



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
ILMENAU

**Psychologische und didaktische Grundlagen
des Einsatzes von Bildungsmedien**

Paul Klimsa, Anja Richter

Nr. 06

Dezember 2001

Diskussionsbeiträge

INSTITUT FÜR MEDIEN- UND
KOMMUNIKATIONSWISSENSCHAFT



Psychologische und didaktische Grundlagen des Einsatzes von Bildungsmedien

Paul Klimsa, Anja Richter

Nr. 06

Dezember 2001

Herausgeber: Der Rektor der Technischen Universität Ilmenau
Redaktion: Institut für Medien- und Kommunikationswissenschaft,
Prof. Dr. Rüdiger Grimm
ISSN 1617-9048

Psychologische und didaktische Grundlagen des Einsatzes von Bildungsmedien

Paul Klimsa
Anja Richter

1 Lernen und kognitive Prozesse

Denken, Lernen, Gedächtnis, Wahrnehmung, Aufmerksamkeit oder Sprache werden mit dem Begriff „kognitive Prozesse“ subsumiert. Alle diese Prozesse lassen sich zwar für die Forschungszwecke isolieren, doch letztendlich sind sie alle nur Aspekte der menschlichen Kognition (lat. *cognitio*), also der Art und Weise, wie wir Menschen Erkenntnisse über die Welt, in der wir leben, gewinnen. Vor allem im 20. Jahrhundert wurden mehrere Theorien darüber aufgestellt, wie diese Erkenntnisse zustande kommen. Diese Erkenntnisse sind keineswegs objektiv, sondern sind von vielen elaborierten Funktionen abhängig, die uns Menschen als Lebewesen charakterisieren. Seit den 60er Jahren des letzten Jahrhunderts werden immer mehr Arbeiten veröffentlicht, die sich dieser Problematik widmen. Kognitive Prozesse und speziell das Lernen wurden dabei aus verschiedenen Perspektiven beleuchtet.

So beispielsweise wendet sich die Arbeit von Dreyfus und Dreyfus kritisch gegen die auf Informationsverarbeitung basierenden Erklärungen des Lernens, die vor allem bei der Entwicklung und theoretischen Begründung der Künstlichen Intelligenz (KI) Bedeutung erlangten. Phänomenologische Erklärungen des Lernvorgangs sind auch deswegen interessant, weil sie Grenzen mediengestützten Lerntechniken markieren. Die verbreitete Akzeptanz der These, dass das Lernen des Menschen als Informationsverarbeitung dargestellt werden kann, hat die Annahme begünstigt, man könne Systeme konstruieren, die menschliche kognitive Fähigkeit aufweisen, vor allem die des Denkens. Eine Generation von Wissenschaftlern hat ihre Forschungsarbeit den Problemen der Künstlichen Intelligenz (KI) gewidmet und überlegt, wie entsprechende synthetische Systeme aufgebaut werden sollen.

Das einfachste Schema der Informationsverarbeitung geht von drei Komponenten aus: dem Input, der Verarbeitung von Informationen und dem Output. Die maschinelle Informationsverarbeitung wurde als die Entsprechung der menschlichen Informationsverarbeitung

betrachtet, was die Annahme nahelegte, es seien »intelligente« maschinelle Systeme möglich, die höheren geistigen Prozesse imitieren könnten. Die Prognosen der jungen Wissenschaft der KI waren am Anfang der sechziger Jahre sehr optimistisch. Sogar Kritiker der Künstlichen Intelligenz räumten dem Ansatz große Bedeutung ein. Einer der Kritiker — Weizenbaum — meinte sogar: »Es ist technisch machbar, ein Computersystem zu bauen, das Patienten interviewt, die in einer psychiatrischen Klinik für ambulante Fälle um Hilfe nachsuchen, und das deren psychologische Profile erstellt — komplett mit Tabellen, Graphen und natürlichsprachigen Kommentaren.« (Weizenbaum, 1977)

Dreyfus und Dreyfus (1988) knüpfen an die populären Prognosen und gängige Erwartungen kritisch an, und führen aus, dass maschinelle Systeme — konkret die auf den gegenwärtig verbreiteten Computern basierende Expertensysteme — nie die Aufgabe der menschlichen Experten übernehmen können, da sie sich nicht mit menschlicher Intuition und menschlichem Expertentum messen können. Um die Differenzen zwischen den Computern als »logischen Denkmaschinen« zu verdeutlichen, betrachteten Dreyfus und Dreyfus die Lernvorgänge beim Menschen und stellten somit eine neue — von der Informationsverarbeitung abweichende — Sichtweise des Lernens auf.

Zunächst beschreiben sie zwei Arten des Wissens:

1. Know-how als intuitiv mit Hilfe von Erfahrung aufgebautes Wissen und
2. Know-that als logisch mit Hilfe von Fakten oder Regeln aufgebautes Wissen.

Unzählige Fertigkeiten und Fähigkeiten der Menschen basieren auf dem *Know-how-Wissen*, das man nur durch ständige Übung beibehalten kann. Dreyfus betrachtet den Prozess des Erwerbs von Fertigkeiten als einen Übergang von *Know-that* zum *Know-how*. Jeder Mensch durchläuft dabei fünf Stufen, »in denen er seine Aufgabe und/oder Modalitäten seines Entscheidungsprozesses jeweils in einer qualitativ anderen Weise wahrnimmt.« Beobachtet wurde dabei der Prozess des Fertigkeiten-Erwerbs bei Flugzeugpiloten, Schachspielern, Autofahrern und bei Erwachsenen, die eine zweite Sprache lernen. Ein genaues Beobachtungs-Design wird dabei nicht näher expliziert. Bestätigung erfuhr das Lernmodell durch das Datenmaterial, das von Benner (1984) über den Wissenserwerb bei Krankenschwestern gesammelt wurde.

Die fünf Stufen, die Dreyfus und Dreyfus darstellen, sind: Anfänger (*Novice*), Fortgeschrittener Anfänger (*Advanced Beginner*), kompetent Handelnder (*Competent*), gewandt Handelnder (*Proficient*) und Experte (*Expertise*).

Stufe eins: Anfänger (Novice)

In der ersten Phase des Fertigkeiten-Erwerbs lernt der Anfänger:

1. objektive Fakten und
2. relevante Muster zu erkennen sowie
3. einfache Regeln über das Zusammenwirken von Fakten und Mustern aufzustellen.

