & Surprenant, A. M. (2003). *Human memory (2nd ed.)*. Belmont, CA: Wadsworth.

- Neath, I. & Surprenant, A. M. (2005). Mechanisms of memory. In K. L. Lamberts & R. L. Goldstone (Eds.), *Handbook of cognition* (pp. 221–238). London: Sage Publications.
- Neely, J. H. (1977). Semantic priming and retrieval from lexical memory: Roles of inhibitionless spreading activation and limited-capacity attention. *Journal of Experimental Psychology: General*, 106, 226–254.
- Neely, J. H., Keefe, D. E. & Ross, K. L. (1989). Semantic priming in the lexical decision task: Roles of prospective prime-generated expectancies and retrospective semantic matching. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 15, 1003–1019.
- Neill, W. T. (2007). Mechanisms of transfer-inappropriate processing. In D. S. Gorfein & C. M. McLeod (Eds.), *Inhibition in cognition* (pp. 63–78). Washington, DC: American Psychological Association.
- Neill, W. T., Valdes, L. A., Terry, K. M. & Gorfein, D. S. (1992). Persistence of negative priming: II. Evidence for episodic trace retrieval. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 18, 993–1000.
- Neumann, O. (1987). Beyond capacity: A functional view of attention. In H. Heuer & A. F. Sanders (Eds.), *Perspectives on perception and action* (pp. 361–394). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Neumann, R. & Seibt, B. (2001). The structure of prejudice: Associative strength as a determinant of stereotype endorsement. *European Journal of Social Psychology*, 31, 609–620.
- Norman, J. (2002). Two visual systems and two theories of perception: An attempt to reconcile the constructivist and ecological approaches. *Behavioral and Brain Sciences*, 25, 73–144.
- Oberauer, K., Süß, H. M., Wilhelm, O. & Wittmann, W. W. (2003). The multiple faces of working memory: Storage, processing, supervision, and coordination. *Intelligence*, 31, 167–193.
- Öhman, A., Flykt, A. & Esteves, F. (2001). Emotion drives attention: Detecting the snake in the grass. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130, 466–478.
- Öhman, A., Lundqvist, D. & Esteves, F. (2001). The face in the crowd revisited: A threat advantage with schematic stimuli. *Journal of Personality and Social Psychology*, 80, 381–396.
- Palmeri, T. J. & Gauthier, I. (2004). Visual object understanding. *Nature Reviews Neuroscience*, 5, 291–303.
- Pascal, B. (1938). *Gedanken*. Leipzig: Dietrich'sche Verlagsbuchhandlung.
- Pashler, H. (Ed.). (1998). *Attention*. Hove, UK: Psychological Press.
- Pauen, M. (2005). *Grundprobleme der Philosophie des Geistes. Eine Einführung* (4. Auflage). Frankfurt/Main: Fischer.
- Paulus, A., Rohr, M., Neuschwander, M., Seewald, M. & Wentura, D. (2011). [Validation Data of the Saarbrücken Emotional Faces Database]. *Unpublished raw data, Saarland University, Germany*.

- Payne, D. G., Tolia, M. P. & Anastasi, J. S. (1994). Recognition performance level and the magnitude of the misinformation effect in eyewitness memory. *Psychonomic Bulletin & Review*, 1, 376–382.
- Peissig, J. J. & Tarr, M. J. (2007). Visual object recognition: Do we know more now than we did 20 years ago? *Annual Review of Psychology*, 58, 75–96.
- Pinker, S. (1997). *How the mind works*. New York: Norton.
- Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32, 3–25.
- Posner, M. I. (Ed.). (2012). *Cognitive neuroscience of attention (2nd. ed.)*. New York: Guilford Press.
- Posner, M. I., Goldsmith, R. & Welton, K. E. (1967). Perceived distance and the classification of distorted patterns. *Journal of Experimental Psychology*, 73, 28–38.
- Posner, M. I. & Keele, S. W. (1968). On the genesis of abstract ideas. *Journal of Experimental Psychology*, 77, 353–363.
- Pratkanis, A. R. (1992). The cargo-cult science of subliminal persuasion. *The Skeptical Inquirer*, 16 (3).
- Prinz, W. (1997). Perception and action planning. *European Journal of Cognitive Psychology*, 9, 129–154.
- Proust, M. (1913/2009). *Auf der Suche nach der verlorenen Zeit*. Frankfurt/Main: Suhrkamp.
- Purcell, D. G., Stewart, A. L. & Skov, R. B. (1996). It takes a confounded face to pop out of a crowd. *Perception*, 25, 1091–1108.
- Pylyshyn, Z. W. (Ed.). (1987). *The robot's dilemma: The frame problem in artificial intelligence*. Norwood, NJ: Ablex.
- Rajaram, S. (1993). Remembering and knowing: Two means of access to the personal past. *Memory & Cognition*, 21, 89–102.
- Rayner, K. & Kliegl, R. (2012). Eye movements and cognitive processes. In *APA handbook of research methods in psychology, Vol 1: Foundations, planning, measures, and psychometrics*. (pp. 413–427). Washington, DC: American Psychological Association.
- Rayner, K., White, S. J., Johnson, R. L. & Liversedge, S. P. (2006). Reading words with jumbled letters. *Psychological Science*, 17, 192–193.
- Read, J. D., Tollestrup, P., Hammersley, R., McFadzen, E. & Christensen, A. (1990). The unconscious transference effect: Are innocent bystanders ever misidentified? *Applied Cognitive Psychology*, 4, 3–31.
- Richter, H., Magnusson, S., Imamura, K., Fredrikson, M., Okura, M., Watanabe, Y., et al. (2002). Long-term adaptation to prism-induced inversion of the retinal images. *Experimental Brain Research*, 144, 445–457.
- Robocup. (2010a). Abgerufen am 28. 12. 2010 von www.wikipedia.de.
- Robocup. (2010b). Abgerufen am 28. 12. 2010 von www.youtube.com.
- Rosch, E. (1975). Cognitive representations of semantic categories. *Journal of Experimental Psychology: General*, 104, 192–233.

