

2 Lernpsychologische Fundierung

Die Lernpsychologie untersucht Lernvorgänge. Sie bildet daher neben den Fachwissenschaften die wichtigste Bezugswissenschaft der Didaktik. Eine ausführliche Darstellung findet sich in [Anderson 1989], [Lefrancois 1994] und [Edelmann 1986].

2.1 Die wichtigsten Lerntheorien

Zur Begründung der später folgenden didaktischen Prinzipien soll anfangs eine kurze Darstellung der wichtigsten Strömungen der Lernpsychologie dienen. Aus den wesentlichsten Erkenntnisse dieser Schulen kann man ein zeitgemäßes Modell des Lernvorgangs kombinieren, das als Leitbild für unser Vorgehen im Unterricht dienen kann.

2.1.1 Behaviourismus

Die psychologische Schule des Behaviourismus erhebt den Anspruch, daß alle psychologischen Erkenntnisse in Experimenten verifizierbar sein müssen. Man beschränkt sich daher auf die Erklärung beobachtbarer Phänomene. Im Bezug auf die Lernpsychologie bedeutet das eine Konzentration auf die Veränderung von Verhaltensweisen durch Lernprozesse. Das Hauptziel des Behaviourismus liegt in der Bereitstellung von Theorien zur **Vorhersage** von bestimmten Reaktionen in einer gegebenen Situation.

Die Grundlagen dafür wurden von den berühmten Experimenten des Russen Pawlow¹ gelegt. Er erforschte als erster die Kopplung von neutralen Reizen (z.B. Glockenton) und **unbedingten Reizen** (z.B. Vorlage von Futter), die bei gleichzeitigem Auftreten zur Ausbildung von **bedingten Reaktionen** (z.B. Speichelfluß bei Glockenton) führen.

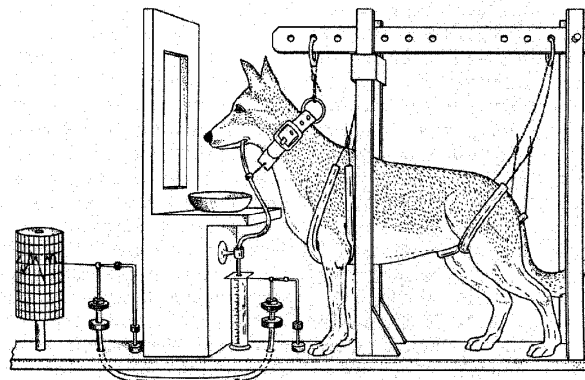


Abbildung 1: der Versuch von Pawlow. Aus [Lefrancois 1994]

Diese ursprünglich für die Erklärung von Tierverhaltensweisen gedachten Ergebnisse wurden dann von Watson² auf die Lernpsychologie übertragen. Sein Verdienst liegt in der Definition der Psychologie in objektiven Begriffen, wobei er forderte, sich auf das Beobachtbare zu beschränken. Er versuchte alles menschliche Verhalten in Pawlowschen Termen zu erklären, emotionales Verhalten betrachtete er als Subkategorie der klassischen Konditionierung.

¹ Iwan Petrowitsch Pawlow ,1849 - 1936

² John Broadus Watson, 1878 - 1958

Durch Thorndike³ wurde das Konzept der Verstärkung von Pawlowschen Kopplungen eingeführt, das schließlich von Skinner⁴ zu seiner Theorie der operanten Konditionierung systematisiert wurde. Verstärkung kann demzufolge in den folgenden Formen erfolgen:

	angenehmer Reiz	unangenehmer Reiz
hinzugefügt	positive Verstärkung	Bestrafung
entfernt	Bestrafung	negative Verstärkung

Empirische Versuche zeigten dabei, daß **Bestrafung** weit weniger wirksam ist als Verstärkung. Erstere führt meist nur zu einer Unterdrückung des Verhaltens in Gegenwart des Bestrafenden.

Die Erkenntnisse der Behaviouristen können uns vor allem zur Erklärung der Auslösemechanismen von Gefühlen und relativ primitiven Verhaltensweisen mit niedrigem Bewußtheitsgrad dienen (Angst, Freude, instinktive Ablehnung).

