

- Wimmer, M.: Zerfall des Allgemeinen – Wiederkehr des Singulären. Pädagogische Professionalität und der Wert des Wissens. In: Combe, A./Helsper, W. (Hg.): Pädagogische Professionalität. S. 404–447. Frankfurt/M. 1996
- Wimmer, M.: Dekonstruktion der Erziehung. Studien zum Paradoxieproblem in der Pädagogik. Paderborn, 2016, 2. Auflage.
- Winkler, M.: Erziehung. In: Krüger, H.-H./Helsper, W. (Hg.): Einführung in Grundbegriffe und Grundfragen der Erziehungswissenschaft, S. 53–69. Opladen 2004, 6. Aufl., 2010, 9. Aufl.
- Wulf, C.: Einführung in die Anthropologie der Erziehung. Weinheim 2001
- Wulf, C.: Anthropologie. Reinbek 2004
- Wulf, C.: Pädagogische Anthropologie. In: Tenorth/Tippelt (Hg.) 2007, a.a.O. S. 542–545
- Zirfas, J.: Pädagogik und Anthropologie. Stuttgart 2005

## Kapitel 8: Lernen

### • Worum es geht ...

Wie lernt der Mensch? Die Lernpsychologie hat verschiedene Gesetzmäßigkeiten erforscht. Die grundlegenden Lerntheorien – vom Behaviorismus bis zu kognitiven Richtungen – stehen im Mittelpunkt. Lernen wird in der neueren Kognitionspsychologie als Informationsverarbeitung (analog zum Computermodell) verstanden. Doch unter pädagogischem Aspekt ist zu fragen: Ist Lernen nicht auch individuell, selbstgesteuert, entdeckend, problemlösend und sinnhaft? Ansätze der Lerntheorie dazu sowie einige Lernhilfen werden vorgestellt.

### 8.1 Was heißt »Lernen«? – Einordnung von Lerntheorien

Vielleicht sind – nach dem Wort Goethes – deswegen unsere Bildungseinrichtungen »Narrenpossen«, weil sie grundlegende Gesetzmäßigkeiten und Bedingungen des Lernens zu wenig beachten. Die moderne Lernpsychologie hat in der Tat wesentliche Forschungsergebnisse zu präsentieren, aus denen zum Teil direkte Lernhilfen ableitbar sind. (Übersicht über Lerntheorien vor allem bei Gage/Berliner 1996, Edelmann 2012, Seel 2003, Krapp/Weidenmann 2006 sowie Wellenreuther, 2009) Während diese Darstellungen von Lerntheorien *psychologisch* orientiert sind, bemühen sich Göhlich/Zirfas (2007) neuerdings ausdrücklich, den *pädagogischen* Kontext von Lernen herauszuarbeiten. In diesem Zusammenhang wird auch das selbstgesteuerte, individualisierte Lernen immer bedeutsamer (Konrad 2008, Konrad/Traub 2010).

#### Was versteht man unter »Lernen«?

Wir lernen Rad fahren, lesen, eine fremde Sprache, rationales Argumentieren, aber auch Vorurteile, Einstellungen u.v.a. Lernen zu können ist für die Spezies Mensch Bedingung des Überlebens (vgl. anthropologische Grundlagen im Kapitel 7: Erziehung und Bildung).

Nach der klassischen, immer wieder zitierten *Definition von Bower/Hilgard* (1983, 31) bezieht sich Lernen auf »die Veränderung im Verhalten oder im Verhaltenspotential eines Organismus in einer bestimmten Situation, die auf wiederholte Er-

fahrungen des Organismus in dieser Situation zurückgeht ...«. Nicht gemeint sind also angeborene Reaktionstendenzen, wie z.B. Nestbau bei Vögeln, reifungsbedingte Veränderungen, wie z.B. das tiefere Sprechen nach dem Stimmbruch, auch nicht z.B. durch Ermüdung, Triebe oder Rausch bedingte Veränderungen.

Diese Definition umfasst drei zentrale Elemente:

1. Es geht um *Verhalten* – also etwas Beobachtbares, das sich zwischen zwei Zeitpunkten  $t_1$  und  $t_2$  ergeben hat. Auf Veränderungen im Verhaltenspotenzial kann man nur durch Beobachtung von Verhalten (rück)schließen.
2. Die psychologische Richtung, die sich auf das direkt wahrnehmbare Verhalten eines Organismus konzentriert (einer Ratte, einer Taube, eines Schulkindes, eines Wurmes oder eines Lehrers), wird *Behaviorismus* genannt. Diejenigen, die im direkt wahrnehmbaren Verhalten einen Hinweis darauf sehen, was im Gedächtnis eines Menschen vor sich geht, werden *kognitive Psychologen* genannt (Gage/Berliner 1996, 260). Sie wagen den Blick in die »black box« und stellen darüber Theorien auf: kognitive Lerntheorien.
3. *Erfahrung* ist schwer zu definieren. Meist geschieht dies durch Ausgrenzungen: Wer eine halbe Stunde lang 50 Pfund stemmt, wird müde – auch eine Erfahrung, aber kein Lernen. Wer aus dem Hellen in einen dunklen Raum kommt, passt seine Sehfähigkeit den veränderten Lichtverhältnissen an, auch eine Erfahrung, aber nur eine physiologische Veränderung – kein Lernen. Erfahrung ist vielmehr eine (dauerhafte) Verarbeitung von Umweltwahrnehmungen (Weidenmann 2004). Kurzfristige Anpassungen sind noch kein Lernen.

### Lernen und Erziehung

Lernen ist also – anders als »Erziehung« – ein *wertneutraler Begriff*. Es geht um die Kennzeichnung von *Änderungen* (nicht wie beim Erziehungsbegriff um Verbesserungen) menschlicher Verhaltensdispositionen, die durch Verarbeitung von Erfahrungen erklärt werden können.

Lerntheorien lassen sich in zwei große Bereiche einteilen (sehr guter Überblick bei Edelman 2000, 279):

- a) *Behavioristische oder assoziationalistische Lerntheorien*, die alle den Organismus als eine Art »Reiz-Reaktions-Verknüpfungscomputer« sehen (Weidenmann 2004, 996). Ausschlaggebend ist die *Außensteuerung* des Lernens durch Reize.
- b) *Theorien der kognitiven Organisation*. Lernen meint hier Strukturierung durch Vernunft und Einsicht oder aktive Aneignung der Umwelt. Ausschlaggebend ist die *Innensteuerung* durch subjektive kognitive Strukturierungsprozesse. Insgesamt wird hier der Mensch als ein kognitiv konstruierendes Subjekt verstanden. Menschen bilden Hypothesen, verwerfen sie dann wieder, entwickeln kognitive Konzepte und Strukturen, die dann das Handeln steuern (Konrad 2008).

## 8.2 Das klassische Konditionieren (Pawlow)

Die eigentliche Leistung des Russen Iwan P. Pawlow um die Jahrhundertwende und seiner amerikanischen Rezipienten (wie z.B. John B. Watson) war es, zum ersten Mal Ergebnisse der Lernforschung in objektiverer und messbarer Form vorzulegen. Lassen wir den berühmten Pawlowschen Hund noch mal aufbellen.

Bereits beim Anblick von Fleischpulver läuft dem Hund das Wasser im Maul zusammen. Das Fleischpulver wird unkonditionierter (unbedingter) Reiz oder Stimulus (US) genannt. Der Speichelfluss wird als eine natürliche, durch das Nervensystem hervorgerufene Reaktion unkonditionierte (unbedingte) Reaktion genannt (UR). Pawlow ließ nun während der Darbietung des Fleischpulvers regelmäßig einen Ton (Summer oder Glocke) erklingen, genannt konditionierter (bedingter) Reiz (CS = conditioned stimulus). Bald darauf sonderte der Hund bereits Speichel allein auf das Glockenzeichen – ohne Fleischpulverdarbietung – ab. Diese Reaktion wird bedingte Reaktion genannt (CR = conditioned reaction). Aus einem ursprünglich neutralen Reiz (der Glocke) ist durch die raum-zeitliche Nähe zur Futtergabe (ihre mehrfache »Berührung«, genannt Kontiguität) ein bedingter Reiz geworden. Aus der natürlichen Reaktion des Speichelflusses ist eine bedingte (oder konditionierte) Reaktion geworden. Das folgende Schema (in Anlehnung an Edelman 2000) fasst dieses Grundmuster zusammen.