- Rosch, E. & Mervis, C. B. (1975). Family resemblances: Studies in the internal structure of categories. *Cognitive Psychology*, 7, 573–601.
- Ross, D. F., Ceci, S. J., Dunning, D. & Toglia, M. P. (1994). Unconscious transference and mistaken identity: When a witness misidentifies a familiar but innocent person. *Journal of Applied Psychology*, 79, 918–930.
- Roth, E. M. & Shoben, E. J. (1983). The effect of context on the structure of categories. *Cognitive Psychology*, 15, 346–378.
- Rothermund, K., Voss, A. & Wentura, D. (2008). Counter-regulation in affective attentional biases: A basic mechanism that warrants flexibility in emotion and motivation. *Emotion*, 8, 34–46.
- Rothermund, K. & Wentura, D. (2004). Underlying processes in the Implicit Association Test (IAT): Dissociating salience from associations. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133, 139–165.
- Rumelhart, D. E., McClelland, J. L. & PDP-Research-Group (Eds.). (1986). *Parallel distributed processing: Vol. 1. Explorations in the microstructure of cognition*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Rumelhart, D. E., Smolensky, P., McClelland, J. L. & Hinton, G. E. (1986). Schemata and sequential thought processes in PDP models. In J. L. McClelland, D. E. Rumelhart & the PDP Research Group (Eds.), *Parallel distributed processing: Explorations in the microstructure of cognition (Vol. 2)* (pp. 7–57). Cambridge, MA: MIT Press.
- Ryan, J. D., Althoff, R. R., Whitlow, S. & Cohen, N. J. (2000). Amnesia is a deficit in relational memory. *Psychological Science*, 11, 454–461.
- Schacter, D. L. (1996). *Searching for memory. The brain, the mind, and the past*. New York: Basic Books.
- Scheibehenne, B. & Bröder, A. (2007). Predicting Wimbledon 2005 tennis results by mere player name recognition. *International Journal of Forecasting*, 23, 415–426.
- Schmidt, T. & Vorberg, D. (2006). Criteria for unconscious cognition: Three types of dissociation. *Perception & Psychophysics*, 68, 489–504.
- Schröger, E. (2011). *Biologische Psychologie*. Wiesbaden: Springer-VS.
- Searle, J. R. (1980). Minds, brains, and programs. *Behavioral and Brain Sciences*, 3, 417–457.
- Serwe, S. & Frings, C. (2006). Who will win wimbledon? The recognition heuristic in predicting sports events. *Journal of Behavioral Decision Making*, 19, 321–332.
- Simon, H. A. (1957). *Administrative behavior. A study of decision-making processes in administrative organization (2nd ed.)*. Oxford, UK: Macmillan.
- Simons, D. J. & Chabris, C. F. (1999). Gorillas in our midst: Sustained inattention blindness for dynamic events. *Perception*, 28, 1059–1074.
- Smith, E. E. & Medin, D. L. (1981). *Categories and concepts*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

- Smith, E. E., Shoben, E. J. & Rips, L. J. (1974). Structure and process in semantic memory: A featural model for semantic decisions. *Psychological Review*, 81, 214–241.
- Smith, E. R. & Queller, S. (2001). Mental representations. In A. Tesser & N. Schwarz (Eds.), *Blackwell handbook of social psychology: Intraindividual processes* (pp. 391–445). Oxford, UK: Blackwell.
- Smolensky, P. (1988). On the proper treatment of connectionism. *Behavioral and Brain Sciences*, 11, 1–74.
- Solso, R. L. & McCarthy, J. E. (1981). Prototype formation of faces: a case of pseudomemory. *British Journal of Psychology*, 72, 499–503.
- Soon, C. S., Brass, M., Heinze, H.-J. & Haynes, J.-D. (2008). Unconscious determinants of free decisions in the human brain. *Nature Neuroscience*, 11, 543–545.
- Spivey, M. (2007). *The continuity of mind*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Spruyt, A., De Houwer, J., Hermans, D. & Eelen, P. (2007). Affective priming of nonaffective semantic categorization responses. *Experimental Psychology*, 54, 44–53.
- Squire, L. R. (2009). The legacy of patient HM for neuroscience. *Neuron*, 61, 6–9.
- Squire, L. R., Stark, C. E. L. & Clark, R. E. (2004). The medial temporal lobe. *Annual Review of Neuroscience*, 27, 279–306.
- Steele, C. M. & Aronson, J. (1995). Stereotype threat and the intellectual test performance of African Americans. *Journal of Personality and Social Psychology*, 69, 797–811.
- Sternberg, R. J. (1990). *Metaphors of mind. Conceptions of the nature of intelligence*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Strack, F. & Förster, J. (2009). *Social cognition. The basis of human interaction*. New York: Psychology Press.
- Strack, F. & Mussweiler, T. (1997). Explaining the enigmatic anchoring effect: Mechanisms of selective accessibility. *Journal of Personality and Social Psychology*, 73, 437–446.
- Stratton, G. M. (1896). Some preliminary experiments on vision without inversion of the retinal image. *Psychological Review*, 3, 611–617.
- Stratton, G. M. (1897a). Vision without inversion of the retinal image. *Psychological Review*, 4, 463–481.
- Stratton, G. M. (1897b). Vision without inversion of the retinal image. *Psychological Review*, 4, 341–360.
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 643–662.
- Styles, E. A. (2006). *The psychology of attention* (2nd. ed.). Hove, UK: Psychology Press.
- Tarr, M. J. & Bülthoff, H. H. (1998). Image-based object recognition in man, monkey and machine. *Cognition*, 67, 1–20.
- Tarr, M. J. & Pinker, S. (1989). Mental rotation and orientation-dependence in shape recognition. *Cognitive Psychology*, 21, 233–282.