Fazit für den Unterricht:

- Angenehme Lernumgebungen mit entspannter, aufmerksamkeitsfördernder Atmosphäre schaffen
- Kontinuierlich, aber differenziert positiv verstärken (loben)
- Bestrafungen vermeiden
- Abwehrreaktionen und Angsterzeugung vermeiden

2.2 Kognitivismus

Als Gegenströmung zu den Behaviouristischen Theorien entstanden parallel in den USA und Europa Lerntheorien, die sich mehr für die lernbedingten (inneren) Änderung der Strukturen im Gehirn des Lernenden interessierten, als für die Beobachtung seiner (äußeren) Verhaltensweisen.

Im Gegensatz zum Behaviourismus beschäftigt sich der Kognitivismus daher vor allem mit **höheren geistigen Prozessen**. Er gibt die Forderung nach unbedingter Brauchbarkeit für Vorhersagen zugunsten der Erklärbarkeit von Verhaltensweisen durch Modellierung innerer Vorgänge auf.

Wegbereiter dafür waren die Lernmodelle von Hebb⁵. Er versuchte, Lernen durch Modellierung der elektrochemischen Vorgänge im Gehirn zu erklären. Dazu benutzte er Konzepte von **Neuronen** (Nervenzellen in Gehirn und Rückenmark, ca.12,5 Milliarden), die Rezeptoren (z.B. Sinnesorgane) und Effektoren (z.B. Muskelzellen) verbinden. Neuronen übertragen Impulse auf elektrochemischem Weg, dabei benötigen sie eine gewisse Erholungspause zwischen zwei Impulsen. Zur Speicherung von Impulsen sind daher "**Kreisläufe**" von Impulsen nötig, die als stabile **Erregungskreise** gelernte Vorgänge niedriger Komplexität im Gehirn darstellen.

³ Edward .L . Thorndike, 1847-1949

⁴ Burrhus Frederic Skinner, geb. 1904

⁵ Donald Olding Hebb (1904 - 1985)

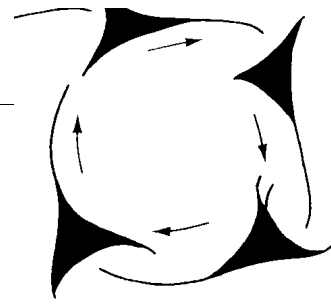


Abbildung 2: Ein Erregungskreis. Aus

Darauf aufbauend führten Tolman⁶ und die deutschen Gestaltpsychologen⁷ kognitive Zwischenprozesse wie Erwartung oder Einsicht ein, um zielgerichtetes Verhalten bei Versuchstieren zu erklären ("kognitive Landkarte"). Der Amerikaner Jerome Bruner baute diese Erkenntnisse schließlich zu seiner Theorie des Erwerbs von Konzepten aus.

John R. Anderson und andere schlugen dann Mitte der Siebziger vor, menschliches Wissen in sogenannten propositionalen Netzwerken zu strukturieren.