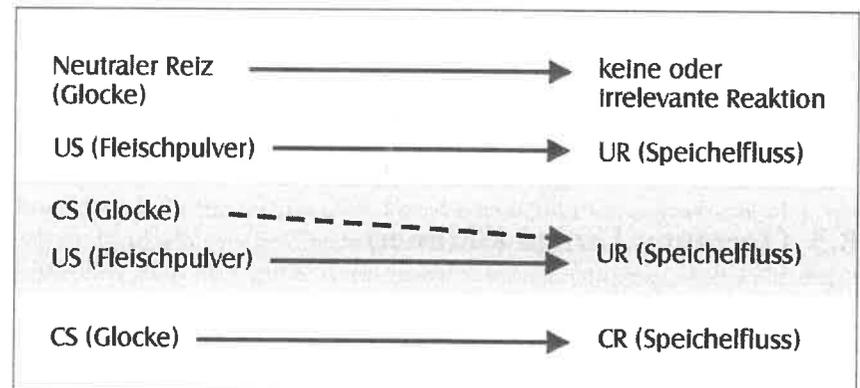


Abb. 22: Schema des Konditionierens (Pawlow)

Auf diese Weise werden auch beim Menschen viele Reize in der Umgebung zu Signalen, die eine bestimmte Reaktion hervorrufen.

*Ein Beispiel:* Ein Kind hat Angst vor weißen Kitteln. Immer wenn der Arzt spritzte, trug er einen weißen Kittel. Der weiße Kittel ruft nach einiger Zeit allein schon unangenehme Gefühle hervor. Der weiße Kittel (ursprünglich ein völlig neutraler Reiz) ist ein bedingter Reiz (oder ein Signal) geworden, der auch ohne Spritze die Angst (bedingte Reaktion) hervorruft. Das Kind hat also eine neue Reiz-Reaktion-Verbindung erworben. Für die Schule lässt sich

z.B. der nachgewiesene Brechreiz mancher Kinder in den ersten Schuljahren in Verbindung mit Prüfungen als bedingter Reflex erklären (Gage/Berliner 1996, 264).

Trotz der sehr begrenzten Reichweite dieses lernpsychologischen Grundmodells lassen sich einfache emotionale Reaktionen wie Erregung, Furcht oder affektive Tönung von Einstellungen im Sinne des klassischen Konditionierens erklären (Skowronek 1991, 185).

### Erweiterungen

Diese Theorie wurde durch zahlreiche Gesichtspunkte beim Aufbau von Reiz-Reaktion-Verbindungen erweitert und differenziert, z.B. durch Phänomene wie *Reizgeneralisierung* (vom weißen Kittel zur weißen Kleidung) oder bedingte Reaktionen *zweiter Ordnung* (Brechreiz infolge der Verkettung mit weiteren neutralen Signalen bei Prüfungssituationen, z.B. ernstes Gesicht der Lehrerin oder des Lehrers, das dann allein schon genügt ...). Auch *Bekräftigungen* im Sinne einer sehr häufigen Kopplung sind wichtig, ebenso wie umgekehrt die *Löschung* (mehrfache Darbietung des bedingten Reizes allein – ohne den unbedingten, also weißer Kittel ohne Spritze, was zum Verschwinden der bedingten Angst führt = Extinktion).

Unter *Gegenkonditionierung* wird die Kopplung z.B. einer Angstreaktion mit einem angenehmen Reiz verstanden (z.B. die Angst vor Kaninchen wird verbunden mit der Darbietung der Lieblingsspeise, wobei die Angst unter der Bedingung aufhört, dass die Reaktion auf den positiven Stimulus Lieblingsspeise stärker ist als die negative Reaktion Angst auf den Stimulus Kaninchen). Insbesondere die Verhaltenstherapie baut zu einem Teil auf solchen Techniken auf. Doch ein Organismus ist nicht nur reaktiv. Er »operiert« auch von sich aus.

## 8.3 Operantes Lernen (Skinner)

Eine wesentliche Erweiterung gewann das Lernen als Reiz-Reaktion-Verbindung durch den amerikanischen Psychologen Skinner. Bei Pawlows Hund erschien der Reiz (z.B. der Glockenton) unabhängig von einer Reaktion. Bei Skinner hingegen wird ein bestimmter Reiz erst dann präsentiert, wenn der Organismus eine bestimmte Reaktion zeigt.

Berühmtes Beispiel dafür ist die Skinner-Box: Eine Futterkugel für die Taube oder die Ratte fällt immer dann in den Käfig, wenn das Tier einen bestimmten Hebel drückt. Der Organismus lernt also, dass sein Verhalten einen bestimmten Effekt hat. Das Tier muss etwas tun, um bestimmte Folgen zu erzielen: daher die Bezeichnung »operant« oder »instrumentell«. Als Erster hatte Thorndike erforscht, wie sich Tiere (z.B. Katzen) durch Versuch und Irrtum (trial and error) den effektiven Reaktionen nähern. Er formulierte die wichtigen Gesetze des Lernens am Erfolg (law of effect) und der Übung, die die Verbindung von Stimulus und

Reaktion (S-R-Verbindung) dauerhaft macht. (S = Stimulus meint hier z.B. das Aufspringen der Käfigtür, R = Response oder Reaktion: das Hebeldrücken, R sollte »gelernt« werden.)

Skinner experimentierte systematisch vor allem mit dem Lernen am Erfolg, dem Lernen durch Verstärkung. Verstärker kann jedes Ereignis sein, das die Auftretenswahrscheinlichkeit eines Verhaltens erhöht. Der Aufbau eines Verhaltens kann auf zwei Arten geschehen: zum einen durch Darbietung einer angenehmen Konsequenz (z.B. durch Futtergabe oder Lob), dies wird *positive Verstärkung* genannt; zum andern durch Entzug einer unangenehmen Konsequenz, dies wird *negative Verstärkung* genannt.

Ein Beispiel: Die Begegnung mit einem aggressiv bellenden Hund hinter einem Zaun löst beim Spaziergänger Angst aus, der Wechsel der Straßenseite entzieht die unangenehme Konsequenz der Angst, das Vermeiden wird belohnt und dadurch in seiner Häufigkeit verstärkt.

Negative Verstärkung darf nicht mit Bestrafung verwechselt werden, denn Strafe führt zu einer bloßen Unterdrückung oder Schwächung eines Verhaltens, ist also gerade kein »Verstärker«! Nicht-Bekräftigung (keine Belohnung, Verstärkung) eines Verhaltens führt zur *Löschung*.

### Erweiterungen

Im Rahmen umfangreicher Verstärkungspläne hat Skinner herausgefunden, dass nicht nur kontinuierliche Bekräftigung, sondern auch die *intermittierende* Verstärkung das konditionierte Verhalten wahrscheinlicher macht (z.B. Futterkugel rollt nur nach jedem dritten Hebeldruck). Intermittierend verstärkte Verhaltensweisen haben sich als außerordentlich resistent gegen Löschung erwiesen (Weidenmann 2004). Neben der von außen gesetzten Verstärkung gibt es auch die *Selbstverstärkung* (die z.B. in der kooperativen Verhaltensmodifikation angewendet wird, wo sich das Kind selbst für gewünschtes Verhalten belohnt).

Schließlich kann man ganze *Verhaltensketten* formen (shaping), wobei alle diejenigen Verhaltenselemente verstärkt werden, die auf dem richtigen Weg zum gewünschten Endverhalten liegen, wobei die einzelnen Verhaltensweisen und die entsprechenden Verstärker in einem Programm festgehalten werden.

*Ein Beispiel:* Ein unregelmäßig zur Schule kommendes Kind soll lernen, regelmäßig die Schule zu besuchen. Der Lehrer bestraft nicht das Fehlen durch Eintragen ins Klassenbuch, sondern begrüßt den Schüler bei Anwesenheit sehr freundlich, jede kleine schulische Leistung wird sofort positiv verstärkt u.a.m. Nach einigen Wochen wird der Schulbesuch regelmäßig. Neuere empirische Untersuchungen zur Wirksamkeit von Bekräftigungen vor allem in der Schule haben allerdings die Vagheit dieses Konzeptes gezeigt: Schüler interpretieren Lob durch Lehrer, setzen es in Beziehung mit ihrer eigenen Bewertung von Leistungen, schätzen die Wirkung des erhaltenen Lobes auf die übrige Klasse ein etc. – mit sehr unterschiedlichen Auswirkungen auf ihr anschließendes Verhalten (Weidenmann 2004).

### Kritik

Die behavioristischen Lerntheorien sind vielfach mit unterschiedlichsten Argumenten kritisiert worden (Bower/Hilgard 1983). Die wichtigsten Einwände sind: Beschränkung auf beobachtbares Verhalten (Black-box-Annahme), überwiegend eingeschränkte Laborbedingungen; Überbetonung des reaktiven, Vernachlässigung des aktiven Momentes im menschlichen Verhalten, Reduktionismusvorwurf in der Gleichsetzung von tierischem und menschlichem Verhalten, Vernachlässigung von Sinn, Wille und Motiv als Handlungsgründe, keine Beachtung der (Selbst-)Reflexivität des Menschen (er denkt darüber nach, was Verstärkung ist). Das weist nun unmittelbar auf diejenigen Theorien, die von einer eigenständigen Informationsverarbeitung im menschlichen Denken ausgehen.