Die Regeln ermöglichen dem Anfänger, seine Handlungen zu bestimmen. Fakten und Muster, die man unabhängig von der jeweiligen Gesamtsituation, in der sie auftauchen, erkennen kann, sind *kontext-frei*. Regeln, die man ohne Rücksicht auf die Gesamtsituation auf kontextfreie Fakten und Muster anwenden kann, heißen folglich *kontext-freie Regeln*. »Die Verarbeitung eindeutig definierter, kontext-freier Elemente durch präzise Regeln bezeichnet man als Informationsverarbeitung.« Mit dieser Stufe des Fertigkeiten-Erwerbs hat sich die Didaktik bislang sehr umfassend beschäftigt.

Stufe zwei: Fortgeschrittener Anfänger (Advanced Beginner)

Die Anwendung der angeeigneten Regeln ermöglicht es dem Anfänger, die ersten eigenen Erfahrungen zu sammeln. In konkreten Situationen kommt er mit bedeutungsvollen Fakten und Mustern in Berührung, die nicht *kontext-frei* sind, und für die objektiven Regeln keine hinreichende Handlungsanleitung darstellen können. Solche *kontext-gebundenen* Fakten und Muster werden als *situational* bezeichnet. Die Handlung kann sich jetzt auf beide Arten von Komponenten beziehen, die *kontext-freien* und die *situationalen*. Erfahrung spielt auf dieser Stufe des Fertigkeiten-Erwerbs eine zentrale Rolle.

Stufe drei: Kompetent Handelnder (Competence)

Auf dieser Stufe des Fertigkeiten-Erwerbs lernen die Menschen, hierarchisch geordnete Strukturen anzuwenden. Die Wahl eines Plans — die diese Stufe charakterisiert — beeinflusst das Vorgehen nachhaltiger als die Anwendung einzelner *kontext-freier* und *situativer* Elemente und die Kenntnis der Regeln. »Der kompetent Handelnde (...) fühlt sich, nachdem er mit der Wahl eines geeigneten Plans gerungen hat, verantwortlich für das Ergebnis seiner Wahl, ist an ihr auch gefühlsmäßig beteiligt.«

Die für diese Stufe charakteristischen Merkmale stimmen mit der Deskription von Denkprozessen aus dem Ansatz der kognitiven Psychologie, dem *Problem-Lösen* (*Problemsolving*) überein. Das *Problem-Lösen* fußt auf der für das Informationsverarbeitungs-Modell signifikanten Annahme, jedes intelligente Verhalten bestehe in einem Schlussfolgern, das sich auf Begriffe und Regeln stütze. Dreyfus und Dreyfus stimmen zwar diesem Ansatz zu, gehen aber darüber hinaus und formulieren:

„Die beiden höchsten Stufen des Könnens, die wir im folgenden detailliert beschreiben wollen, sind gekennzeichnet durch ein rasches, flüssiges und anteilnehmendes Verhalten, das mit dem langsamen, distanzierten Überlegen beim Problem-Lösen kaum signifikante Ähnlichkeiten aufweist.“
(Dreyfus/Dreyfus, 1988, S. 59)

Stufe vier: Gewandt Handelnder (Proficiency)

Das Treffen von distanzierten Entscheidungen wird auf dieser Stufe durch Handeln abgelöst. Ähnliche Situationen in der Vergangenheit als aktive Erinnerung lösen entsprechende Pläne aus, die sich bereits bewährt haben. Es gibt keine Hinweise, dass wir Situationen als Ganzes deswegen erkennen, weil wir deren Merkmale mit Hilfe von Regeln verknüpfen. Vielmehr handelt sich um eine intuitive Fähigkeit, Muster (*Patterns*) zu benutzen, ohne dass sie in Komponenten zerlegt werden müßten. Diese Fähigkeit nennen Dreyfus und Dreyfus *holistisches Erkennen von Ähnlichkeiten (Holistic Similarity Recognition)*.

Stufe fünf: Experte (Expertise)

Auf dieser Stufe des Fertigkeiten-Erwerbs wird das Können eines Menschen zum Bestandteil seiner Persönlichkeit. Die gefühlsmäßige Beteiligung an den Ergebnissen der Handlungen ist stark ausgeprägt. Entscheidungen werden nicht wie in der vorausgegangener Stufe analytisch getroffen sondern intuitiv:

„Wenn wir von Intuition oder Know-how sprechen, so bezeichnen wir damit ein Verstehen, das sich mühelos einstellt, wenn unsere aktuelle Situation vergangenen Ereignissen ähnelt. (...) *Intuition oder Know-how, wie wir es definieren, ist weder wildes Raten noch übernatürliche Inspiration, sondern eine Fähigkeit, die wir immerzu bei jeder alltäglichen Handlung anwenden (...)*“
(Dreyfus/Dreyfus, 1988, S. 52f)

Von der Kategorie der Intuition leiten Dreyfus und Dreyfus ihre Definition des Expertentums ab: „*Wenn keine außergewöhnlichen Schwierigkeiten auftauchen, lösen Experten weder Probleme noch treffen sie Entscheidungen.*“ (Dreyfus/Dreyfus, 1988, S. 55).

Das Verständnis des Wahrnehmungsvorgangs als eines kognitiven Prozesses ist von grundlegender Bedeutung, um die Nutzung von Medien zu fundieren. Für den russischen Neuropsychologen Alexander Lurija (1902 – 1977) beginnt die Wahrnehmung „mit der Zerlegung der vom Gehirn aufgenommenen Wahrnehmungsmannigfaltigkeit in viele Komponenten oder Hinweise, die anschließend kodiert oder synthetisiert werden. Der Prozess von Auswahl und Synthese der entsprechenden Merkmale ist ein aktiver Vorgang; er befindet sich unter dem unmittelbaren Einfluss von Aufgaben, die sich dem Individuum stellen. Er vollzieht sich mit Hilfe vorgefertigter Codes (vor allem der Sprach-Codes), die dazu dienen,

wahrgenommene Merkmale dem richtigen System zuzuordnen und ihnen einen allgemeinen oder kategorialen Charakter zu verleihen.“ (Lurija, 1992, S. 231) Wahrnehmung von bekannten Gegenständen vollzieht sich demnach verkürzt unter Einbeziehung vorangegangener Erfahrungen, die Wahrnehmung von neuen und unbekanntem Gegenständen ist dagegen vollständig und unverkürzt.