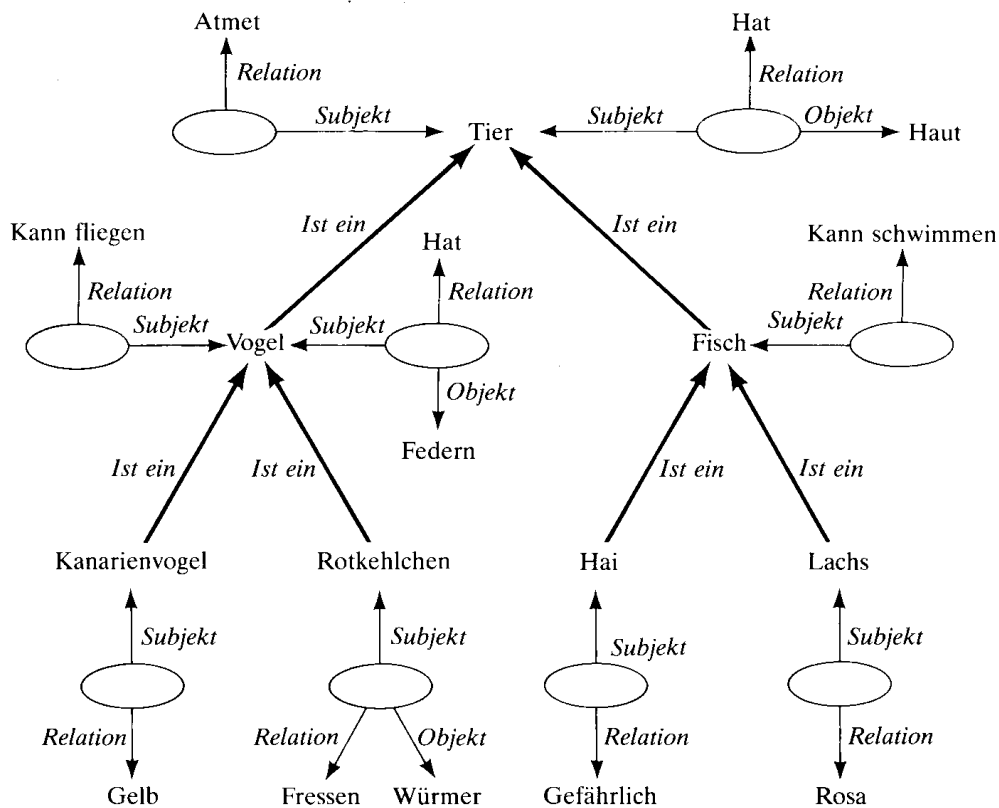


Abbildung 3 : Aus [Anderson 1989]

Fazit für den Unterricht:

- Den Lernenden ist vor dem Beginn der Einheit das Ziel und der Sinn des Lernvorgangs deutlich zu machen (Zielangabe)
- Der Lehrstoff ist in übergeordnete Sinnzusammenhänge einzuordnen
- Anbieten von Strukturen
- Der Lehrstoff soll so strukturiert dargeboten werden, daß die Bildung bzw. Übernahme von Kategorien erleichtert wird.
- Es sollen möglichst viele Anknüpfungspunkte an bekanntes Wissen angeboten werden

2.3 Integrative Theorien

⁶ Edward Chace Tolman, 1886 - 1959

⁷ Wolfgang Köhler 1887 - 1967, Kurt Koffka 1886 - 1941, Max Wertheimer 1880 - 1943

A. Bandura und R. Walters faßten einige der bisherigen Standpunkte in einem System zusammen, das die Kontrolle menschlichen Verhaltens durch drei Systeme beschreibt

1. Reizkontrolle

Ein äußerer Reiz bestimmt das Verhalten, darunter fallen autonome (reflektorische) Handlungen wie Niesen, Zurückzucken, usw.

2. Operante Kontrolle

Die Handlungen stehen unter der Kontrolle ihrer Konsequenzen (z.B. Verstärkungen)

3. Symbolische Kontrolle

Dieser Bereich von Aktionen wird durch internale Prozesse ("Vermittlung") beeinflusst. Als Beispiele könnten Selbstinstruktion durch verdeckte Verbalisierung oder das Verhalten unter Vorstellung der Konsequenzen dienen.

Ein weiterer zentraler Punkt der Theorie von Bandura ist das Lernen von komplexen Verhaltensweisen durch **Nachahmung** des Verhaltens von **besonders ausgezeichneten Modellpersonen** wie Eltern (emotional), Lehrer (sozial), Medien (Prestige) Gelernt werden auf diese Weise zum Beispiel Kommunikationsmuster, Bewegungsabläufe in bestimmten Sportarten oder spezielles Lehrverhalten (!).

Fazit für den Unterricht:

- Beweistechniken, Lehrverhalten oder Problemlösen kann über Imitation gelernt werden.
- Der Lehrende nimmt eine Vorbildfunktion ein und muß sein Verhalten danach ausrichten.