## 8.4 Lernen am Modell (Bandura)

Bandura verbindet Elemente der S-R-Theorie mit Elementen der kognitiven Theorie. Sein zentraler Lerntyp ist das *Beobachtungslernen* oder das Lernen am Modell. Bandura selbst kommt noch aus der Verhaltenspsychologie, hat aber die inneren Prozesse der Verarbeitung differenziert herausgearbeitet. Der Mensch beobachtet seine Umwelt, interpretiert seine Eindrücke, generiert Handlungsentwürfe und wertet ihre Wirkungen aus. Eine moderne, neurobiologisch abgesicherte Bestätigung dieser Prozesse ist die Entdeckung der sog. „Spiegelneurone“ (Bauer 2006): Allein durch die Beobachtung von Handlungsabläufen (z.B. Mutter tröstet Kind,) werden genau jene neuronalen Netze beim Beobachter aktiviert, die auch aktiv wären, wenn er die Handlung selber vollziehen würde. Je öfter ein Ablauf beobachtet wird, desto stärker baut sich diese neuronale Spur auf, sodass schließlich die gespeicherten neuronalen Programme für das eigene Verhaltensrepertoire zur Verfügung stehen! Mehr noch: Spiegelneurone sind die Bedingung für Empathie, Mitfühlen und emotionales Verstehen: Wenn wir ein Kind z.B. lächeln sehen, werden bei uns genau jene neuronalen Netze aktiviert, die auch bei unserem eigenen Lächeln aktiv sind (auch wenn wir die beobachtete Handlung nicht ausführen), wir können unser Gegenüber „verstehen“, uns „einfühlen“.

Bis dahin klassische Lerntheorien konnten nicht erklären, warum der Mensch in sehr ökonomischer Weise durch Beobachtung lernt. Banduras berühmte Versuche – immer wieder variiert und erweitert – lassen sich folgendermaßen zusammenfassen (Bandura 1979):

Vorschulkinder wurden in vier Gruppen eingeteilt, die unterschiedliche Erfahrungen machten: Gruppe A machte die Beobachtung eines aggressiven Erwachsenen. Gruppe B beobachtete den gleichen Erwachsenen in einem Film. Gruppe C wurde eine als Katze verkleidete Figur in einem Film mit gleichem aggressivem Verhalten präsentiert. Gruppe D war Kontrollgruppe ohne aggressives Modell. Das aggressive Verhalten bestand in der Misshandlung einer großen Puppe. – Anschließend wurden die Kinder in einen Raum gebracht, in dem sich die Spielpuppe befand. – Die Ergebnisse sind beeindruckend: Die Kinder der Experi-

mentalgruppen A–C zeigten fast doppelt so viele aggressive Akte wie die der Kontrollgruppe. Das menschliche Filmmodell (Gruppe B) hat dabei offensichtlich die stärkste Wirkung gehabt.

Doch so einfach kann daraus nicht auf die unmittelbare Wirkung (im Sinne einer Imitation) von – hier aggressiven – Vorbildern geschlossen werden. Das tun zwar manche Medienkritiker (des Vorabendprogramms im Fernsehen), aber es ist falsch bzw. undifferenziert. Bandura und seine Forschungsgruppe haben herausgearbeitet, dass zwischen der Anregung des Verhaltens durch ein Modell und der Ausführung des Verhaltens durch den Beobachter erhebliche kognitive Verarbeitungsprozesse liegen. Unterschieden werden verschiedene Phasen:

- Aufmerksamkeitszuwendung (auf das im Modell gesehene Verhalten),
- Behaltensphase (Speicherung des Verhaltensschemas),
- Reproduktionsphase (hier wird erst das Verhalten praktiziert),
- motivationale Phase (der Effekt des Verhaltens wird ausgewertet und entschieden, ob das Verhalten wiederholt wird oder nicht).

Es gibt dabei bestimmte Bedingungen, unter denen ein Modell wirksam wird. Vor allem mussten die Kinder sich mit dem Modell identifizieren können. Das Modell musste ferner Macht oder andere sozial hoch bewertete Merkmale haben. Wichtig sind auch die Wirksamkeitserwartungen für das Verhalten, was zu einer Selbstregulation bezüglich der Nachahmung führt. Lernen findet zwar nach Bandura bereits in den ersten beiden Phasen (Aufmerksamkeit und Behalten) statt, aber das in der tatsächlichen Ausführung gezeigte Verhalten wird gesteuert durch die kognitive Repräsentation des Modellverhaltens z.B. in bildhafter oder sprachlicher Form. (Sprachliche Formulierungen des gesehenen Verhaltens unterstützen die Wirksamkeit eines Modells.)

Ob das Verhalten letztendlich gezeigt wird, hängt weitgehend von kognitiven Prozessen ab, z.B. welche Beobachtungen bereits in der Wahrnehmung selektiert werden, aber auch von der antizipierten äußeren Verstärkung des Beobachtenden (ob z.B. negative Konsequenzen erwartet werden), von der stellvertretenden Verstärkung des Modells (ob es Erfolg hat) und von der Selbstverstärkung des Beobachters (ob er es für sich als gut oder nützlich definiert), also von der Selbstregulation (Edelmann 2000, 188ff.). Lernen ist also nicht nur Imitieren, sondern eine umfassende »Person-Situation-Interaktion« (Weidenmann 1989, 1004). Äußere Verstärkung ist eine förderliche, aber keine notwendige Bedingung des Modell-Lernens. Man kann aufgrund dieser zwischengeschalteten kognitiven »Umwege« jetzt gut verstehen, warum Bandura seine Theorie als »sozial-kognitiv« bezeichnet.

Wenn die im Kopf vorweggenommenen Erwartungen (»werde ich Erfolg/Misserfolg haben, bewirke ich positive/negative Folgen« etc.) eine so entscheidende Rolle spielen, werden die Überzeugungen von sich selbst wichtig: Vertraut eine Person ihrer Fähigkeit, ein gewünschtes Resultat oder Ziel *selber* zu bewirken, spricht Ban-

dura (1997) von Self-Efficacy («Selbstwirksamkeit»). In zahlreichen späteren empirischen Untersuchungen hat Bandura deshalb die enorme Bedeutung der subjektiven Überzeugung herausgearbeitet, genügend eigene Kompetenzen zu besitzen, selber bestimmte Vorhaben umzusetzen und Aufgaben zu bewältigen. Gerade für pädagogische Arbeit ist der Aufbau von Self-Efficacy bei Kindern und Jugendlichen von höchster Bedeutung.

## 8.5 Kognitives Lernen

### 8.5.1 Wie arbeitet unser Gehirn?

#### Neurobiologische Grundlagen der Gehirnforschung

Dass u.a. unser Gehirn die biologische Grundlage für Lernprozesse bildet, ist eine banale Feststellung. (Überblick zur Gehirnforschung Miller-Kipp 1992, Otto 1995, Edelmann 2012, Spitzer 2006, Wellenreuther 2009, Roth 2010)

Dennoch hat die Pädagogik lange Zeit die Aufarbeitung der modernen Gehirnforschung als »biologistisch« abgetan – so als wäre die Umwelt und ihre Gestaltung der einzig relevante Faktor bei Lernprozessen. (Herrmann 2009, Terhart 2005 – sehr kritisch: Gyseler 2006, vor allem Göppel 2014) Dazu neun wichtige Punkte:

#### 1. Das Gehirn – kein Ablagemechanismus

Wir wissen inzwischen einiges darüber, wie unser Gehirn als »System-Gigant« arbeitet. Es speichert Informationen nicht einfach in einzelnen »Abteilungen«, sondern ordnet es zu komplexen Netzen. Unser Gedächtnis ist kein einfacher Ablagemechanismus, in welchem Ereignisse in Schubladen verstaut und bei Bedarf wieder hervorgeholt werden. »Vielmehr werden die unterschiedlichen Aspekte eines Ereignisses in weit verstreuten Bereichen der Großhirnrinde gespeichert: Geräusche etwa im auditorischen Kortex hinter der Schläfe, Gesehenes in den Arealen des visuellen Kortex im Hinterhaupt, Berührungsempfindungen im Scheitellappen der Großhirnrinde und so weiter.« (Otto 1995, 61) Die hohe Leistungsfähigkeit des menschlichen Gehirns besteht in seinen beinahe unendlichen Kopplungsmöglichkeiten.

#### 2. Emotionaler Kontext und Informationsaufnahme

Von größter Bedeutung ist dabei, dass das Gehirn neben einzelnen Bausteinen (z.B. eines Ereignisses) jeweils auch deren Kontext speichert, also *wo*, *wann* und *unter welchen Umständen* dieses Ereignis stattgefunden hat. Das gilt vor allem auch für die emotionalen Begleitumstände: Eindrückliche emotionale Begleitumstände fördern nachweislich die Gedächtnisleistung.