Die Wahrnehmung findet zudem stets mit direkter Beteiligung der Sprache statt. Aus diesen Erkenntnissen können wir für die Gestaltung von Lernanwendungen mit Hilfe von Medien folgende Schlussfolgerungen ableiten:

1. Für die Verbesserung der Wahrnehmung ist es notwendig, Sinnbezüge und Assoziationen hervorzurufen. Bei der Präsentation neuen Wissens sollte stets das vorhandene Wissen aktiviert und als Hilfe herangezogen werden.
2. Visuelle Reize sollten mit sprachlichen Codes verknüpft werden.

Abschließend muss betont werden, dass im Lichte der Forschung von Lurija die *Wahrnehmung ein aktiver Prozess* ist. Je komplexer das Wahrgenommene ist, desto umfassender ist die Wahrnehmung selbst. Mit dieser Erkenntnis erhalten didaktische Thesen vom induktiven Vorgehen am Fall (von einfachen Sachverhalten zu komplexen), Praxisorientierung (z.B. praktische — bekannte oder nachvollziehbare — Beispiele als Ausgangspunkt) eine neuropsychologische Fundierung.

Im Prozess der Wahrnehmung spielt die *Aufmerksamkeit* — d.h. die Gerichtetheit und Selektivität psychischer Vorgänge — eine zentrale Rolle. Abgesehen von der elementaren physiologischen Aufmerksamkeit, die für das Wachsein zuständig ist und u.a. durch entsprechende Mechanismen im verlängerten Hirnstamm hervorgerufen wird, ist die komplexe Funktion der Aufmerksamkeit in den höheren Regionen des Gehirns angesiedelt, vor allem im limbischen Kortex und in den Stirnpartien. Die komplexe, willkürliche Aufmerksamkeit wird jedoch nicht biologisch bedingt, sondern vornehmlich durch gesellschaftliche Einflüsse bestimmt:

„Die Aufmerksamkeit beruht demnach auf der Einführung von Faktoren in die komplexe Steuerung selektiver psychischer Aktivität, die nicht durch biologische Reifung des Organismus, sondern vielmehr durch die wechselseitigen Beziehungen des Kindes mit Erwachsenen geschaffen wurden.“ (Lurija, 1992, S. 265)

Für unsere Fragestellung sind vor allem die Erkenntnisse über willkürliche Aufmerksamkeit von großer Bedeutung, da sie uns eine Hilfe bei der Gestaltung von Medien bieten. Vor allem muss hier die Tatsache hervorgehoben werden, dass die Aufmerksamkeitsleistung besonders dann ansteigt, wenn ihr eine *aktive Erwartung vorausgeht* oder die *Aufgabe erschwert wird*.

Praktische Schlussfolgerung aus dieser Erkenntnis lässt sich folglich in zwei Punkten wiedergeben:

1. Neues und Wichtiges sollte stets zuvor angekündigt werden.
2. Von leichten — dem Niveau des Lerners unangemessenen — Aufgaben sollte abgesehen werden.

Zusammenfassung

In der Tabelle (Tab.1) werden die wichtigsten Merkmale der jeweiligen Stufen des Fertigkeiten-Erwerbs nach Dreyfus und Dreyfus zusammengefasst.

Die Kernaussage des Modells von Dreyfus und Dreyfus ist in der Kritik an dem Informationsverarbeitungsansatz zu sehen. Bessere Leistungen sind nicht durch eine Aneignung von einer großen Anzahl von Regeln zu erzielen, die man bewusst reflektiert, sondern durch einen Übergang vom „logischen Verarbeiten atomarer Fakten zum Erkennen von Ähnlichkeiten zwischen einer gegenwärtigen Situation und einer gespeicherten bildähnlichen Repräsentation, die der aktuellen Situation ähnelt — und zwar ohne Zuflucht zu isolierbaren Elementen nehmen zu müssen.“ (Dreyfus/Dreyfus, 1988, S. 98).

<i>Stufe</i>	<i>Komponenten</i>	<i>Perspektive</i>	<i>Entscheidung</i>	<i>Einstellung</i>
Anfänger	Kontext-frei	Keine	Analytisch	Distanziert
Fortgeschrittener Anfänger	Kontext-frei und situational	Keine	Analytisch	Distanziert
Kompetent Handelnder	Kontext-frei und situational	Gewählt	Analytisch	Distanziertes Verstehen und Entscheiden. An Ergebnissen gefühlsmäßig beteiligt
Gewandt Handelnder	Kontext-frei und situational	Erfahren	Analytisch	Teilnehmendes Verstehen, distanzierteres Entscheiden
Experte	Kontext-frei und situational	Erfahren	Intuitiv	Gefühlsmäßig beteiligt

Tab. 1 Fünf Stufen beim Fertigkeiten-Erwerb (Dreyfus und Dreyfus 1988)

Die verbreitete Form des computergestützten Lernens — die linear konzipierten Informationssysteme mit Abfragemodi — können demnach lediglich die anfänglichen Stufen des Lernens abdecken. Betrachtet man andere Formen des computergestützten Lernens und die jeweilige Aktivierung der Lerner, so ergibt sich ein Betrachtungsmuster, mit dem wir die Formen der Software für Bildungszwecke kategorisieren können.

Wenn man die theoretischen Überlegungen zum Entwurf von Lernsoftware betrachtet, so gewinnt man den falschen Eindruck, dass Medien für die Praxis einen vollständigen Ersatz schaffen könnten. Ein Beleg für solche Bemühungen ist nicht zuletzt in dem Versuch zu sehen, Expertensysteme zu konstruieren, die:

1. die Praxis wie menschliche Experten meistern und/oder
2. die Lernprozesse vollständig steuern könnten.