Robert Gagné entwickelte eine weitere Kategorisierung der bis dahin verfolgten Lerntheorien. Lernvorgänge kann man demzufolge in acht verschiedene Klassen einteilen, die aufeinander aufbauen:

1. Signallernen

Einfaches Pawlowsches Konditionieren: Ein Signal (Reiz) löst eine Reaktion (Reflex) aus z.B. Speichelfluß bei Glockenton

2. Reiz-Reaktionslernen

Bildung einer einzelnen Verbindung zwischen einem Reiz und einer Reaktion: z.B. Schüler schweigen, wenn der Lehrer die Hand hebt, nachdem er früher öfter gemahnt hatte.

3. Kettenbildung: motorische Ketten

Verbindung einer Abfolge motorischer Reiz-Reaktions-Verhaltensweisen: z.B. Auf den Befehl "Unterstreiche" nimmt der Schüler seine Farbstifte aus der Mappe und unterstreicht die soeben geschriebene Zeile

4. Kettenbildung: sprachliche Assoziation

Verbindung einer Abfolge verbaler Reiz-Reaktions-Verhaltensweisen: z.B. Lernen der Bedeutung von "**Autodidakt**" über "**Automobil**" (Selbstfahrer)

5. Multiple Diskrimination

Unterscheidung hochgradig ähnlicher Reizinputs: z.B. Lernen verbaler Ketten in der Muttersprache und in einer anderen Sprache

6. Begriffslernen

Gegenteil von Diskriminationslernen, Ordnen von Objekten zu Klassen und das Reagieren auf Klassen: z.B. "Char", "Int" sind Datentypen.

7. Regellernen

Eine Regel ist eine erschlossene Fähigkeit, auf eine Klasse von Reizsituationen mit einer Klasse von Leistungen zu reagieren: z.B. Lernen der Syntaxregeln einer Programmiersprache

8. Problemlösen

Die Anwendung von Regeln bringt "Regeln höherer Ordnung" hervor. Das ist das unausweichliche Ergebnis der Anwendung von Regeln auf Probleme. Entwicklung von Lösungsstrategien aus bekannten Regeln: z.B. Entwicklung von Algorithmen

2.4 Entwicklungspsychologie

Die wohl bedeutendste Darstellung der zeitlichen Entwicklung menschlicher Denk- und Lernfähigkeiten stammt von [Piaget 1961]⁸. Er unterteilte die geistige Entwicklung junger Menschen im wesentlichen in fünf Phasen ein.

Sensumotorisches Stadium

Kinder im Alter bis zu 2 Jahren leben beinahe ohne Sprache ganz im Hier-und-Jetzt. Objekte existieren für sie anfangs nur, wenn sie wirklich wahrgenommen werden können. Es gibt zunächst keine Vorstellung von Permanenz und Identität. Das Kind perfektioniert und erweitert das kleine Verhaltensrepertoire, mit dem es geboren wurde. Es hat eine durch und durch egozentrische Einstellung zur Welt und ist vollkommen unfähig, sich die (physikalischen) Sichtweisen anderer Personen zu eigen zu machen. Im Laufe dieser Phase erwirbt das Kleinkind die Fähigkeit zu symbolisieren und zu kommunizieren (Sprache) sowie ein einfaches Gegenstandskonzept in der Erkenntnis, daß es auch Objekte außerhalb der direkten Wahrnehmung geben kann.

Präkonzeptuelles Denken

Zwischen der Vollendung des zweiten und des vierten Lebensjahres kann das Kind Objekte erkennen und die Zugehörigkeit zu Klassen erkennen. Es ignoriert dagegen oft abweichende Eigenschaften von Mitgliedern einer Klasse. Alle ähnlichen Objekte werden so behandelt, als ob sie völlig identisch wären. Das Denken ist vorwiegend transduktiv: Schlußfolgerungen werden unreflektiert von einem Spezifikum auf das andere übertragen.

Intuitives Denken

Im Vorschulalter (4 - 7 Jahre) ist das Denken des Kindes vor allem von der Wahrnehmung dominiert. Es läßt sich leicht von irreführenden Wahrnehmungsmerkmalen täuschen. Es kann zwar physikalische Sichtweisen anderer Personen nachvollziehen, jedoch nicht mentale. In diesem Bereich argumentiert es weiter rein egozentrisch. Das Kind kann zwar mit Klassen umgehen, ist jedoch mit der Behandlung von Unterklassen überfordert.