- Taylor, S. E., Fiske, S. T., Etcoff, N. L. & Ruderman, A. J. (1978). Categorical and contextual bases of person memory and stereotyping. *Journal of Personality and Social Psychology*, 36, 778–793.
- Theeuwes, J. (1992). Perceptual selectivity for color and form. *Perception & Psychophysics*, 51, 599–606.
- Thompson, P. (1980). Margaret Thatcher: A new illusion. *Perception*, 9, 483–484.
- Tipper, S. P. (1985). The negative priming effect: Inhibitory priming by ignored objects. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology A: Human Experimental Psychology*, 37A, 571–590.
- Toglia, M. P., Read, J. D., Ross, D. F. & Lindsay, R. C. L. (Eds.). (2007). *Handbook of eyewitness psychology, Vol. 1: Memory for events*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Tolman, E. C. (1948). Cognitive maps in rats and men. *Psychological Review*, 55, 189–208.
- Tulving, E. (1993). What is episodic memory? *Current Directions in Psychological Science*, 2, 67–70.
- Tulving, E. (2005). Episodic memory and autoevidence: uniquely human? In H. S. Terrace & J. Metcalfe (Eds.), *The missing link in cognition: origins of self-reflective consciousness*. New York: Oxford University Press.
- Tulving, E., Schacter, D. L. & Stark, H. A. (1982). Priming effects in word-fragment completion are independent of recognition memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 8, 336–342.
- Tversky, A. & Kahneman, D. (1982). Evidential impact of base rates. In D. Kahneman, P. Slovic & A. Tversky (Eds.), *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases* (pp. 153–160). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Ullman, S. (1998). Three-dimensional object recognition based on the combination of views. *Cognition*, 67, 21–44.
- Unsworth, N., Redick, T. S., Heitz, R. P., Broadway, J. M. & Engle, R. W. (2009). Complex working memory span tasks and higher-order cognition: A latent-variable analysis of the relationship between processing and storage. *Memory*, 17, 635–654.
- Waldmann, M. R. (2008). Gedächtniskonzeptionen und Wissensrepräsentationen. In J. Müsseler (Ed.), *Allgemeine Psychologie* (S. 376–427). Heidelberg: Spektrum.
- Walther, E. & Blank, H. (2004). Entscheidungsprozesse im Falschinformationsparadigma: Die Rolle von Unsicherheit, Metakognition und sozialem Einfluss. *Psychologische Rundschau*, 55, 72–81.
- Ward, J. (2006). *The student's guide to cognitive neuroscience*. Hove, UK: Psychology Press.
- Warrington, E. K. & Weiskrantz, L. (1970). Amnesic syndrome: Consolidation or retrieval? *Nature*, 228, 628–630.
- Wason, P. (1966). Reasoning. In B. M. Foss (Ed.), *New horizons in psychology* (pp. 135–151). Harmondsworth, UK: Penguin.

- Webster, M. A. & MacLeod, D. I. A. (2011). Visual adaptation and face perception. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences*, 366, 1702–1725.
- Wentura, D. (1995). *Verfügbarkeit entlastender Kognitionen. Zur Verarbeitung negativer Lebenssituationen*. Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Wentura, D. & Degner, J. (2006). Sozialpsychologie kognitiver Prozesse. In K. Pawlik (Ed.), *Psychologie* (S. 385–396). Berlin: Springer.
- Wentura, D., Kulfanek, M. & Greve, W. (2005). Masked affective priming by name letters: Evidence for a correspondence of explicit and implicit self-esteem. *Journal of Experimental Social Psychology*, 41, 654–663.
- Wentura, D. & Rothermund, K. (2009). Aufmerksamkeit und Gedächtnis. In G. Stemmler (Ed.), *Psychologie der Emotion. (Enzyklopädie der Psychologie, Band C/IV/3)* (S. 205–245). Göttingen: Hogrefe.
- Wentura, D., Rothermund, K. & Bak, P. (2000). Automatic vigilance: The attention-grabbing power of approach- and avoidance-related social information. *Journal of Personality and Social Psychology*, 78, 1024–1037.
- Wittgenstein, L. (1953/2003). *Philosophische Untersuchungen*. Frankfurt/Main: Suhrkamp.
- Yonelinas, A. P. (2002). The nature of recollection and familiarity: A review of 30 years of research. *Journal of Memory and Language*, 46, 441–517.
- Yonelinas, A. P. & Parks, C. M. (2007). Receiver operating characteristics (ROCs) in recognition memory: A review. *Psychological Bulletin*, 133, 800–832.
- Zimmer, H. D. (2001). Why do actions speak louder than words? Action memory as a variant of encoding manipulations or the result of a specific memory system. In H. D. Zimmer, R. L. Cohen, M. J. Guynn, J. Engelkamp, R. Kormi-Nouri & M. A. Foley (Eds.), *Memory for action: A distinct form of episodic memory?* (pp. 151–198). New York: Oxford University Press.