### 3. Neuronale Netze

Grundlage für den Aufbau von neuronalen Netzen sind die elektrischen und chemischen Prozesse im Gehirn (Roth 2010). Unsere ca. 1 Billion ( $10^{12}$ ) Nervenzellen sind durch ein Riesennetz von Dendriten und Axonen miteinander verbunden. An den Kontaktstellen, den Synapsen, wird die neuronale Erregung übertragen; dies erfolgt entweder elektrisch oder chemisch. Während bei den (selteneren) elektrischen Synapsen die Übertragung durch direkten Kontakt der Zellwände ohne jede Verzögerung erfolgt, sind chemische Synapsen durch den sog. synaptischen Spalt voneinander getrennt; die elektrische Erregung setzt im Endknöpfchen eines Axons eine chemische Substanz frei, Transmitter, und zwar in einer der Erregung entsprechenden Menge. Dieser in den synaptischen Spalt ausgeschüttete Transmitter (oder Botenstoff) erregt oder hemmt die gegenüberliegende Membran der nachgeschalteten Zelle. Bei erregenden Synapsen entsteht in der nachgeschalteten Zelle wiederum eine elektrische Erregung, bei hemmenden Synapsen wird die nachgeschaltete Zelle kurzfristig weniger erregbar. Vermittels dieser Verbindungen können sich Nervenzellen zu funktionalen Einheiten, Nervennetzen, Kernen oder ganzen Arealen zusammenschließen. Auch kann die Erregung eines Nervennetzes zu mehreren anderen geschickt werden, sodass sich eine fast unendliche Fülle gegenseitiger Beeinflussungsmöglichkeiten von Nervenzellen und Netzen ergibt. Damit bilden *neuronale Netze* die materielle Grundlage für kognitive Leistungen und Verhaltenssteuerungen.

### 4. Was eine Information »bedeutet«

Nun werden die eingehenden Reize aus der Umwelt nicht einfach wertneutral abgespeichert, sondern vom Empfänger mit *Bedeutungen* versehen. Die Sinneszellen »übersetzen« das, was in der Umwelt passiert, sozusagen in die »Sprache des Gehirns«, also die Sprache der Membran- und Aktivitätspotenziale, der Neurotransmitter und Neuropeptide. (Roth 2010) Diese elektrischen und chemischen Signale sind zunächst neutral, haben also keine »Bedeutung«. Diese erhalten sie erst durch die Bedingungen, unter denen sie vom Empfänger – dem Gehirn – aufgenommen werden: Erst der Empfänger konstituiert die Bedeutung (das Gehirn interpretiert sie mit Hilfe bestimmter interner Kriterien, z.B. hinsichtlich der Intensität, der Qualität, der Modalität, der Zeitstruktur oder des Ortes der Reize). Das gesamte Gedächtnissystem und das Bewertungssystem hängen also untrennbar zusammen, Gedächtnis ist nicht ohne Bewertung möglich, und jede Bewertung geschieht wiederum aufgrund des Gedächtnisses, also früherer Erfahrungen und Bewertungen.

### 5. Gehirn und »Geist«

Die moderne neurobiologische Gehirntheorie bezieht daher ausdrücklich psychologisch-philosophische Begriffe (wie Bedeutung, Bewertung, Repräsentation) ein, weil ohne die Begriffe Bedeutung und (Selbst-)Bewertung die Verarbeitung von

ursprünglich neutralen neuronalen Erregungen in einem Gesamtkontext nicht verstehbar ist, ebenso wenig die Fähigkeit des Gehirns, seine Leistungen auf verschiedene Gebiete zu verteilen und somit komplexe höhere Gehirnfunktionen zu entwickeln. Solche »höheren« Funktionen sind Leistungen, die von der Neurobiologie mit *Geist* bezeichnet werden (Miller- Kipp 1992, 52). Bewusstsein, Selbstbewusstsein, aber auch „freier Wille“ (Kuhl/Hüther 2007) des Menschen haben keinen neuroanatomischen Ort, »sie haben sich vom Organgeschehen sozusagen emanzipiert« (ebd.). Solche Leistungen, die das Gehirn aus sich selbst heraus, aber *über* sich selbst hinaus erbringt, werden auch als »Emergenz« bezeichnet (Krohn/Küppers 1992). Diese Fähigkeit zum qualitativen Sprung ist auch für eine Psychologie des Wissenserwerbs und damit für Lernprozesse wichtig: Es »dämert« uns etwas, besser noch, es »blitzt« plötzlich, wir haben etwas »begriffen«. Anders gesagt: Aus neurochemischen und neurobiologischen Prozessen ist »Geist« geworden (jedenfalls ein kleines bisschen ...).

#### 6. Das Gehirn – ein selbstreferentielles System

Dabei ist das Gehirn ein lernendes System, das allerdings nach seinen eigenen Gesetzmäßigkeiten lernt: Es ist selbstreferentiell. Das bedeutet: Das Gehirn muss seine Kriterien, nach denen es seine eigene Aktivität bewertet, selbst entwickeln. Dies geschieht aufgrund früherer interner Bewertungen der Eigenaktivität. Lernen ist für das Gehirn also Lernen am Erfolg (oder eben auch Misserfolg) des eigenen Handelns. Auch die Kriterien für die Feststellung von Erfolg unterliegen wieder dem Lernen am Erfolg. (Roth 2010)

#### 7. Gefühle beim Lernen

Unsere Informationsverarbeitung und unser Verhalten werden – wie wir gesehen haben – von Netzen oder Systemen gesteuert, die das ganze Gehirn durchziehen. Eines solcher zentralen Systeme ist das »*limbische System*« (mit seinem Hauptsitz ungefähr in der Mitte des Kopfes – übrigens eine schöne Symbolik! –, im Randgebiet zwischen dem Zwischenhirn und dem Großhirn). Das limbische System arbeitet aber eng mit anderen Hirnregionen zusammen (Edelmann 2000, 14). Dieses System bewertet alles, was von den äußeren Sinnesorganen und dem Gehirn wahrgenommen wird, es färbt die Eindrücke sozusagen emotional ein und ist für die emotionalen Tönungen verantwortlich, die unsere Denkprozesse begleiten.

Die Wirkungsweise des limbischen Systems kennen wir aus der Erfahrung des Alltags: An Ereignisse, die mit starken Gefühlen verbunden sind, erinnern wir uns leichter als an solche, die uns gefühlsmäßig kalt ließen (wie z.B. das Lernen lateinischer Vokabeln oder von Geschichtszahlen). Unser Gedächtnis- und Gefühlssystem wiederum ist stark mit Hippocampus und Großhirnrinde rückgekoppelt; so wird gewährleistet, dass die Welt für uns »Sinn« ergibt – die Rohdaten von den Sinnesorganen allein liefern dem Gehirn noch kein »sinnvolles« Weltbild (Otto 1995, 47).

Das Gehirn meldet seine Eindrücke und Analysen permanent in Rückkopplungsschleifen seiner »Gedächtnis- und Bewertungsabteilung« zurück, was wiederum die Bewertung neuer Sinnesdaten beeinflusst und so insgesamt dazu beiträgt, dass aufgrund der Interpretation der Daten sich das Gehirn seinen Reim auf die Welt macht.

Fazit: Lernen ist gehirnphysiologisch gleichbedeutend mit dem Aufbau oder der Umstrukturierung von neuronalen Netzwerken. Dabei werden verschiedene *Gedächtnisse* angenommen.

#### 8. Verschiedene »Gedächtnisse«

Die Forschung unterscheidet bis zu zehn »Gedächtnissen« (Roth 2010). Hier die wichtigsten: Wir haben zunächst ein einfaches *Wiedererkennungsgedächtnis* (Rekognitions-gedächtnis), das uns z.B. hilft, einen Gegenstand, den wir nur einmal gesehen haben, wiederzuerkennen. Wichtiger ist das *Arbeitsgedächtnis* als diejenige Instanz, die von Moment zu Moment unsere wache Aufmerksamkeit mit passenden Informationen aus dem im Gehirn gespeicherten Wissensschatz zusammenbringt (wie bei Ihnen jetzt gerade während des Lesens dieses Textes): Es kann über das *Assoziationsgedächtnis* auch Informationen abrufen, die in unserem *Langzeitgedächtnis* vorhanden sind. Das zeigt noch mal, wie stark verschiedene Hirnteile bei bestimmten Gedächtnisaufgaben eingespannt sind. Unser *deklaratives oder explizites Gedächtnis* weiterhin umfasst alles, was wir an bewusstem Wissen verfügbar haben, unser *prozedurales oder implizites Gedächtnis* schließlich umfasst alle Fertigkeiten, die wir eingeübt haben und beherrschen, ohne dass man genau wissen oder sich bewusst machen muss, »wie es geht« (Otto 1995, 54).