Konkrete Operationen

In der Gegend der schulischen Primarstufe (7 - 11/12 Jahre) erwirbt das Kind neue Fähigkeiten vor allem in drei Bereichen:

⁸ Jean Piaget (1896-1980)

- Klassen: Es kann Klassen kombinieren und dissoziieren sowie Objekte in Klassenhierarchien einordnen.
- Serien: Es kann Reihungen erkennen, aufstellen und vergleichen
- Zahlen: Abgeleitet von Klassen und Reihungen lernt das Kind mit Kardinalität und Ordinalität umzugehen.

Das Denken ist in dieser Stufe allerdings immer noch konkret orientiert, das heißt an wirklichen Objekten verhaftet. Kombinatorische Analysen sind noch nicht möglich.

Formale Denkoperation

Etwa in der 6. Jahrgangsstufe zeichnet sich erstmals die Fähigkeit zum propositionalen Denken ab, das nicht mehr auf konkrete Wirklichkeiten beschränkt ist. Das Gebiet des Hypothetischen wird einbezogen. Das Kind kann nun vom Wirklichen zum Möglichen und vom Möglichen zum Tatsächlichen folgern, Transitivitäten erkennen und über zukünftige Entwicklungen der Gesellschaft spekulieren.

Fazit für den Unterricht:

- In der Primarstufe muß Unterricht immer von konkreten Dingen ausgehen. Diese sind im Unterricht soweit möglich real zu präsentieren.
- In der Unterstufe weiterführender Schulen haben abstrakte theoretische Konzepte nichts verloren.
- Formale Operationen können frühestens in der 7. Jahrgangsstufe erfolgreich vermittelt werden
- Es ist sehr fragwürdig, Kinder vor dem Erreichen der letzten Stufe nach Schularten zu "sortieren", da spätere Entwicklungen ausbleiben oder verstärkt eintreten können.

2.5 Konstruktivismus

Im Gegensatz zum radikalen Konstruktivismus, nach dessen Auffassung sich der Mensch seine gesamte Realität (alle Wahrnehmung) selbst konstruiert und interpretiert, gewinnt in letzter Zeit ein gemäßigter Konstruktivismus immer mehr an Einfluß im Bereich der pädagogischen Psychologie. Mit Reinmann-Rothmeier und Mandl H (1996) kann man diesen Standpunkt in der Forderung nach einem Primat der Konstruktion anstelle von Instruktion zusammenfassen:

"Prozeßmerkmale des Lernens:

- Lernen ist nur über die aktive Beteiligung des Lernenden möglich. Dazu gehört, daß der Lernende zum Lernen motiviert ist und daß er an dem, was er tut und wie er es tut, Interesse hat oder entwickelt.
- Bei jedem Lernen übernimmt der Lernende Steuerungs- und Kontrollprozesse. Wenn auch das Ausmaß eigener Steuerung und Kontrolle je nach Lernsituation variiert, so ist doch kein Lernen ohne jegliche Selbststeuerung denkbar.
- Lernen ist in jedem Fall konstruktiv: Ohne den individuellen Erfahrungs- und Wissenshintergrund und eigene Interpretationen finden im Prinzip keine kognitiven Prozesse statt.
- Lernen erfolgt stets in spezifischen Kontexten, so daß jeder Lernprozeß auch als situativ gelten kann.

- Lernen ist schließlich immer auch ein sozialer Prozeß: Zum einen sind der Lernende und all seine Aktivitäten stets soziokulturellen Einflüssen ausgesetzt, zum anderen ist jedes Lernen ein interaktives Geschehen."