Personenregister

A

Aarts, H 188
Allport, A 90
Alpers, GW 52
Althoff, RR 52
Anastasi, JS 178
Anderson, JR 33, 37 f., 42, 56
Anderson, MC 138
Ansorge, U 81, 99
Aronson, J 165
Aschersleben, G 79
Atkinson, RC 21
Ayers, MS 179

B

Baars, BJ 182
Bachmann, T 182, 189
Baddeley, AD 13, 22, 33–36, 42, 93 f.,
107, 138
Bakermans-Kranenburg, MJ 164
Bak, P 165
Banaji, MR 169
Banks, WP 182
Bar-Haim, Y 164
Barsalou, LW 25, 137
Bauland, A 163
Bayes, T 144
Begg, I 142
Bermeitinger, C 183
Bernardis, P 63
Bibi, U 91
Biederman, I 66–71, 75
Bieri, P 188
Binet, A 174
Blanke, O 185
Bleckley, MK 94
Bless, H 167, 179
Born, J 122

Botvinick, M 185
Bourke, PA 188
Brandt, M 102, 138
Brandtstädter, J 156, 179
Bransford, JD 113
Brass, M 187
Brauer, M 170
Breitmeyer, BG 182
Broadway, JM 175
Bröder, A 149
Brosch, T 163 f.
Brown, J 117
Bruce, V 64, 66 f., 78, 81, 133
Bruno, N 63
Büchel, C 122
Buchner, A 92, 102, 114, 138
Bülthoff, HH 72 f.
Bundesen, C 98
Buñuel, L 101
Burns, HJ 177
Byrne, RMJ 142

C

Carey, S 75, 77
Cattell, JM 173 f.
Ceci, SJ 177
Chabris, CF 12
Chaiken, S 169
Christensen, A 176
Chun, MM 76
Clark, RE 122
Claus, J 183
Clayton, N 123
Cohen, J 185
Cohen, NJ 52, 106, 120
Coley, JD 134
Collins, AM 31
Conway, ARA 94
Cooper, EE 70

Cowan, N 94
 Cox, JR 141 f.
 Craik, FIM 104
 Curran, T 118

D

Dalgleish, T 179
 Degner, J 165 f.
 De Houwer, J 48, 86, 164 f.
 Dennett, D 23 f., 154 f., 159, 170, 188
 Denny, JP 142
 De Vega, M 25, 137
 D. F. 61 f.
 Diamond, R 75, 77
 Dickinson, A 123
 Diekelmann, S 122
 Dijksterhuis, A 188
 Dodd, MD 91
 Dörner, D 150 f.
 Doyle, D 52
 Duchaine, BC 76
 Duncan, J 89 f., 187
 Dunning, D 177
 Dunton, BC 170

E

Eagly, AH 169
 Ecker, UKH 107
 Eelen, P 165
 Ehrsson, HH 185
 Eichenbaum, H 106
 Einstein, GO 106
 Eisenführ, F 152
 Engelkamp, J 55, 106
 Engle, RW 94, 175
 Englich, B 160
 Ericsson, KA 62, 77
 Eskenazi, J 182
 Esteves, F 163
 Etcoff, NL 167
 Ettinger, U 52
 Eysenck, MW 27, 53, 55, 59, 99,
 109, 137 f.

F

Fancher, RE 173
 Fazio, RH 164, 169–171
 Fechner, GT 15
 Fernandez 121
 Fiedler, K 179
 Fischer, K 146, 152
 Fisher, RP 13
 Fiske, ST 167
 Flykt, A 163
 Fodor, JA 21
 Folk, CL 97
 Förster, J 179
 Fox, E 163
 Franks, JJ 113
 Franz, VH 63
 Friedman, NP 94
 Frings, C 149

G

Gais, S 122
 Galton, F 173 f.
 Gardner, H 27
 Gathercole, S 34
 Gauthier, I 73, 77
 Gelman, SA 134
 Gentilucci, M 63
 Georgeson, MA 64
 Gerdes, ABM 52
 Gibson, JJ 77–79, 133
 Gigerenzer, G 144 f., 147 f., 152
 Gleason, CA 186
 Glenberg, AM 25
 Glucksberg, S 128
 Godden, DR 13, 107
 Goebel, R 62
 Goldsmith, R 130
 Goldstein, DG 144, 148
 Goldstein, EB 81
 Goodale, MA 61–63, 82
 Gore, JC 77
 Gorfein, DS 91
 Graesser, AC 25
 Grainger, J 75

Green, PR 64
 Greenwald, AG 165, 169, 171, 182
 Gregory, RL 65
 Greve, W 16, 171
 Griffiths, D 123
 Griggs, RA 141 f.
 Groh-Bordin, C 107
 Grossberg, S 40
 Grossi, G 51
 Gruber, T 138
 Gruszka, A 179

H

Haffenden, AM 63
 Hammersley, R 176
 Hansen, CH 162
 Hansen, RD 162
 Harley, TA 137
 Hashtroudi, S 112
 Haynes, JD 187
 Heinecke, A 62
 Heinze, HJ 187
 Heitz, RP 175
 Hermans, D 165
 Herrnstein, RJ 165
 Hildreth, E 66
 Hillstrom, AP 97
 Hinton, GE 137
 Hintzman, DL 124 f., 132
 H. M. 54 f., 106, 121
 Hoeks, B 52
 Hoffrage, U 145, 147
 Holmes, NP 185
 Hommel, B 79, 81
 Horstmann, G 163
 Hummel, JE 69
 Hunt, RR 106
 Hutton, SB 52