Im Gegensatz zu dieser Auffassung wird hier eine andere Einordnung von Software für Bildungszwecke vorgeschlagen. Diese zweidimensionale Zuordnung soll die Tatsache hervorheben, dass Formen medialer Vermittlung — hier für Lernsoftware betrachtet — dem Lerner stets die Praxisbewältigung erleichtern sollen. Letztendlich kann die Praxis nie vollständig durch Medien ersetzt werden. Ausnahme bildet nur der Fall, bei dem Neue Medien selbst Gegenstand der Praxis sind

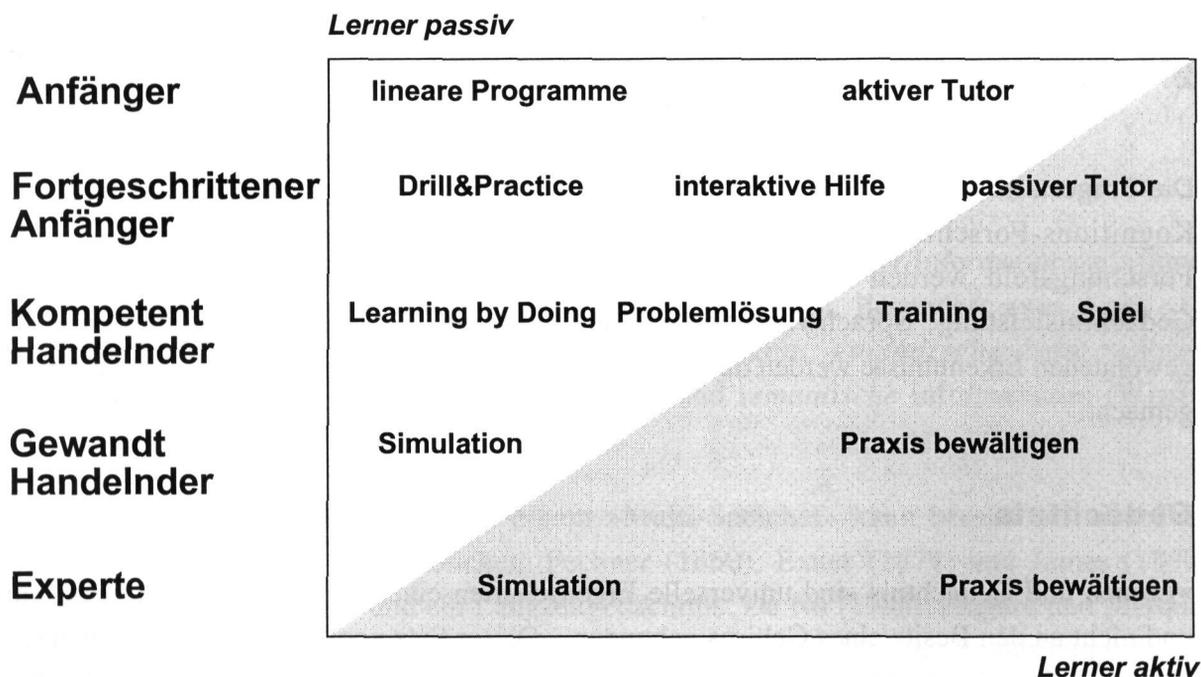


Abb. 1 Stufen des Lernens und Kategorien von computergestützten Lernprogrammen

Aus den Vorstellungen von Lurija über kognitive Prozesse lassen sich einige weitere Schlussfolgerungen ableiten:

1. Gedächtnis ist über alle funktionellen Einheiten des Gehirns verteilt, was u.a. bedeutet, dass der Mensch als Ganzes in den Lernprozess einbezogen werden muss (insbesondere im Hinblick auf das allgemeine, unspezifische Gedächtnis, das in den stammesgeschichtlich älteren Teilen des Gehirns lokalisiert ist).
2. Den Lernern sollte beim Erinnern mit Aktivierungsmöglichkeiten geholfen werden.
3. Jede irrelevante Tätigkeit zwischen dem Zeitpunkt des Einprägens und dem des Abrufens soll vermieden werden. So sollte z.B. jegliches unnötige Aufhalten mit der Bedienung der Benutzeroberfläche (unklare Anweisungen, uneindeutige Navigation) gemieden werden.
4. Lerner sollen zum Wechsel des expressiven und des impressiven Sprechens bewogen werden. Die Nutzung der Sprache soll stärker und breiter erfolgen, als dies bisher in vielen computergestützten Lernprogrammen geschieht.
5. Motivierung — eine konkrete Aufgabe als Ausgangspunkt — sollte bei der Planung und Gestaltung von Lernanwendungen nicht vernachlässigt werden.

An dieser Stelle werden nur einige praktische Schlussfolgerungen aus den Ausführungen von Lurija gezogen, wobei sich der Ansatz — Erkenntnisse der Neuropsychologie und der Lernpsychologie zu übertragen — als besonders fruchtbar erweist.

2 Gehirn und Kognition

Die Fragestellung dieses Abschnittes lautet: Welche Erkenntnisse liefert die Gehirn- und Kognitions-Forschung für das Lernen mit Medien? Exemplarisch für das breite Forschungsfeld werden hier jene Aspekte herausgegriffen, die sich mit Fragen wie Gedächtnisleistung, Sprachwahrnehmung und visuelle Verarbeitung beschäftigen. Die gewonnenen Erkenntnisse werden dann für die Problematik des Lernens mit Medien fruchtbar gemacht.

Gedächtnis

»Lernen und Gedächtnis sind universelle Eigenschaften eines jeden tierischen Organismus und nicht an den Besitz eines Gehirns gebunden.« Dieser Satz von Roth (1991) mag zunächst einiges Befremden hervorrufen, da im verbreiteten Verständnis des Terminus »Gedächtnis« die Existenz eines Gehirns Voraussetzung zu sein scheint. Mit Gedächtnis wird jedoch lediglich die Fähigkeit bei Mensch und Tier definiert, Wahrnehmungen, Erfahrungen und Erlerntes zu speichern und später wieder zu vergegenwärtigen. Gedächtnis ist also eine besondere Leistung von Lebewesen und kein »Organ« oder »Organteil«. Es gibt jedoch keinen Zweifel daran, dass Tiere mit einem Gehirn größere Lern- und Gedächtnisleistungen

erbringen, als solche mit einem nicht zentralisierten Nervensystem. Es besteht außerdem eine Korrelation zwischen der Größe und Komplexität des Gehirns und der Gedächtnis- und Lernleistung.