#### 9. Der Sinnzusammenhang von Informationen

Insgesamt ist die Wirksamkeit einer Aufnahme von Informationen über unterschiedliche Kanäle hoch, weil auch Nebeninformationen (praktische Beispiele, Erfahrungshinweise, persönliche Erlebnisse) als »Hinweisreize« fungieren können: Die Wahrscheinlichkeit, dass etwas erinnert wird, ist dann größer. Vor allem wenn die Informationen in einen Sinnzusammenhang eingefügt worden sind, der vom Lerner selbst hergestellt wurde, ist die Gedächtnisbildung erheblich verbessert. Ferner behalten z.B. Schüler begriffliches Wissen (ebenso wie Handlungswissen), das in Cluster, Kategorien oder Begriffshierarchien eingeordnet wird, besser:

In einer Studie von Dumke (1984) lernten Kinder in Grundschulklassen Inhalte zum Thema »Eichhörnchen« und »Leben der Eskimos« und ordneten Begriffe in Hierarchieordnungen ein (z.B. zu den Oberbegriffen »Lebensgewohnheiten«, »Jagen«), während Kontrollklassen lediglich im Anschluss an die Lektionen einfache Lückentexte ausfüllten. Es zeigte sich, dass die Versuchsklassen im Nachtest und noch Wochen später in den Behaltensleistungen den Kontrollklassen überlegen waren (vor allem lernschwache Schüler!). Das ist nicht verwun-

derlich, weil die Aufnahme von Informationen auf ein System von Bedeutungen bezogen bzw. an eine definierte Stelle der (bereits erworbenen) Bedeutungsstruktur angelagert wird.

Wenn dem Lerner dieser Bezug zum relevanten Kontext fehlt, dann ist Information für ihn wenig bedeutsam. Es kommt zum sog. »*trägen Wissen*«: »Wissen, das nicht zur Anwendung kommt, das in bestehendes Vorwissen nicht integriert wird und zu wenig vernetzt und damit zusammenhanglos ist« (Gerstenmaier/Mandl 1995, 867). Aktive Auseinandersetzung mit Problemen erhöht dagegen die Anwendungsqualität von Wissen.

Diese Erkenntnisse der modernen Gehirn- und Kognitionsforschung legen nun die Frage nahe, wie Lernen als Informationsverarbeitung »funktioniert«.

### 8.5.2 Lernen als Informationsverarbeitung

#### Drei Klassiker

Bahnbrechend für Theorien der Informationsvermittlung im Sinne eines Aufbaus kognitiver Strukturen sind drei »Klassiker«: Gagné (1969), Ausubel (1974) und Bruner (1974). »Beim Regellernen nach Gagné werden Begriffe als Bausteine des Wissens hervorgehoben. Das sinnvolle rezeptive Lernen nach Ausubel betont die Angliederung des neuen Lernstoffes an das Vorwissen. Beim entdeckenden Lernen nach Bruner stehen der Erwerb von Problemlösefähigkeiten und intuitives Denken im Vordergrund« (Edelmann 2000, 132). Insbesondere Bruners drei Ebenen der mentalen Repräsentation (also der Speicherung von Gelerntem) sind berühmt geworden:

- Die *enaktive* Ebene (Beispiel: Fahrradfahren) bezeichnet Repräsentationen, die sich auf den Zusammenhang von sinnlichen Eindrücken und körperlichen Bewegungen beziehen, sie sind motorisch (durch das Tun) und sensorisch (durch die Wahrnehmung) abgespeichert;
- Die *ikonische* Ebene (Beispiel: Ihr Bild von einem Dynamo) meint eine Art geistiger Bilder, Repräsentationen also, die durch visuelle Eindrücke (oder andere Sinne) zustande gekommen sind;
- Die *symbolische* Ebene (Beispiel: Ihre Erzählung von einer Fahrradtour) enthält Sachverhalte, die wir durch Begriffe, Kategorien, Regeln etc., also überwiegend abstrakt, vom konkreten Tun und von Gegenständen losgelöst durch Verbalisierung abgespeichert haben.

Jede Lehrkraft wird sich überlegen, auf welcher Ebene die zu vermittelnden Inhalte abgespeichert werden sollen und muss dann entsprechende Methoden auswählen.

Dazu werden in der modernen Kognitionspsychologie drei Strategien empfohlen (Krapp 2007):

1. *Informationsverarbeitungsstrategien*: Sie dienen der unmittelbaren Aufnahme und Speicherung von Informationen (z.B. zuhören, mitschreiben, gut gliedern), sie sind verbunden mit gedanklicher Strukturierung, aber auch mit kritischer Auseinandersetzung (näheres bei Gudjons 2011),
2. *Kontrollstrategien*, die den Einsatz zu kognitiven Strategien steuern und auf Effektivität überprüfen, ggf. Korrekturen einleiten (z.B. Metakognition = was habe ich kapiert, was kann ich noch nicht?) und immer den Vergleich von Soll- und Ist-Zuständen im Auge haben.
3. *Stützstrategien* (z.B. Aufräumen des Arbeitsplatzes, Zeitmanagement, willentliche Steuerung der Anstrengungsbereitschaft).

Man findet neuerdings auch Vergleiche des Gehirns mit einem Computer. Grundlage dafür sind sowohl mathematische Lerntheorien als auch Theorien zum Sprachlernen oder zur Computersimulation intelligenten Verhaltens. Doch Vorsicht: Bei der Analogie Gehirn – Computer muss grundlegend bedacht werden, dass das Gehirn der *Produzent*, der Computer aber immer nur ein *Produkt* ist. Insofern darf man vom Produkt nicht einfach auf den Produzenten zurück schließen, denn wir wissen aus der Neurobiologie, dass unsere Vorstellungen von den Funktionsweisen des Gehirns äußerst bescheiden und zumal überwiegend Konstrukte sind!

#### Wie kommt Wissen in das Langzeitgedächtnis?

Hinsichtlich des Lernens in der Schule, der Erwachsenenbildung oder anderen Zusammenhängen stellt sich die Frage, wie Informationen aufgenommen, mit bereits vorhandenem Wissen verknüpft und so strukturiert werden können, dass sie im Langzeitgedächtnis verankert werden (Wellenreuther 2009, 9).

Wellenreuther unterscheidet zwei Phasen der im Gehirn ablaufenden Lernprozesse:

- *die Phase der ersten Aneignung von Wissen*

Wir Menschen haben eine riesige Speicherkapazität in unserem Langzeitgedächtnis. Allerdings muss das Wissen dort erst einmal ankommen. Dies ist gar nicht so einfach, weil unser Zugang zum Langzeitgedächtnis sehr schmal ist. In der Psychologie wird hier auch vom Flaschenhals des Arbeitsgedächtnisses gesprochen. Die Aufnahmefähigkeit des Arbeitsgedächtnisses ist auf 7 plus/minus zwei Informationseinheiten (Chunks) beschränkt. Je mehr jemand zu einem bestimmten Bereich über Vorkenntnisse verfügt, desto größer ist ein solcher Chunk (z.B. kann ein Schachexperte sich die Stellung aller Figuren auf dem Schachbrett merken, während ein Anfänger sich gerade die Stellung einer einzelnen Spielfigur einprägen kann.) Bei mehr Informationen ist das Arbeitsgedächtnis überlastet und das Lernen wird blockiert.

Wenn Ihnen jemand ein Backrezept mündlich mitteilt und die einzelnen Zutaten nacheinander aufzählt, können Sie sich zu Hause oft nicht mehr an alles erinnern.

Sie müssen nochmals nachfragen oder sich den Ablauf notieren. Informationen im Arbeitsgedächtnis müssen weiterverarbeitet werden, damit sie ins Langzeitgedächtnis gelangen und nicht verloren gehen.

- die Phase der Verfestigung und Konsolidierung bis hin zur Phase der Verflüssigung und Automatisierung von Wissen:

Das Gelernte muss immer wieder wiederholt und strukturiert sowie mit Vorwissen vernetzt werden, damit es im Langzeitgedächtnis verankert wird. Damit entsteht nachhaltiges Lernen. Das Wissen belastet dann das Arbeitsgedächtnis nicht mehr (Wellenreuther 2009).