J

Jackson, JR 170
 Jacoby, LL 116 f.
 James, W 15

Jaschinski, U 177
 Jasechko, J 117
 Johnson-Laird, PN 142
 Johnson, MK 112 f.
 Johnson, RL 14
 Johnston, JC 97
 Jonides, J 97
 Jungermann, H 146, 152

K

Kahneman, D 144–147, 152
 Kaiser, MK 78
 Kallenbach, U 62
 Kane, MJ 94
 Kanwisher, N 76
 Kardes, FR 164
 Karremans, JC 183
 Keane, MT 27, 53, 55, 59, 99, 109, 137
 Keefe, DE 37
 Keele, SW 130, 135
 Kelley, C 116 f.
 Kiefer, M 189
 Klauer, KC 179
 Kleinbölting, H 147
 Kliegl, R 52
 Klinger, MR 165
 Knoblich, G 151
 Kohler, I 62, 79, 81
 Kruize, N 186
 Krummenacher, J 99
 Kulfanek, M 171
 Kunda, Z 167

L

Labov, W 128, 130
 Lamy, D 164
 Langer, T 152
 Leder, H 99
 Lehmann, AC 77
 Lenggenhager, B 185
 Levelt, WJ 52
 Levine, MW 60
 Libet, B 186, 188

Linden, DEJ 62
 Lindsay, DS 112, 178
 Lindsay, RCL 176, 179
 Liversedge, SP 14
 Lockhart, RS 104
 Loftus, EF 177–179
 Luchins, AS 151
 Luck, SJ 56
 Lundqvist, D 163

M

Macko, KA 61
 MacLeod, CM 91
 MacLeod, DIA 77
 Maier, NRF 151
 Makin, TR 185
 Mandler, G 124
 Manktelow, K 141, 152
 Marr, D 66, 69, 71
 Marsolek, CJ 73
 Matthews, G 179
 Mayr, S 92
 McBeath, MK 78
 McCarthy, JE 128–130
 McCarthy, R 101
 McClelland, JL 40 f., 73 f., 137
 McCloskey, M 128, 178 f.
 McDermott, J 76
 McFadzen, E 176
 McGhee, DE 171
 McGugin, RW 77
 McKone, E 76 f.
 McLea, B 186
 McNamara, TP 30, 33, 55
 Mecklinger, A 118
 Medin, DL 126, 132 f.
 Mervis, CB 127
 Metzinger, T 185, 189
 Miller, DG 177
 Miller, J 186
 Milner, AD 61 f., 82
 Mishkin, M 61
 Miyake, A 94
 Molaison, HG (H. M.) 54
 Moors, A 48, 86, 164

Morris, CD 113 f.
 Müller, HJ 88, 99
 Murphy, GL 126, 130, 133–135, 138
 Murray, C 165
 Musch, J 179
 Müsseler, J 79, 81, 99
 Mussweiler, T 160

N

Nagel, T 181
 Neath, I 110 f., 138
 Neely, JH 37, 48
 Neill, WT 91 f.
 Neumann, O 90
 Neumann, R 171
 Neuschwander, M 76
 Niedenthal, P 170
 Nimmo-Smith, I 188
 Norman, J 64, 79

O

Oberauer, K 175
 Ögmen, H 182
 Öhman, A 163
 Öllinger, M 151
 Olson, MA 171

P

Palmeri, TJ 73
 Palmer, JC 177
 Papagno, C 34
 Parks, CM 118
 Pascal, B 146
 Pashler, H 99
 Pauen, M 154, 179
 Pauli, P 52
 Paulus, M 76
 Payne, DG 178
 Pearl, DK 186
 Peissig, JJ 66, 71, 73
 Pergamin, L 164

Pfister, HR 146, 152
 Pinker, S 9, 71
 Poldrack, RA 106
 Posner, MI 86–88, 98, 99, 130, 135
 Pourtois, G 163
 Powell, MC 164
 Power, MJ 179
 Pratkanis, AR 182
 Prinz, W 79 f.
 Proust, M 108 f.
 Purcell, DG 163
 Pylyshyn, ZW 23

Q

Queller, S 167 f.
 Quillian, MR 31

R

Rabbitt, PMA 88
 Rajaram, S 118
 Rasch, B 122
 Rayner, K 14, 52
 Read, JD 176
 Reder, ML 179
 Redick, TS 175
 Remington, RW 97
 Richter, H 62
 Rips, LJ 127
 Rohr, M 76
 Rosch, E 127 f.
 Ross, DF 176 f.
 Ross, KL 37
 Roth, EM 131
 Rothermund, K 161 f., 164 f., 172
 Ruderman, AJ 167
 Rumelhart, DE 40 f., 73 f., 137
 Ryan, JD 52

S

Sanbonmatsu, DM 164
 Sander, D 163

Schacter, DL 115, 176
 Schaffer, MM 132
 Scheibehenne, B 149
 Schmidt, T 184
 Schreiber, N 13
 Schröger, E 56
 Schuh, ES 165
 Schwartz, JLK 171
 Schwarz, N 167
 Searle, JR 25, 138
 Seewald, M 76
 Seibt, B 171
 Serwe, S 149
 Shaffer, DM 78
 Sharma, D 163 f.
 Sheard, ED 91
 Shiffrin, RM 21
 Shoben, EJ 127, 131
 Simon, DJ 12
 Simon, HA 147
 Singer, W 62
 Skov, RB 163
 Skudlarski, P 77
 Slovic, P 144, 152
 Smith, EE 126 f.
 Smith, ER 167 f.
 Smolensky, P 39, 42, 137
 Solso, RL 128–130
 Soon, CS 187
 Spangenberg, ER 182
 Spivey, M 137
 Spruyt, A 165
 Squire, LR 54, 122
 Stark, CEL 122
 Stark, HA 115
 Steele, CM 165
 Sternberg, RJ 173
 Stewart, AL 163
 Strack, F 160, 179
 Stratton, GM 62
 Stroebe, W 183
 Stroop, JR 50
 Styles, EA 99
 Surprenant, AM 110 f., 138
 Süß, HM 175
 Szymura, B 179