Die für die siebziger und für den Anfang der achtziger Jahre des letzten Jahrhunderts in der Fachliteratur charakteristische Auffassung vom Gedächtnis geht davon aus, dass sich das Gedächtnis aus drei funktionellen Bestandteilen — auch als Multi-Speicher-Modell bezeichnet — zusammensetzt:

1. *Sensorischer Speicher* = Ultrakurzzeitgedächtnis (UKZG)

Durch Wahrnehmungsorgane gelangt das Abbild der Wirklichkeit für bis zu einer Sekunde in den sensorischen Speicher, der für diese kurze Zeit große Informationsmengen aufbewahren kann. Damit wird der Prozess der Mustererkennung und der Aufmerksamkeit erst ermöglicht.

2. *Kurzzeitspeicher* = Kurzzeitgedächtnis (KZG)

Besondere Aufmerksamkeit einer Information gegenüber ermöglicht die Aufnahme in das Kurzzeitgedächtnis, das für ca. 15 Sekunden etwa sieben Elemente (plus minus zwei) behalten kann (vgl. Miller, G. A. (1956), *The Magical Number Seven, Plus or Minus Two. Some limits on our capacity for processing information.* In: *Psychological Review* 63/1956, S. 81 ff.). Durch Wiederholung der Information kann man sie im KZG unbegrenzt halten. Neu eingehende Informationen ersetzen jedoch in der Regel ältere Informationen.

3. *Langzeitspeicher* = Langzeitgedächtnis (LZG)

Der Langzeitspeicher hat keine Begrenzung in der Menge der Informationsaufnahme. Die Speicherung von Informationen erfolgt permanent. Besonders zwei Arten von Informationen verdienen dabei Aufmerksamkeit: *episodische* Informationen (Erinnerungen an vergangene Handlungen) und *semantische* Informationen (Wissen über die Umwelt).

Die Vorstellung vom Gedächtnis als einem »Multi-Speicher« kann bereits auf eine über hundertjährige Tradition zurückblicken. Fechner (1860), Exner (1879) und James (1890) unterschieden ein Kurzzeit- und ein Langzeitgedächtnis. De Nó (1938), Hilgard und Marquis (1940) sowie Hebb (1949) lieferten wichtige Argumente für die Bestätigung dieser hypothetischen Struktur des Gedächtnisses. Dieses Gedächtnismodell (Abb. 2) hatte selbstverständlich einen konkreten Einfluss auf Lerntheorien. Eine der Thesen besagt beispielsweise, dass eine Information alle Gedächtnisstufen durchlaufen muss, um gespeichert zu werden. Mit dieser Annahme lassen sich jedoch viele kognitive Leistungen — z.B. die Mustererkennung — nicht erklären.

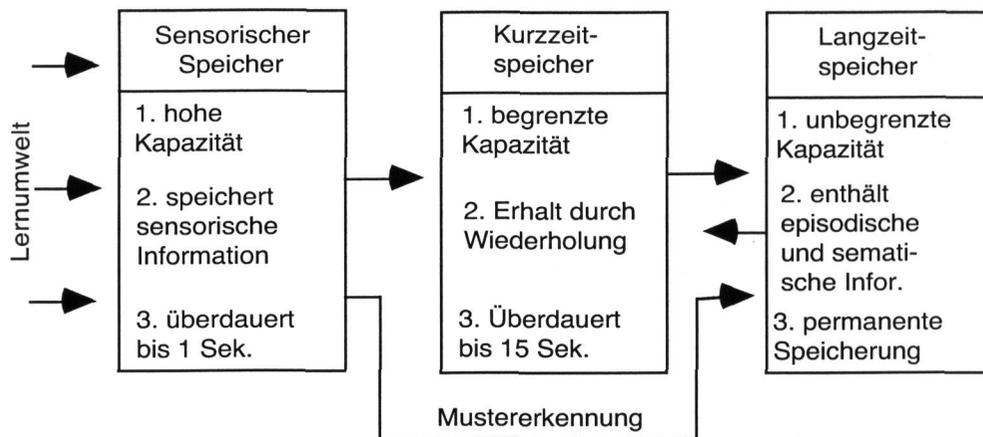


Abb. 2 Das Multi-Speicher-Modell (Quelle: Wessells 1984)

Die Vorstellung vom Gedächtnis als einer Entität setzt sich in den letzten Jahren in der Forschung durch. Die Bemühungen konzentrieren sich weniger auf die Erforschung von einzelnen Gedächtnisspeichern als vielmehr auf die Art und Weise, wie die der Gedächtnisleistung zugrundeliegenden Prozesse ablaufen. Somit wird der sensorische Speicher nicht als eine eigenständige Art des Gedächtnisses betrachtet, sondern als ein frühes Stadium der Informationsverarbeitung. Das Modell der sieht beispielsweise vor, dass die Informationen in mehreren Ebenen verarbeitet werden. Auf jeder Stufe erfolgt ein höheres Ausmaß an kognitiver und semantischer Analyse.

Das Modell beruht auf der Beobachtung, dass eine semantische Informationsverarbeitung eine bessere Retention zur Folge hat als eine nichtsemantische Verarbeitung. Eine Reihe von Tests zeigte jedoch bald, dass diese Beobachtung keine Allgemeingültigkeit besitzt, was eine teilweise Revision notwendig machte. Craik und Tulving (1975), die Autoren des Modells, gingen nun davon aus, dass die Retention nicht von der Tiefe, sondern von der Elaboriertheit und Reichhaltigkeit der Enkodierung abhängt.

Das Multi-Speicher-Modell erhielt auch durch weitere Modelle Konkurrenz. Man geht u.a. davon aus, dass neben einem *Assoziationsgedächtnis* ein *Arbeitsgedächtnis* für menschliche Denk- und Handlungsleistungen verantwortlich ist. Das *Assoziationsgedächtnis* nimmt Fakten und Vorstellungen langfristig auf, das *Arbeitsgedächtnis* macht es möglich, auf das Wissen des *Assoziationsgedächtnisses* zuzugreifen. Sprachverständnis, Lernen und Denken sind Gehirnleistungen, die ohne Vermittlung des *Arbeitsgedächtnisses* nicht möglich wären (Goldman-Rakic, P. S., 1992).