Nach den grundlegenden historischen Vorschlägen von Kerschensteiner (Arbeitsschule, 1907), Bruner (entdeckendes Lernen, 1966) und Wagenschein (Epochenunterricht, 1973), die hauptsächlich in reformpädagogischen Ansätzen aufgegriffen wurden, haben sich mittlerweile verschiedene konstruktivistische Strömungen herausgebildet (siehe auch [Reinmann-Rothmeier/Mandl 1996], [Gerstenmaier/ Mandl 1995] und [Dubs 1996]):

Situated Cognition

Zentral für alle Schattierungen dieser Richtung ist die "Annahme, daß Wissen stets durch das wahrnehmende Subjekt und infolge sozialer Transaktionen innerhalb einer Gemeinschaft konstruiert wird, sowie die These, daß Denken, Handeln und Lernen erfolgen immer in einem Kontext erfolgen und somit situiert sind" (aus [Reinmann-Rothmeier / Mandl 1996]).

Anchored Instruction

Das Lernwissen wird bei diesem Ansatz an einem "narrativen Anker" aufgehängt. Dabei handelt es sich um Geschichten, die in authentische und interessante Problemsituationen eingebettet sind.

Cognitive Flexibility

"Die entscheidende Forderung dieser Theorie ist, insbesondere fortgeschrittenen Wissenserwerb in wenig strukturierten Gebieten Übereinfachungen zu vermeiden und den Lernenden stattdessen die realen Komplexitäten und Irregularitäten aufzuzeigen... Dabei wird dasselbe Konzept zu verschiedenen Zeiten in verschiedenen Kontexten unter veränderter Zielsetzung und aus verschiedenen Perspektiven beleuchtet" (aus [Reinmann-Rothmeier / Mandl 1996]).

Cognitive Apprenticeship

"Ähnlich wie in der traditionellen Handwerkslehre soll der Lernende über authentische Aktivitäten und Vorbilder in eine Expertenkultur eingeführt werden" (aus [Reinmann-Rothmeier / Mandl 1996]). Dabei übernimmt der Lehrende eine Vorbildrolle, indem er zunächst einige Problemlösungsvorgänge vorführt und dabei seine Aktivitäten verbalisiert. Wichtig ist, daß die Umgebung, innerhalb derer der Lernprozeß stattfindet, möglichst nahe an der Wirklichkeit liegt.

Fazit für den Unterricht:

- Aktive Auseinandersetzung mit dem Stoff ist soweit möglich Pflicht
- Die Schüler sollen sich Problemlösemethoden selbst erschließen
- Der Lehrer übernimmt eher eine Berater- als eine Präsentatorrolle
- Während des Unterrichtes ist genügend Zeit für die Konstruktionsvorgänge zu lassen
- Lernumgebungen müssen nahe wie möglich an der Wirklichkeit liegen
- Derselbe Stoff ist aus unterschiedlichen Perspektiven zu erschließen

2.6 Das Gedächtnis

Die wesentlichsten Einflußfaktoren auf seiten des Lernenden sind sein Gedächtnis und seine Aufmerksamkeit. Diese beiden Einflußbereiche sollen hier näher besprochen werden.

Unter Gedächtnis versteht man die Menge der im Gehirn gespeicherten Informationen, die für die entsprechende Person erreichbar sind. Aufgrund der Untersuchungsergebnisse scheint unser Gedächtnis aus den folgenden drei (logischen) Einheiten zu bestehen:

1. *Sensorisches Gedächtnis*

Eine ikonische oder **echoische** Form der Speicherung, sie bewirkt eine "Fotografische" Kurzzeitpufferung von aufgenommenen Daten. Eine **große, relativ unstrukturierte Datenmenge** wird für einige Sekundenbruchteilen gespeichert.

2. *Kurzzeitgedächtnis*

Physiologisch gesehen kreisen hier elektrochemische **Informationsströme** in Nervenzellenstrukturen (Hebb: Erregerkreise). Eine **kleine Menge** von Informationen (ca. 7 Einheiten wie Buchstaben oder Ziffern) kann für einige Sekunden oder Minuten behalten werden. Durch **Wiederholen** der Daten kann die Zeitspanne verlängert werden. Weitere Informationen können die gespeicherten verdrängen. Durch Bündeln von Informationen (Chunking) kann die Aufnahmekapazität erhöht werden.