T

Tadi, T 185
 Tarr, MJ 66, 71–73, 77
 Taylor, SE 167
 Terry, KM 91
 Theeuwes, J 96
 Thompson, P 75
 Thomson, D 176 f.
 Tipper, SP 91 f.
 Todd, PM 147, 152
 Toglia, MP 176–179
 Tollestrup, P 176
 Tolman, EC 18
 Tulving, E 115, 119, 123
 Tversky, A 144–147, 152

U

Ullman, S 72
 Ungerleider, LG 61
 Unsworth, N 175

V

Valdes, LA 91
 van Ijzendoorn, MH 164
 Vicary, J 182
 Vieweg, P 186
 Vorberg, D 184
 Voss, A 164

W

Waldmann, M 130 f., 138
 Walker, R 52

Ward, J 56, 138
 Warrington, EK 114
 Wasel, W 170
 Wason, P 141
 Wearing, C 101
 Wearing, D 101
 Weber, M 152
 Webster, MA 77
 Weiskrantz, L 114
 Welton, KE 130
 Wentura, D 16, 49, 76, 161 f.,
 164–166, 171 f., 177 f.
 White, SJ 14
 Whitlow, S 52
 Whitney, C 75
 Wilhelm, O 175
 Williams, CJ 170
 Wilson, DE 91
 Wippich, W 114
 Wittgenstein, L 127
 Wittmann, WW 175
 Wolfe, JM 96
 Woloshyn, V 116
 Wright, EW 186
 Wright, JH 97
 Wundt, W 15

Y

Yantis, S 97
 Yonelinas, AP 117 f., 123

Z

Zaragoza, M 178 f.
 Zimmer, HD 55, 106 f.

Sachregister

A

Abrufphase 102
Adaptive control of thought-Theorie (ACT-R) 37–39
Adaptive toolbox 147
Additional singleton 96
Aha-Erlebnis 151
Aktivationsausbreitung 31–33, 47 f.
Amnesie 54, 101, 114, 120
Angst-Schema 158, 161 f.
Anteriorer cingulärer Cortex (ACC) 95
Anti-Sakkaden-Paradigma 52
Antworthemmung 94
Arbeitsgedächtnis 33, 36, 42–44, 93 f., 119, 142, 174
Arbeitsgedächtniskapazität 174 f.
Artikulatorischer Kontrollprozess 34 f.
Attentional control setting 97
Aufmerksamkeit 83 f.
 emotionale Reize 162–164
 endogene 86, 88
 exogene 86, 88
 merkmalsbasierte 88 f.
 objekt-basierte 13, 84, 88 f.
 Planen/Kontrollieren 84–86, 93 f., 98 f.
 räumliche 13, 84, 88 f.
 reizgesteuerte 86, 88
 Selektieren 84–86, 88, 90, 94, 99
 Überwachen 84–86, 95, 99
 und Bewusstsein 94
 und Gedächtnis 94
 willentliche 86, 88
Automatische Prozesse 47 f., 84, 86, 94–96, 162, 164 f.
Axon 60

B

Basisratenfehler 144 f.

Bayes-Theorem 144 f.
Behaltensphase 102
Behaviorismus 16, 19
Bewusstsein 16, 83, 101, 123, 125, 181 f., 185
Blickbewegung 52
 und Aufmerksamkeit 52
 und Gedächtnis 52
Blickbewegungsmessung 14
BOLD-Effekt 53
Bottom up-Prozesse 64, 74
Bounded rationality (Eingeschränkte Rationalität) 147
Butcher-in-the-bus-Anekdote 124

C

CGL 60
Chiasma opticum 60
Chinesisches Zimmer 25, 138
Cognition & Emotion 162
Cognitive Neuroscience 26 f., 160
Common coding 79–81
Computer 17 f.
Computermetapher 18, 24, 66
Computersimulation 38 f.
Context reinstatement 13
Corpus geniculatum laterale (CGL) 60
Crossmodale Aufmerksamkeit 98
Cuing-Paradigma 87, 97

D

Denken
 deduktiv 139 f., 142
 induktiv 139
 unter neuen Gegebenheiten 149
 unter Sicherheit 140
 unter Unsicherheit 143

Design stance 159
 D. F. (Patientin) 61 f.
 Differentielle Psychologie 172 f.
 Direkter Test (Wahrnehmung) 184
 Dissoziation 62 f., 184
 Distinktheit 106, 108, 112
 Doppelaufgaben-Paradigma 35
 Dorsaler Pfad 61
 Dorsolateraler präfrontaler Cortex
 (DLPFC) 95

E

EEG-Messung 26, 51, 118, 186
 Eingabe-Ausgabe-Transformationen 21
 Eingeschränkte Rationalität (bounded
 rationality) 147
 Einsicht 151
 Einstellung 169
 Einstellungseffekte (Denken) 151
 Elaboration 104 f.
 Embodiment-Ansatz 25, 137 f.
 Emotionale Reize 95
 Enkodierphase 50, 102
 Enkodierungsspezifität 107 f., 122
 Entscheiden 139 f., 149, 152
 unter Sicherheit 142
 unter Unsicherheit 146
 Episodic retrieval (Negative Priming) 92
 Ereigniskodierung, Theorie der 79
 Ereigniskorrelierte Potentiale (EKP) 51,
 118
 Event files 81
 Exekutive Kontrollfunktionen 94
 Exemplaransatz 130, 132 f., 167
 Experiment (Begriffserläuterung) 45
 Expertise 77