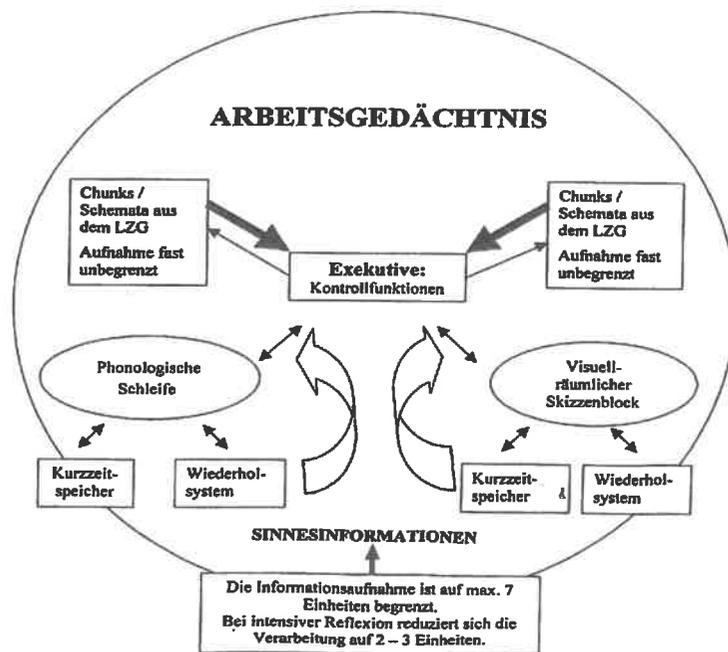


Abb. 23: Die Struktur des Arbeitsgedächtnisses (aus: Wellenreuther 2009, 11)

Sehr komplex!? Nehmen Sie sich etwas Zeit für die folgende Erklärung!

Das Arbeitsgedächtnis besteht aus drei Komponenten:

- (1) der zentralen Exekutive und den beiden (2, 3) ihr zugeordneten Hilfssystemen: Die Exekutive koordiniert den Informationsfluss im Arbeitsgedächtnis und stellt die Verbindung zum Langzeitgedächtnis her. Sie ist auch für die Auswahl von Strategien zur Bearbeitung von Informationen zuständig;

(2) der phonologischen Schleife: Dieses erste Hilffsystem ist für die Aufnahme von verbalen Informationen und Lauten zuständig und ist deshalb für das Sprechen und Lesenlernen zentral. Sie besteht aus dem passiven, phonologischen Kurzzeitspeicher und dem aktiven, mündlichen Wiederholssystem. Sprachliche Informationen oder Laute werden im Kurzzeitspeicher aufgenommen und müssen wiederholt werden, damit sich längerfristig gespeichert und weiterverarbeitet werden können;

(3) dem visuell-räumlichen Skizzenblock: Hier werden räumliche und visuelle Informationen weiterverarbeitet, die ebenfalls im visuellen Kurzzeitspeicher zunächst aufgenommen und über ein Wiederholssystem weiterverarbeitet werden müssen.

Wird nun eine Information für dauerhaft behaltenswert erachtet, wird sie in das *Langzeitgedächtnis* transferiert. Andernfalls wird sie »vergessen« (was übrigens sehr nützlich ist, da unser Gehirn sonst völlig überfordert wäre). Bei diesem Transfer kommt es erneut zur Kodierung, d.h. zur Verknüpfung und Integration in die bestehenden, hierarchisch oder topisch strukturierten Gedächtnisstrukturen, d.h. in die dort vernetzten Fakten (Wissen über Sachverhalte) und Verfahren (Wissen, wie man etwas macht). (Wellenreuther 2009, 12)

Die Kapazität des Langzeitgedächtnisses ist – abhängig vom Grad der Organisation – sehr hoch, und das nach Bedeutung kodierte Wissen ist praktisch dauerhaft. »Erinnerungsschwierigkeiten« an relevante Wissensbestände sind also eher ein Problem nicht zureichender Such- und Abrufprozesse als ein Hinweis auf »Verfall« im Langzeitgedächtnis. Denn *logische Ordnungen* oder hierarchische Organisation des Lernmaterials (z.B. biologische Ordnungssysteme) fördern nachweislich erheblich die Erinnerungsleistungen (Gage/Berliner 1996). Im Gehirn verankert, sind sie wie Bibliotheken, in deren Ordnungssystem Erinnerungen eingebettet sind. Dazu gehört auch die Verknüpfung eines neuen Lernstoffes mit bereits vorhandenen Wissens- oder Problemlösestrukturen, vor allem unter Nutzung der Eigenaktivität der Lernenden. Je besser sich neues Lernmaterial an bestehende Schemata assimilieren lässt, desto leichter wird es gespeichert und verarbeitet.

Für schulisches Lernen eignet sich hierbei das verteilte Üben. Beim Erklären sollte mehrfachcodiert (also mit Bildern und Text und Symbolen) vorgegangen werden und es sollte die Möglichkeit gegeben werden, Wissen bewusst zu vernetzen und zu strukturieren. Hierzu bieten sich kognitive Landkarten wie Mindmap oder Struktur-Lage-Techniken an. (Wahl 2013, Konrad/Traub 2012, Traub 2016)

#### Sinnvolles Lernen

Entscheidend ist alles in allem also nicht das mechanische (Auswendig-)Lernen, sondern der Aufbau von kognitiven Strukturen. Es kommt auf den »Ankergrund« (Edelmann 2000, 136) für die Verankerung neuen Lernstoffes an. Damit stellt sich auch die Frage nach dem Sinn des Gelernten, denn Sinnstrukturen dürften ein ausgezeichneter Ankergrund sein.

Der amerikanische Psychologe David P. Ausubel (1974) hat in diesem Zusammenhang eine differenzierte Theorie des sinnvoll rezeptiven Lernens entwickelt, die auf

die Notwendigkeit der unterrichtlichen Stoffvermittlung eingeht und zugleich den aktiven Vorgang der Verknüpfung neuen Lernstoffes mit bereits vorhandenen kognitiven Strukturen betont.

Dazu bietet sich der *Advance Organizer* an. Er dient vor allem der Strukturierung von Inhalten. Er wird von Lehrenden für Lernende gemacht. Die vorausgehenden Strukturierungen sollen dabei umfassender, allgemeiner und abstrakter sein als die folgenden Inhalte. Lernenden soll mit klarem und verständlichem Einführungsmaterial der Einstieg in die jeweilige Thematik erleichtert werden. Ausubel verspricht sich dadurch positive Konsequenzen:

1. Die Vorkenntnisse der Lernenden werden mobilisiert.
2. Sinnvolle Verknüpfungen zwischen schon vorhandenem und neuem Wissen werden ermöglicht.
3. Verstehen wird angebahnt (Ausubel, 1974, 147f.).

Ein Advance Organizer ist eine im Voraus gegebene Lernhilfe (in advance). Er soll Inhalte organisieren und strukturieren. Im Gegensatz zur „Osterhasenpädagogik“ („nun sucht mal schön, wo ist das Ei wohl versteckt?“) wird beim Advance Organizer zu Beginn des Lernprozesses ganz offen das Thema vor den Lernenden ausbreitet. Aber nicht in Form einer Aufzählung, sondern im inhaltlichen Zusammenhang.

Der Advance Organizer ist gut erforscht und erzielt positive Wirkungen, auch wenn dies in der Originalliteratur bei Ausubel (1974) eher weniger der Fall ist. Mittlerweile zeigt eine breitere Forschung, dass der Organizer bei den Lernenden für erhöhtes Interesse, für auf das Thema gerichtete Aufmerksamkeit, für gesteigerte Selbstwirksamkeit, für eine bessere Orientierung im Themenbereich und für besseres Behalten sorgt. Auch können inhaltliche Missverständnisse vermieden werden und ein Transfer bzw. eine Problemlösung wird leichter angestrebt (Wahl 2006, 139 ff.).

### Entdeckendes Lernen

Zu einem Streit kam es mit seinem ebenso berühmten Kollegen Jerome S. Bruner, der Ausubels Ansatz die Notwendigkeit des entdeckenden Lernens gegenüberstellte (dazu Neber 1981, 2006). Bruner betont die Notwendigkeit, mit den Schülern vor allem Methoden der Entdeckung zu üben, also Probleme relativ selbständig zu lösen.

### Handeln und Denken

Der Piaget-Schüler Hans Aebli hat in seinen Arbeiten zur handlungstheoretischen Grundlegung schulischer Lernprozesse (1992/1994, 1997, 2011) überzeugend belegt, dass sich Denkstrukturen aus verinnerlichten Handlungen entwickeln. Selbst in Begriffen stecken noch Elemente von Handlungsschemata (Sie können etwa am Beispiel des Begriffs „Tarnfarbe“ leicht nachvollziehen, welches Netz von Tätig-

keiten in der Bedeutung dieses Begriffes steckt). Aebli's fundamentale These lautet daher: »Denken geht aus dem Handeln hervor, und es trägt – als echtes, d.h. noch nicht dualistisch pervertiertes Denken – noch grundlegende Züge des Handelns, insbesondere seine Zielgerichtetheit und Konstruktivität« (1980, 26). Denken geht aus dem Handeln hervor und wirkt ordnend auf dieses zurück (Gudjons 2014). Lernpsychologisch ist daher nicht allein der Wissenserwerb wichtig, sondern vor allem auch der Aufbau von Handlungskompetenz. Handeln, Denken, Lernen bilden eine untrennbare Einheit.