3. *Langzeitgedächtnis*

Chemische **Veränderungen** in den Nervenzellen speichern dauerhaft Informationen. Dies zeigen Messungen einer Erhöhung des Gehirngewichts nach entsprechendem Training sowie einer Erhöhung des Anteils an Ribonukleinsäure nach Lernvorgängen. Es werden **hochstrukturierte** Informationen gespeichert.

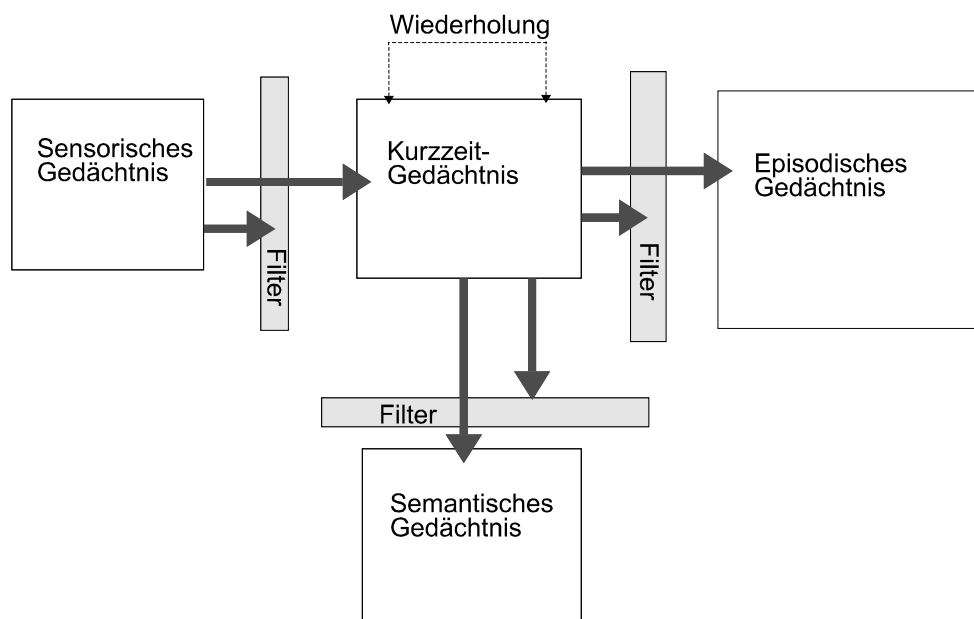


Abbildung 4: Modell des Gedächtnisses

Man kann nach [Tulving 1972] zwei Teile unterscheiden:

- Ein **Semantisches** Gedächtnis, in dem das stabile Wissen über die Bedeutung von Worten und Regeln, Verständnis über den Gebrauch von Sprache, Verhaltensstrategien usw. gespeichert ist, und
- ein **Episodisches** Gedächtnis, das spezifische, an Ort und Zeit gebundene persönliche Erinnerungen enthält.

In jedem Fall kann man das Langzeitgedächtnis als ein **Netz** zusammenhängender Informationen sehen.

Ein mögliches Modell für das menschliche Gedächtnis zeigt

Fazit für den Unterricht:

- Möglichst baldiges Wiederholen neuer Stoffe, solange sie noch im Kurzzeitgedächtnis liegen
- Klare, eventuell mehrmalige Strukturierung dargebotener Sachverhalte,
- Kopplung von semantischer und episodischer Speicherung durch Anknüpfung an persönliche Erlebnisse der Schüler.

2.7 Aufmerksamkeit

Unter Aufmerksamkeit versteht man das Bewußtsein, daß ein Prozeß abläuft oder ein Objekt vorhanden ist. Die Aufnahmefähigkeit des Gedächtnisses wird stark vom Grad dieser Aufmerksamkeit beeinflusst.

Abgesehen von elementar wichtigen Daten (z.B. unserem Namen) registrieren wir vor allem solche, auf die wir aufmerksam sind. (Selektive Aufmerksamkeit). Werden zu viele Daten ohne Aufmerksamkeit dargeboten, reagiert der Organismus in der Regel mit Aggression (Hintergrundlärm, "Lärm macht krank").