F

Falschinformationseffekt 176–179
 False-fame-Effekt 116
 Familienähnlichkeit 127 f.
 Fehlerrate 44, 47, 49 f., 166
 Fovea 59

Frame-Problem 23, 157
 Free recall 103
 Freier Abruf (free recall) 103
 Freier Wille 186–188
 Funktionale Fixierung 151
 Funktionale Haltung (design stance) 159
 Funktionale Herangehensweise 15, 19,
 26 f., 31, 65, 84 f., 99, 101, 120, 159 f.,
 173, 181
 Funktionelle Magnetresonanztomographie
 (fMRT) 53
 Funktionsorientierte Theorien 32, 35, 83

G

Ganglienzellen 58, 60
 Gedächtnis 14
 deklarativ 40, 119–122
 episodisches 54 f., 118–125, 161
 Explizites 115
 Geschmack/Geruch 109
 Implizites 114 f.
 Kontexteffekte 107, 122
 Langzeit (Struktur) 119
 non-deklarativ 119–122
 perzeptuelles 120
 prozedurales 40, 55, 115, 119–122
 semantisch 118–120, 123–125, 130, 138
 semantisches 29, 36
 und Schlaf 121
 Zerfall 110
 Gedächtnisexperiment 50
 Gedächtniskünstler 104
 Gehirn 26 f., 53
 Geometric Icons (Geone) 67
 Geone 67–70, 75
 Gesichterwahrnehmung 75 f.
 Geteilte Aufmerksamkeit 98
 Greebles 77
 Gründe vs. Ursachen 159
 Gyrus fusiformis 76 f.

H

Handeln vs. Erkennen 23 f., 26

Heuristiken 139, 144, 147–149
 Hippocampus 54, 121 f.
 H. M. (Patient) 54 f., 106, 121
 Homunculus 43 f., 47, 66, 79

I

Ideomotorisches Prinzip 80
 Implicit Association Test 171
 implizite Einstellung 169
 Implizite Einstellungsmessung 170 f.
 Inattentional blindness 11 f.
 Indirekter Einstellungsmessung 170 f.
 Indirekter Test (Wahrnehmung) 184
 Inhibition 90 f., 93
 Inneres Nachsprechen 34
 Intelligenz 173–175
 Intentionale Haltung (intentional stance) 155, 157–160, 188
 Intentionales Lernen 102
 Intentional stance 155, 157–160, 188
 Interferenz 92
 Distraktor- 94
 Gedächtnis- 110, 179
 proaktive 94, 112
 retroaktive 112
 Introspektion 16
 Inzidentelles Lernen 103
 IST-Zustand 150
 Item-spezifische Enkodierung 106, 110, 112, 114 f., 121

K

Kantenerkennung 66
 Kategorien 20, 22, 24 f., 73, 125–138, 167
 Ähnlichkeit 126–135
 Exemplar-Ansatz 132 f., 167
 klassischer Ansatz 126
 Prototyp-Ansatz 129–133, 167
 soziale 167 f.
 Theorie-Ansatz 134 f.
 Typikalität 128, 130 f., 133
 Kernspintomograph 53
 Know (vs. Remember) 118

Kognitive Architekturen 37 f.
 Kognitive Neuropsychologie 53 f., 61
 Kognitives Interview 13
 Komplexes Problemlösen 150
 Konditionierung 16
 Konfundierung 46
 Konkavitäten (Objekterkennung) 69
 Konklusion 140, 142
 Konnektionistische Modelle 25
 Konsolidierung 121
 Kontext-Wiederherstellung 13
 Konzepte 126 f.
 Kreativität 152
 Künstliche-Intelligenz-Forschung 19 f., 23, 25
 Kurzzeitgedächtnis 22, 119

L

Language of thought 21
 Langzeitgedächtnis 22
 Leib-Seele-Problem 154, 159
 Lernphase 50, 102
 Lesen 14, 52, 73
 Levels of processing (Verarbeitungstiefe) 103–105, 107, 113
 Lineare Separierbarkeit 131 f.
 Linienerkennung 66
 Logik 139 f., 143

M

Magnozellulärer Pfad 60
 Marsianer-Gedankenexperiment 155
 Mehr-Speicher-Modell des Gedächtnisses 21
 Memorieren 22
 Mentale Landkarte 18
 Mentale Modelle 142
 Mentale Rotation 71
 Mentaler Werkzeugkasten (adaptive toolbox) 147
 Mentalesisch 21
 Metzger-im-Bus-Anekdote 124
 Modul-orientierte Theorien 21

Modus tollens 142
 Motorische Kodierung 79
 Müller-Lyer-Täuschung 62 f.
 Musterergänzung 74, 108 f.

N

N₄₀₀ 51
 Netzhaut (Retina) 58, 60, 66
 Neuronale Erklärungsebene 26 f., 43, 53,
 58, 60, 66 f., 73, 93, 95, 98 f., 181
 neuronale Netzwerke 69
 Neuronale Netzwerke 25
 Neurowissenschaft 19, 26 f., 53, 93
 Nicht-zufällige Eigenschaften (Objekt-
 erkennung) 68 f.
 Nutzen 146 f.