### 8.5.3 Problemlösen

»Problemlösen ist ein Sonderfall des planvollen Handelns.« (Edelmann 2000, 209) Beim Problemlösen ist der Transfer von Gedächtnisbeständen – sowohl von Wissen wie von Verfahren – auf verschiedenartige Lösungsmöglichkeiten gefragt. Auch Problemlösen kann man lernen: »Zunächst isolierte Wissens-elemente, wie einzelne Definitionen oder zu enge Begriffsverständnisse, werden zunehmend vernetzt und mit alten Kenntnisbeständen integriert, so dass sie rascher und in größeren, strukturierten Einheiten für neue Problemlösungen abrufbar werden.« (Skowronek 1991, 191)

Was ist ein *Problem*? Vereinfacht gesagt: Man hat ein Ziel und weiß nicht, wie man es erreichen soll. Es geht also um einen unerwünschten Anfangszustand, einen erwünschten Zielzustand und dazwischenliegende Barrieren (unterschiedlichster Art). Um vom Ist zum Soll zu kommen, bedarf es einer problemlösenden Transformation (Edelmann 2000, 210ff.).

Vom Problem sind *Aufgaben* zu unterscheiden, bei denen wir in der Regel über das nötige Wissen oder Know-how verfügen, weil wir die Regeln zur Aufgabenlösung gelernt haben. Man nennt eine solche Strategie auch *Algorithmus* (= genaue Verfahrensvorschrift). Wenn aber unser bisheriges Wissen nicht reicht, vom Ausgangszustand zum Zielzustand auf direktem oder gewohntem Wege zu kommen, ist *Heuristik* gefragt: unterschiedliche Formen problemlösenden Denkens. Folgende *Problemlösungsstrategien* lassen sich unterscheiden (Edelmann 2000, 211ff., Wessels 1990, 356ff.): 1. *Versuch und Irrtum*, 2. Problemlösen durch *Umstrukturieren*, 3. Problemlösen durch *Anwenden von Strategien*, 4. Problemlösen durch *Systemdenken*, 5. Problemlösen durch *Kreativität*.

### Motivation

Schließlich ist *Motivation* eine der entscheidenden Bedingungen des Lernens überhaupt. Unterschieden werden Motiv (z.B. Macht zu gewinnen, etwas zu leisten) und Motivation (die situationsabhängig und damit kürzerfristig ist). In der aktuellen Motivationspsychologie wird das Verhalten einer Person als Wechselwirkung zwischen Person- und Umweltmerkmalen gesehen. (Heckhausen 2000) Für Lernprozesse ist

die klassische Unterscheidung zwischen zwei Konzepten der *Leistungsmotivation* wichtig: *Erfolgsorientierte* Lernende werden durch Hoffnung auf Erfolg angetrieben und wählen bevorzugt Aufgaben mittleren Schwierigkeitsgrades. Hier ist das Verhältnis von Anreiz und Erfolgswahrscheinlichkeit am günstigsten („Die Aufgabe fordert mich angemessen heraus und ich werde es packen!“) *Misserfolgsorientierte* Personen bevorzugen leichte („Das mache ich mit links“) oder extrem schwere Aufgaben („Wenn ich versage, war ganz klar die Aufgabe zu schwer“); der Misserfolg wird nach außen verlagert. Generell gilt: Motivation, Emotion und Kognition hängen in der Handlungssteuerung äußerst eng zusammen. Über verschiedene Arten der Motivation, den Aufbau und die Förderung von Motivation gibt es inzwischen eine Fülle von Literatur (Überblick bei Rheinberg 2011), auf die hier verwiesen sei.

## 8.6 Lernen aus konstruktivistischer Perspektive

Aus konstruktivistischer Perspektive werden beim Lernen die individuellen Konstruktionsprozesse betont. Hier liegt die Vorstellung zugrunde, dass sich Lernen immer in Abhängigkeit der eigenen Vorerfahrung und der individuellen Wahrnehmungs- sowie Interpretationsprozesse vollzieht. Die beim Lernen generierten Wissensbestände können demnach nicht als objektives Abbild der Welt verstanden werden, sondern sind subjektive Konstruktionen, die sich individuell betrachtet zu diesem Zeitpunkt als sinnvoll und funktional erwiesen haben (Mietzel, 2019).

Lernen wird im Konstruktivismus stets als aktiver Prozess verstanden. Es lassen sich dabei aber zwei Sichtweisen unterscheiden: der individuelle und der soziale Konstruktivismus (Mietzel, 2019). Der individuelle Konstruktivismus gründet auf den Arbeiten von Jean Piaget (1969) zur Assimilation und Akkommodation. Hier werden die internen Prozesse der Wissenskonstruktion forciert. Piaget legt dar, dass das lernende Subjekt immer das Bedürfnis hat, neue Informationen in bestehende Strukturen einzugliedern oder diese zu erweitern (Prinzip der Assimilation). Erst wenn so genannte kognitive Dissonanzen, also Widersprüche, auftreten, die aufzeigen, dass bisherige Konzepte nicht mehr funktional sind, werden bestehende interne Konzepte, Vorstellungen oder Strukturen überarbeitet und verändert (Prinzip der Akkommodation). Dieser Prozess gilt jedoch als sehr anspruchsvoll, weshalb immer zunächst Strategien der Assimilation angewendet werden. Die Sichtweise des sozialen Konstruktivismus unterstreicht hingegen die Auseinandersetzung mit anderen Subjekten. Lernen und Konstruktionsprozesse funktionieren am effektivsten im Austausch mit anderen. Dies bestätigen auch Forschungsergebnisse und Ansätze zum kooperativen Lernen (Konrad/Traub 2016; Traub 2016). Da sich dieser Ansatz des Lernens um ein gemeinsames Verständnis bemüht, werden die individuellen Konstrukte verbalisiert und miteinander verglichen, was Konstruktionsprozesse zusätzlich begünstigt. Diese Sichtweise wird auch als dialektischer Konstruktivismus bezeichnet (Mietzel, 2019).

Des Weiteren gibt es die Unterscheidung zwischen dem gemäßigten und dem radikalen Konstruktivismus. Diese Unterscheidung ist wichtig, da sie den Umgang des Lehrenden mit dem Lernenden maßgeblich beeinflusst. Der radikale Konstruktivismus, der von Ernst von Glasersfeld und Giambista Vico geprägt wurde, zweifelt an, ob der Mensch jemals objektive Wahrheit erkennen könne, da jeder sich die Welt ganz individuell und subjektiv konstruiert. Daraus ergibt sich, dass niemand die Güte des Verständnisses eines anderen bewerten kann, da wir alle in unseren individuellen Konstruktionen gefangen sind. Wir können alle nicht wissen, was wirklich wahr ist. Wissen kann demnach nicht extern geprüft werden, sondern muss sich der internen Prüfung der Viabilität unterziehen. Das heißt, das eigene Wissen kann solange als richtig betrachtet werden, solange es noch nicht durch eigene Erfahrungen widerlegt wurde beziehungsweise solange es noch ein schlüssiges internes Gebilde darstellt (Sander, 2007). Der gemäßigte Konstruktivismus hingegen lässt die Bewertung und Klassifizierung von Wissensbeständen in richtige und falsche Konzepte zu. Hier gibt es eher die Idee einer sozial-empirischen Wahrheit. Unsere individuellen Konstrukte werden im Austausch auf den Prüfstand gestellt, in diesem ko-konstruktiven Prozess werden dabei objektivierbare Wahrheiten gebildet, die aber natürlich nicht den Anspruch enthalten, ewige Gültigkeit zu besitzen. Im Lernprozess bedeutet dies, dass der Lehrende durchaus korrigierend einwirken darf, dabei gilt aber die Prämisse, dass bewusst an den Konzepten und Vorstellungen des Lernenden gearbeitet wird. Das heißt der Lehrende soll versuchen die (Fehl-)Konzepte und unzureichenden Konstrukte nachzuvollziehen und diese durch neue Informationen, Beispiele oder Erfahrungen in bessere Konzepte und Konstrukte gemeinsam aktiv zu überführen (Mietzel, 2019).

*Zusammenfassend* ist zu sagen, dass didaktische Prozesse in Schule, Erwachsenenbildung, Weiterbildung etc. nie allein von der Seite der Lerntheorien gesehen werden können. (Vgl. dazu Göhlich/Zirfas 2007) Lerngesetzmäßigkeiten wurden weitgehend unter Experimentalbedingungen ermittelt. Die neuere kognitive Psychologie hingegen fasst Lernen als *bedeutungsvollen* Prozess der Informationsverarbeitung auf. Damit wird die Grundlage für eine kognitive Unterrichtspsychologie gelegt, in der auch die Inhalte des Lernens berücksichtigt werden (Terhart 2005).