Zusätzlich ist anzumerken, dass Lernen und Gedächtnis eng verwandte Begriffe darstellen. Wenn Lernen als Erwerb neuen Wissens durch Erfahrung definiert werden kann, so bedeutet Gedächtnis die Fähigkeit, dieses Wissen wiederauffindbar zu bewahren. Wenn es verschiedene Formen des Wissenserwerbs gibt, so müssten auch unterschiedliche Formen des Gedächtnisses differenzierbar sein. Einige Wissenschaftler gehen hier beispielsweise von zwei Lernarten aus: dem *expliziten* und dem *impliziten* Lernen. Das bewusste Registrieren

eines Sachverhaltes wird dabei als *deklarativer* oder *expliziter Lern- und Gedächtnis-Aufbau* definiert. Lern- und Gedächtnis-Aufbau, der ohne Beteiligung von Bewusstsein entsteht, wird als *nicht-deklarativer* oder *impliziter Lern- und Gedächtnis-Aufbau* bezeichnet. Während das explizite Lernen schnell gehen kann — oft werden dabei die gleichzeitig entstehenden Reize assoziiert —, läuft das implizite Lernen langsam ab, und der Lernvorgang muss mehrmals wiederholt werden, damit die Inhalte vom Gedächtnis aufgenommen werden können. Die beim expliziten Lernen beteiligten Gedächtnissysteme nehmen außer einem bestimmten Ereignis auch seine Umstände und begleitenden Einzelheiten auf. Implizites Lernen und das damit verknüpfte Gedächtnis kann man vor allem darin erkennen, dass jemand etwas besser beherrscht als zuvor, ohne allerdings angeben zu können, was er eigentlich gelernt hat.

Aus zahlreichen Forschungsexperimenten ist bekannt, dass die Erinnerungsleistung für Worte und Bilder unterschiedlich ist. An der Universität Rochester wurden Versuchspersonen 2560 Dias jeweils 10 Sekunden lang gezeigt. Zwei Versuchspersonen sahen innerhalb von vier Stunden 1280 Bilder pro Tag, die restlichen Probanden sahen 640 Bilder täglich an vier aufeinanderfolgenden Tagen. Eine Stunde nach dem Ende der letzten Sitzung erkannten alle Versuchspersonen unter 280 Paaren von Diapositiven — wobei jeweils ein Dia neu war — die zuvor gesehenen Bilder zu 85% bis 95% korrekt (Haber, 1970). Eine weitere Untersuchung von Paivio (1971) zeigte, dass die Gedächtnisleitung in bezug auf Bilder wesentlich ausgeprägter ist als für konkrete oder abstrakte Substantive. Beiläufig gelernte Bilder konnten nach einer Woche besser erinnert werden als absichtlich eingeprägte abstrakte Substantive nach fünf Minuten. Bereits solche Ergebnisse — die Forschungslage zu diesem Thema ist viel breiter als dies an dieser Stelle diskutiert werden kann — sprechen dafür, dass es in vielen Fällen sinnvoller ist, beispielsweise vom Wort- und Bildgedächtnis zu sprechen als vom Ultrakurzzeit-, Kurzzeit- und Langzeitgedächtnis.

Das Gedächtnis wird zudem oft als ein Speicher (Computerspeicher) angesehen. Die Vorstellung, beim Lernen werde Information gespeichert, die wie aus einem Archiv abgerufen werden kann, ist bis heute verbreitet. Von Foerster hat auf die Unzulänglichkeit solcher Analogien mit folgender Argumentation hingewiesen:

„Unglücklicherweise gibt es einen ganz entscheidenden Denkfehler dieser Analogie: Diese Systeme speichern Bücher, Tonbänder, Mikrofiches oder andere Formen von Dokumenten und daher natürlich keine `Information`. Und diese Bücher, Tonbänder, Mikrofiches oder andere Dokumente sind es, die abgerufen werden, und die dann die gewünschte `Information` liefern, wenn sie von jemanden gelesen oder gesehen werden. Wenn man *Träger* potentieller Information mit *Information* verwechselt, dann orientiert man das eigene intellektuelle Sehfeld genau so, dass das Problem der Kognition auf den blinden Fleck projiziert wird und — bequemerweise — verschwindet. Würde man nämlich das Gehirn ernsthaft mit einem dieser Systeme der Speicherung von Dokumenten vergleichen und den Unterschied nur im Ausmaß seiner Speicherleistung und nicht in der Qualität seiner Arbeitsprozesse sehen, dann

erforderte eine solche Theorie einen mit kognitiven Kräften ausgestatteten Dämon, der das gewaltige Speichersystem durchheilt, um die Information für den Träger des jeweiligen Gehirns herauszuziehen, die dieser für sein Überleben braucht.“ (von Foerster, 1991, S. 59).

Die Bemühungen der kognitiven Psychologie konzentrierten sich insbesondere in der Mitte der 70er Jahre des letzten Jahrhunderts auf die Erforschung mentaler Schemata, ihrer Organisation im Langzeitspeicher und solcher Prozesse, durch die das Speichern und das Wiederbereinstellen mentaler Schemata möglich war. Für die Reichweite der wissenschaftlichen Forschung bedeutete das praktisch, dass ausschließlich Verarbeitung, Speicherung und Organisation statischer mentaler Software untersucht wurde, die gegenüber den funktionalen Eigenschaften des Gehirns autonom war. Nach dem aktuelleren Kenntnisstand der Forschung wird das Gedächtnis weder als eine Reihe von Engrammen noch als biochemisch begründete Ablagerungen im Gehirn angesehen, sondern als eine im Gehirn allgegenwärtige Funktion, die sich in jeder der 10^{11} mal 10^4 Synapsen befindet.