O

Objekterkennung 64–67, 71 f.
 Perspektivenabhängigkeit 71, 73
 Operation-span-Aufgabe 175
 Operatoren 150 f.
 Optische Täuschung 62

P

Paarassoziationslernen 111 f.
 Paradigma 30, 46
 Paradigmenorientierte Theorien 36 f., 92
 Parallel verteilte Modelle 25, 41 f., 137
 Parvozellulärer Pfad 60
 Pfad der visuellen Wahrnehmung 60
 Phonologische Schleife 34 f., 44, 93
 Physical stance 154 f., 158 f.
 Physikalische Einstellung (physical
 stance) 154 f., 158 f.
 Pop out 96, 162 f.
 Positive Teststrategie 160
 Prämissen 140, 142
 Priming
 evaluatives/affektives 164 f., 170, 172,
 184

mediiertes 33
 negatives 91 f.
 semantisches 29 f., 33, 36 f., 44–51, 55,
 184
 Situations- 166, 168
 Wiederholungs- 120
 Prismenbrille 62, 79
 Problemlösen 139, 149, 150, 152
 Problemraum 150
 Produktionssystem 38–40
 Proposition 39
 Propriozeption 185
 Prosopagnosie 77
 Prospect-Theorie 146 f.
 Prototyp 129–133, 167
 Psychophysik 15
 Pupillometrie 52

Q

Qualia 181
 Quantor 142
 Quellengedächtnis 112 f., 176 f., 179

R

Radiatio optica 60
 Randomisierung 46
 Reaktionszeit 36, 45, 47, 49–51, 87 f., 96,
 166, 170, 173
 Rechtspsychologie 175
 Recollection 117 f., 123 f.
 Rekognition 103
 Rekognitionsheuristik 148 f.
 Relationale Enkodierung 106, 112, 114,
 121
 Remember (vs. Know) 117
 REM-Schlaf 122
 Repräsentationen, mentale 17 f., 42, 63,
 101, 166 f.
 Repräsentativitäts-Heuristik 144
 Resonanzprozess 65, 108 f., 157
 Retentionsphase 50, 102
 Retinotop 60
 Rezeptive Felder 60, 66

Robocup 57 f.
 Rubber hand-Illusion 185

S

Sakkaden 59
 Sakkaden-Trajektorie 52
 Same-object-advantage 89 f.
 Schach (als Experimentalaufgabe) 35
 Schema 135 f., 157 f., 161 f., 168 f.
 Sehstrahlung 60
 Selbst, Ich 123, 125, 181, 185
 Selbst-Modell 185
 Semantisches Netzwerk 31–33, 42 f., 47, 138
 Sensorische Kodierung 79
 Sensorische Speicher 22
 Skript 137
 Social cognition 165–170, 179, 183
 SOLL-Zustand 150
 Spatial-cuing-Paradigma 87, 97
 Spiegelzeichnen 55, 107, 115, 119, 122
 Spieltheorie 139
 Spinnenphobie 52
 Spotlight-Metapher 99
 Stäbchen 59, 60
 Stereotypen 165 f.
 Stereotype threat 165
 Storage-&-processing-Aufgaben 175
 Stroop-Aufgabe 50
 Subsymbolische Modelle 24, 38, 40–43, 69, 109
 Subvocal rehearsal 34
 Syllogismus 140
 Symbolische Kodierung 20, 24 f.
 Symbolische Modelle 38 f.

T

Tanaland 150
 Taxi-Szenario 145
 Temporallappen, medial 55, 121 f.
 Testphase 50, 102
 Textur 66, 78

Texturdichtegradient 78
 Thalamus 60
 Thatcher-Illusion 75
 Theorien großer Reichweite 32, 37
 Theorien kleiner Reichweite 32, 36 f., 92
 Theorien mittlerer Reichweite 32 f., 35, 38, 43, 83
 Tiefenelektroden 121
 Top down-Prozesse 65, 74
 Transfer-angemessenes Verarbeiten (transfer-appropriate processing) 113 f.
 Tu-Effekt 106
 Turm von Hanoi 150
 Tur Tur 124

U

Über-Nacht-berühmt-Experiment 116
 Überzeugungen 20, 24, 155 f., 158 f., 188
 Umkehrbrille 62, 79
 Unaufmerksamkeitsblindheit 12
 Unbewusste Informationsverarbeitung 182–185
 Urteilen 139 f., 143, 152

V

Ventraler Pfad 61
 Verarbeitungstiefe (levels of processing) 103–105, 107, 113
 Verfügbarkeits-Heuristik 144
 Vergessen 14
 Vertrautheit (familiarity) 115, 117 f., 123 f., 177
 Visueller Cortex 60 f.
 Visuelle-Suche-Paradigma 95 f., 162–164
 Visuell-räumlicher Notizblock 34 f., 44, 93
 Vorurteil 171 f.

W

Wahrnehmung
 Bewegung 78

erkenntnisleitende Funktion 58, 61, 64
handlungsleitende Funktion 58, 61 f.,
77
ökologischer Ansatz 78
Pfad der visuellen W. 59
Zwei-Pfade-Theorie 61–64, 79, 82
Wasons Selektionsaufgabe 141
Wasserumschütttaufgabe 151
Who-said-what?-Paradigma 167
Wiedererkennen 49, 76, 103, 106, 113,
117 f., 123 f., 128
Worterkennung 73
Wortfragmenttest 114 f.

Z

Zapfen 58–60
Zentrale Exekutive 33, 35, 44, 93 f.
Zero-crossings 66 f.
Zeugenaussagenpsychologie 175 f.
Ziele 7, 11, 150, 155 f., 188
Zugänglichkeit (accessibility) 31, 36, 49,
112, 160, 165, 182
Zwei-Seile-Problem 151