Besonders intensiv wird derzeit in diesem Zusammenhang das individualisierte Lernen diskutiert. Lernen wird als ein hochgradig individueller Prozess verstanden. Dies hängt mit den Subjektiven Theorien der Lernenden zusammen (Wahl 2013). Begriffe, Hypothesen und Theorien sind bei den Menschen unterschiedlich besetzt. Dies ist im Zusammenhang mit ihrer Biografie, ihren Interessen, ihren Fähigkeiten und Motivationen zu sehen und wird beim Lernen bedeutsam. Vorkenntnisse werden zu einem der „mächtigsten Prädiktoren“ (Wahl 2006, 100) für künftige Lernleistungen (Korrelationen zwischen Vorkenntnissen und Lernerfolg reichen Werte bis  $r=0.7$ ). Gute Vorkenntnisse begünstigen den Erwerb neuen Wissens, weil

sie eine Verarbeitung und Speicherung leichter und besser zulassen. Wenn Wissen nicht oder nur wenig vernetzt wird, dann verpufft es wieder. Ein Lernen im „Gleichschritt“ ist deshalb nicht sinnvoll. Im Lernprozess müssen Phasen eingebaut werden, in denen sich die Lernenden im eigenen Lerntempo auf einzigartige Weise mit Lerninhalten auseinandersetzen können. Damit wird Lernen zu einem einzigartigen, aktiven, selbstgesteuerten, situierten und kumulativen Prozess (Wahl 2013).

Die Bedeutung des Subjekts stand bereits in den klassisch-kritischen Arbeiten von Klaus Holzkamp (1995) im Mittelpunkt. Ausgehend von seiner »Kritischen Psychologie«, entwickelte Holzkamp eine grundlegende Kritik (und Re-Interpretation) der klassischen Lerntheorien und stellte eine subjektwissenschaftliche Grundlegung in den Mittelpunkt seiner Lerntheorie. Lernen wird vom Subjekt und seinen Motiven her als Erweiterung subjektiver Erfahrungs- und Lebensmöglichkeiten, als expansives Lernen (ebd., 492), verstanden. Von daher kritisierte Holzkamp u.a. auch die »Verwahrlosung schulischer Lernkultur« (ebd., 476), die mit ihren formalisierten Lernzweigen nur ein »defensives Lernen« (ebd., 447) erlaube.

Kann die neuere Didaktik dem Subjekt und seinen Lernbedingungen zu mehr Geltung verhelfen? Darauf geht das folgende Kapitel ein.

*Doch – wie sagte noch G. B. Shaw?  
»Wenn du einen Menschen etwas lehren willst,  
wird er es niemals lernen.«*

Es gibt für dieses Kapitel zwei Bücher, die wir zur Lektüre besonderes empfehlen: W. Edelmann: Lernpsychologie. Weinheim 2000 und 2012. Die Gliederung der zentralen Bereiche der Lernpsychologie ist etwas anders als in unserem Kapitel. Edelmann wendet die Inhalte der Lernpsychologie praktisch auf das Buch an, so dass ein klar strukturiertes, lesedidaktisch hervorragend aufbereitetes, mit vielen Beispielen gespicktes Lehrbuch entstanden ist.

Wir empfehlen deshalb auch, die Arbeitsaufgaben dieses Buches zu bearbeiten. Die Lösungsvorschläge sind mit angegeben.

D. Wahl: Lernumgebungen erfolgreich gestalten. Bad Heilbrunn 2013. Lernprozesse werden untersucht und auf Basis lernpsychologischer Forschung werden neue Formen des Lehrens und Lernens entwickelt. Dieses Buch ist vor allem auch für die Gestaltung von schulischen Lehr-Lernsituationen geeignet und bietet viele methodisch reflektierte Hinweise.

- Aebli, H.: Denken: Das Ordnen des Tuns. Bd. 1: Stuttgart 1980, Bd. 2: Stuttgart 1981, Bd. 1: 1993, Bd. 2: 1994, 2. Aufl.
- Aebli, H.: Zwölf Grundformen des Lehrens. Stuttgart 1997, 9. Aufl., 2006, 13. Aufl., 2011, 14. Aufl.
- Ausubel, D. P.: Psychologie des Unterrichts. Bd. 1 und 2. Weinheim 1974
- Bandura, A.: Sozial-kognitive Lerntheorie. Stuttgart 1979
- Bandura, A.: *Self-Efficacy. The Exercise of Control.* New York 1997
- Bauer, J.: *Warum ich fühle, was du fühlst.* Hamburg 2006
- \* Bower, G. H./Hilgard, E. R.: *Theorien des Lernens.* Bd. 1: Stuttgart 1983. Bd. 2: Stuttgart 1984
- Bruner, J. S.: Entwurf einer Unterrichtstheorie. Berlin 1974
- Caspary, R.: Lernen und Gehirn: Der Weg zu einer neuen Pädagogik. Hamburg 2012
- Dörner, K.: Problemlösen als Informationsverarbeitung. Stuttgart 1979
- Dumke, D.: Die hierarchische Strukturierung von Unterrichtsinhalten als Lernhilfe in der Grundschule. In: Psychologie in Erziehung und Unterricht 31 (1993), S. 43–49
- \* Edelmann, W.: *Lernpsychologie.* Weinheim 2000, 6. Aufl., 2012, 7. Aufl., 2019, 8. Aufl.
- \* Gage, N. L./Berliner, D. C.: *Pädagogische Psychologie.* Weinheim 1986, 4., völlig neu bearb. Aufl., 5., vollst. überarb. Aufl. 1996
- Gagné, R. M.: Die Bedingungen des menschlichen Lernens. Hannover 1969
- Gehirnforschung und Pädagogik. Thementeil der Z. f. Päd. H. 4/2004
- Gerstenmaier, J./Mandl, H.: Wissenserwerb aus konstruktivistischer Perspektive. In: Z. f. Päd. H.6/1995, S. 867–888
- Göhlich, M./Zirfas, J.: Lernen. Stuttgart 2007
- Göppel, R.: Gehirn, Psyche, Bildung. Chancen und Grenzen der Neuropädagogik. Stuttgart 2014
- Gudjons, H.: Handlungsorientiert lehren und lernen. Bad Heilbrunn 2000, 6. Aufl., 2008, 7. Aufl., 2014, 8. Aufl.
- Gudjons, H.: Frontalunterricht – neu entdeckt. Bad Heilbrunn 2007, 2. Aufl., 2011, 3. Aufl.
- Gyseler, D.: Problemfall Neuropädagogik. In: Z. f. Päd. H. 4/2006, S. 555–570
- Hattie, J./Zierer, K.: Lernen sichtbar machen. Baltmannsweiler 2017
- Heckhausen, H. (Hg.): *Motivational Psychology of Human Development.* Amsterdam 2000
- Herrmann, U. (Hg.): *Neurodidaktik.* Weinheim 2006, 2009, 2. Aufl., 2020, 3. Aufl.
- Holzkamp, K.: Lernen. Subjektwissenschaftliche Grundlegung. Frankfurt/M. und New York 1995
- Konrad, K.: Erfolgreich selbstgesteuert lernen. Theoretische Grundlagen, Forschungsergebnisse, Impulse für die Praxis. Bad Heilbrunn, 2008.
- Konrad, K./Traub, S.: Selbstgesteuertes Lernen. Baltmannsweiler 2010, 2. Aufl., 2013, 4. Aufl., 2017, 6. Aufl.
- Konrad, K./Traub, S.: Kooperatives Lernen. Theorie und Praxis in Schule, Hochschule und Erwachsenenbildung. Baltmannsweiler 2018, 6. Aufl.
- Krapp, A.: Lehren und Lernen. In: Tenorth/Tippelt (Hg.) 2007. a.a.O. S. 456–457
- Krapp, A./Weidenmann, B. (Hg.): *Pädagogische Psychologie.* Weinheim 2001, 4. Aufl., 2006 5. Aufl.
- Krohn, W./Küppers, G. (Hg.): *Emergenz.* Frankfurt/M. 1992, 2. Aufl.
- Kuhl, J./Hüther, G.: Das Selbst, das Gehirn und der freie Wille. In: PÄDAGOGIK H. 11/2007, S. 36–41
- Mietzel, G.: *Pädagogische Psychologie des Lernens und Lehrens.* Göttingen 2019
- Miller-Kipp, G.: *Wie ist Bildung möglich?* Weinheim 1992
- Neber, H. (Hg.): *Entdeckendes Lernen.* Weinheim 1973, 3. Aufl. 1981