Zusammenfassend kann folgendes hervorgehoben werden:

1. Unter zahlreichen Vorschlägen für die Funktionsweise des Gedächtnisses scheint die Annahme über Arbeitsspeicher und Assoziationsspeicher sinnvoller zu sein als die Betrachtung des Gedächtnisses als eine Zusammensetzung von drei Komponenten (Ultrakurzzeit-, Kurzzeit- und Langzeitgedächtnis). Es ist auch weniger relevant zu wissen, nach welchem Zeitraum die Verankerung im Gedächtnis stattfindet, sondern vielmehr ist die Frage zu beantworten, welche Faktoren die Merkprozesse begünstigen (z.B. Wachheit und Aufmerksamkeit des Lerners oder Ordnung und Kohärenz von Strukturen und Ereignisfolgen).
2. Es muss beim Medieneinsatz berücksichtigt werden, dass es mehrere Arten von Gedächtnisleistungen gibt. So ist zum Beispiel das Erinnerungsvermögen von visuellen Reizen (sog. Bildgedächtnis) viel leistungsfähiger als das Erinnerungsvermögen von abstrakten Begriffen (sog. Wortgedächtnis). Die jeweils stark abweichende Leistung soll bei der Gestaltung von Lernprozessen mit Medien nicht aus dem Blickfeld verloren werden.
3. Gedächtnis-Aufbau, der ohne Beteiligung von Bewusstsein vor sich geht, nennen wir impliziten Gedächtnis-Aufbau. Das bewusste Registrieren eines Sachverhaltes nennen wir deklarativen oder expliziten Gedächtnis-Aufbau. Für den Einsatz von Medien ist die Unterscheidung zwischen den beiden Lern- und Gedächtnisformen von grundlegender Bedeutung. Zur Erinnerung: Während das explizite Lernen schnell gehen kann, läuft das implizite Lernen langsam ab und der Lernvorgang muss mehrmals wiederholt werden, damit die Inhalte vom Gedächtnis aufgenommen werden.

4. Die Neuen Medien ermöglichen einen computergesteuerten Einsatz von Ton und Bild. Es sind daher für die erfolgreiche Nutzung von Medien zwei Aspekte der Kognition besonders interessant: Welche Erkenntnisse der Sprachforschung lassen sich auf die Frage des Medieneinsatzes übertragen?

Sprache und Sprachwahrnehmung

Den Begriff der Sprache prägnant zu erläutern, stellt keine einfache Aufgabe dar. Unter dem Vorbehalt einer starken Simplifikation können wir unter Sprache die Fähigkeit verstehen:

„...Wörter zu gebrauchen — oder Gebärden, falls es sich um Sprache für Gehörlose handelt — und sie so zu Sätzen zu verbinden, dass unsere gedanklichen Konzepte oder Begriffe sich anderen Menschen mitteilen lassen.“
(Damasio, A. R. / Damasio, H., 1992).

Dazu gehört auch die Fähigkeit, die von anderen mitgeteilten Worte zu verstehen, d.h. zu erfassen und in Begriffe umzuwandeln. Rosenfield (1992, S. 113) geht im Verständnis der Sprache weiter und formuliert:

„Die Sprache verbindet und abstrahiert Bilder, und sie stellt Beziehungen her; sie entfernt uns vom Augenblick und schafft Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. Sie bereichert unsere Wahrnehmung der unzähligen Wege, auf denen unsere Erfahrungen mit der Welt organisiert sein können; und sie kann auch selbst eine Welt schaffen.“

Die Ergebnisse neuerer Forschung in bezug auf Sprachwahrnehmung hat Eimas (1990) zusammengefasst. Wie Experimente bestätigen, nehmen Menschen Sprache in ihrer bedeutungsunterscheidenden Funktion — also kategorial — und nicht dank der Variation akustischer Parameter wahr. Die Ergebnisse einer Studie, die die kategoriale Wahrnehmung bestätigt, liefern dazu die Bestätigung. Für die Untersuchung sollten Kinder einen künstlichen Laut mit einer bestimmten Stimmeinsatz-Zeit als einen stimmhaften (BAH) oder stimmlosen (PAH) Konsonanten einordnen. Doch anstatt der erwarteten linearen Verschiebung der entsprechender Prozentanteile zeigen die Ergebnisse, dass die Kinder bei einer Stimmeinsatz-Zeit von unter 30 Millisekunden den Stimulus fast ausschließlich als stimmhaft identifizieren; liegt die Stimmeinsatz-Zeit über 30 Millisekunden, so entscheiden sich die Probanden für einen stimmlosen Konsonanten. Die Untersuchung von Wolf — bestätigt auch von Lisker und Abramson — deutet darauf hin, dass „Sprachwahrnehmung eher durch Wahrnehmungskategorien als durch kontinuierliche Abstufungen in den akustischen Eigenschaften des Sprachsignals bestimmt ist.“ Das Ergebnis dieses Experimentes ist u.a. auch deswegen erwähnenswert, da es zeigt, dass Sprache nicht passiv sondern aktiv wahrgenommen wird. Insofern bestätigt es die Annahmen, dass Wahrnehmung stets ein aktiver Vorgang ist, der nicht ein Abbild der Realität erzeugt, sondern vielmehr eine eigene Wirklichkeit hervorbringt.

Der Wahrnehmungsvorgang wird außerdem vom akustischen Kontext beeinflusst, doch insgesamt stellt Eimas fest, dass der komplexe Mechanismus der kategorialen Wahrnehmung ein Individuum befähigt, „die Phoneme, trotz großer Variationen in wesentlichen akustischen Parametern, sicher zu erkennen.“ Das Erlernen einer Sprache lässt sich als Erwerb der Fähigkeit zum Verallgemeinern oder zum Kategorisieren charakterisieren.

Fassen wir kurz zusammen. Die Sprache bedeutet die Fähigkeit,

1. Konstrukte zu formulieren und mitzuteilen;
2. mitgeteilte Konstrukte zu erfassen und in Begriffe (eigene Konstrukte) umzuwandeln;
3. Bilder zu abstrahieren und zeitliche Perspektiven zu schaffen;
4. Wahrnehmung zu ergänzen oder anzuleiten.

Außerdem ist Sprache auch als *ein Prozess des Kategorisierens* zu begreifen.

Nach neueren Theorien basiert das Phänomen der Sprache auf drei Gruppen von Strukturen im Gehirn, die sich wechselseitig beeinflussen. Damasio und Damasio (1992) vermuten die Existenz von drei zusammenhängenden Systemen. Sie unterscheiden dabei:

Das erste System

Ein Zusammenwirken neuronaler Systeme in beiden Hemisphären ist für den nichtsprachlichen Austausch — vermittelt durch sensorische und motorische Systeme — zuständig; diese nichtsprachlichen Darstellungen werden nach Kategorien (Gestalt, Farbe, Reihenfolge usw.) geordnet. Aufeinanderfolgende Ebenen von Kategorien bilden die Grundlage für Abstraktionen und Metaphern.