Es gibt eine **Filtertheorie** (Broadbent), die von sequentieller Verarbeitung der Input-Daten ausgeht, und eine **Filter-Amplituden-Theorie** (Deutsch, Deutsch und Treisman), die auch parallele Verarbeitung zuläßt. Beide gehen davon aus, daß die Unmenge der auf einen Menschen einströmenden Daten vor dem Erreichen des Bewußtseins nach bestimmten Kriterien gefiltert und u.U. untereinander in Beziehung gesetzt wird.

Nach dem **Kapazitätsmodell** von Kahneman ist die Menge an Informationen, die zu einem Zeitpunkt behandelt werden kann, eine Funktion der Anstrengung. Verschiedene Input-Reize können also leichter gleichzeitig bearbeitet werden als sehr ähnliche.

Der Lehrende muß das größtmögliche Maß an Aufmerksamkeit aufbauen und aufrechterhalten, also

- Störungen vermeiden,
- Ermüdung berücksichtigen (Pausen!),
- Wichtiges betonen (Medien!),
- ruhige Atmosphäre schaffen.

2.8 Lernstörungen-*

Folgende Transfer- und Speicherungsprobleme können den Lernvorgang behindern:

Name	Beschreibung	Ursache/Zweck	Vermeidung
passives Vergessen	Erregungen oder biochemische Muster verschwinden von selbst	Freigabe veralteter Informationen	Wiederholung, Übung
aktive Hemmungen (retroaktiv / rückwirkend bzw. proaktiv/vorauswirkend)	unmittelbar aufeinanderfolgende Lernvorgänge können sich gegenseitig stören	Schutz vor der Überlastung des Gehirns	Pausen, Abwechslung, Portionierung
Ranschburgsche Hemmung	das zeitlich benachbarte Lernen ähnlicher Gegenstände kann durch zu deren dauerhafter Verwechslung führen	Einordnungsprobleme	Abwechslung in den Themen und Methoden
Verzerrung	beim Einordnen in das Langzeitgedächtnis können Umstrukturierungen in Richtung einer Ähnlichkeit mit Bekanntem stattfinden	Einordnungserleichterung	Erleichterung der Einordnung durch - Anschaulichkeit, Betonung neuer Sachverhalte
Verdrängung	für das "Seelenheil" gefährliche Informationen werden versteckt	Schutz vor seelischen Problemen	positive emotionale Belegung der Unterrichtsthemen, Verbalisierung von Tabus und Problemen, keine Strafen

2.9 Literatur

Anderson J.R.: Cognitive Psychology and its Implications. Freeman & Co, New York, Oxford, 1985. In deutscher Sprache: Kognitive Psychologie. Eine Einführung. Spektrum Verlag, Heidelberg, 1989²

Benesch Hellmuth: Dtv-Atlas zur Psychologie 1. Dtv, Stuttgart 1994⁴

Dubs R.: Konstruktivismus: Einige Überlegungen aus der Sicht der Unterrichtsgestaltung. In: Zeitschrift für Pädagogik, 41.Jg., 1995, Heft 6.

Edelmann W.: Lernpsychologie - Eine Einführung. Urban & Schwarzenberg München-Weinheim 1986²

Gerstenmaier J., Mandl H.: Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. In: Zeitschrift für Pädagogik, 41.Jg., 1995, Heft 6.

Gagné R.M.: Die Bedingungen des Menschlichen Lernens. Hannover 1969

Lefrancois G.R.: Psychologie des Lernens. Springer Heidelberg 1994³

Michel C., Novak F.: Kleines Psychologisches Wörterbuch Herder, Freiburg I.Br. 1975

Piaget J.: The stages of the intellectual development of the child. In: Bulletin of the Menninger School of Psychiatry, March 6, 1961

Reinmann-Rothmeier G., Mandl H.: Lernen auf der Basis des Konstruktivismus. In: Computer und Unterricht 23/1996.

Roth H.: Pädagogische Psychologie des Lehrens und Lernens. Hannover 1983

Tulving E.: Episodic and semantic memory. In: Tulving E., Donaldson W. (Eds.): Organization of memory. Academic Press, New York, 1972.