Das zweite System

Eine kleinere Anzahl neuronaler Systeme — vornehmlich in der linken Hemisphäre — repräsentiert Phoneme, deren Kombinationen und syntaktische Regeln. Werden diese Systeme vom Individuum aktiviert, so bilden sie gesprochene oder geschriebene Sprache; werden sie von außen durch Schrift oder gesprochene Sprache aktiviert, so leiten sie die ersten Schritte zur Verarbeitung der visuellen und auditiven Sprachsignale ein

Das dritte System

Die dritte Gruppe von Strukturen vermittelt zwischen den ersten beiden Systemen. Hier wird z.B. ein Begriff aufgenommen und das Hervorbringen von Wortformen veranlasst.

Berücksichtigt man das von Damasio und Damasio vorgelegte Modell, so erscheinen einige frühere Untersuchungen in einem neuen Licht. So wies die Untersuchung von Düker und Tausch (1957) aus, dass die Veranschaulichung mit dem Behaltensgrad der Unterrichtsinhalte stark korreliert. Die Behaltensleistung lag bei der Gruppe, die einen realen Gegenstand betrachten durfte, gegenüber der Kontrollgruppe um 32% höher. Insgesamt zeigte die Untersuchung, dass der Behaltensgrad dann ansteigt, wenn die sprachlich-akustische Vermittlungsform durch mediale Formen ergänzt wird. Die Behaltensleistung steigt an:

- um 9,5% bei zusätzlichem Einsatz von Bildern
- um 20% bei zusätzlicher Verwendung von Modellen
- um 40,7% bei gleichzeitiger Verwendung eines realen Gegenstandes

im Verhältnis zu der nur sprachlich-akustisch angesprochenen Kontrollgruppe. Die Bedeutung des ersten Systems — vermittelt zwischen sensorischen und motorischen Systemen — scheint für den Grad des Behaltens besonders bedeutsam zu sein. Damasio und Damasio (1992, S. 90) fassen diesen Sachverhalt — in bezug auf Komponenten eines Begriffes — folgendermaßen zusammen:

„Das Gehirn speichert begriffliche Konzepte in Form von quasi schlummernden Aufzeichnungen. Werden diese reaktiviert, können sie die unterschiedlichen Empfindungen und Handlungen wachrufen, die mit einem bestimmten Objekt oder einer Kategorie von Objekten zusammenhängen. Zum Beispiel kann Kaffeetasse nicht nur visuelle und taktile Darstellungen ihrer Form, Farbe, Oberflächenbeschaffenheit und Wärme hervorrufen, sondern auch den Geruch und Geschmack von Kaffee sowie den Weg, den Hand und Arm zurücklegen müssen, um die Tasse vom Tisch an die Lippen zu führen. Obwohl all diese Repräsentationen in unterschiedlichen Hirnregionen reaktiviert werden, geschieht ihre Rekonstruktion nahezu gleichzeitig.“

Zweifelsohne trägt die sprachliche Kompetenz zum Lernerfolg bei. Seit den sechziger Jahren wurden — vornehmlich in den USA — Programme zur sprachlichen Förderung entwickelt. So sah eines der für Kinder entwickelte Programme folgende Ziele vor:

1. Selektive Aufmerksamkeit schulen (Unterschiede zwischen Dingen benennen zu lassen);
2. Relevante „innere Sprache“ fördern (Objekte still bezeichnen und dann laut wiedergeben lassen);
3. Wort vom bezeichneten Gegenstand trennen (Handlungsanweisungen sprachlich wiederholen und erst dann ausführen);

4. Fähigkeit zum Klassifizieren fördern (zusammengehörende Objekte zu Klassen verbinden lassen);
5. Das Bewusstsein wecken, dass man über Sprache als Instrument verfügt (Aufforderung zur Formulierung von sprachlichen Anweisungen).

Lassen sich ähnliche Programme auch für Erwachsene formulieren und im Zusammenhang mit dem Medieneinsatz nutzen? Sicherlich gehen die meisten sog. interaktiven Lernprogramme nicht auf die sprachliche Kompetenz der Lerner in einem angemessenen Umfang ein.

Visuelle Verarbeitung

Die Gestaltpsychologen formulierten eine Reihe von Wahrnehmungsgesetzen — sog. Gestaltgesetze —, die als ein Versuch zu werten sind, die Wahrnehmungsprozesse zu analysieren und die festgestellten Phänomene zu erklären. Die Erklärung der vorgefundenen Wahrnehmungsphänomene war für die Wissenschaft von großer Bedeutung, da daran die grundlegende Frage geknüpft ist, wie wir über die Umwelt Erkenntnisse gewinnen. In zahlreichen Experimenten stellte man fest, dass die Wahrnehmung keine einfache Abbildung der Wirklichkeit darstellt, sondern im hohen Masse von der Struktur und Organisation des menschlichen Nervensystems abhängt. Da unter den Wahrnehmungssystemen das „visuelle System“ am besten untersucht worden ist, wenden wir uns der Theoriebildung zur visuellen Reizverarbeitung zu.

Die bis Mitte der 1970er Jahre vorherrschende Theorie besagte, dass das von Objekten abgestrahlte Licht einen visuellen Code darstellt. Das Objekt wird auf der Netzhaut (fotografisch) abgebildet und an den visuellen Kortex weitergeleitet, der die visuelle Information dekodiert (Sehen). Das Verstehen des Gesehenen interpretierte man als einen unabhängigen Vorgang, bei dem die visuellen Reize mit älteren verglichen werden. Sehen und Verstehen wurden als voneinander unabhängige Funktionen interpretiert. Bestätigung der Theorie lieferte die Tatsache, dass die Netzhaut ausschließlich mit einem einzigen Gebiet des Gehirns verbunden ist (Sehrinde — *Area striata*). Wie jedoch Untersuchungen der letzten Jahre zeigen, sind für verschiedene visuelle Reize mehrere parallel arbeitende Systeme zuständig: eines für Bewegung, eines für Farbe und zwei für die Form (dynamische Form, farbige Form). Untersuchungen an Patienten mit Läsionen der entsprechenden visuellen Systeme führten außerdem zu der Annahme, dass jeder Teil des visuellen Systems die ankommende Information aktiv umsetzt und somit zur bewussten Wahrnehmung beiträgt. Ein Beispiel für die Integration des visuellen Systems ist das sog. *Kanizsa-Dreieck*, dessen Konturen von einem normal funktionierenden Kortex ergänzt werden (Abb.3).

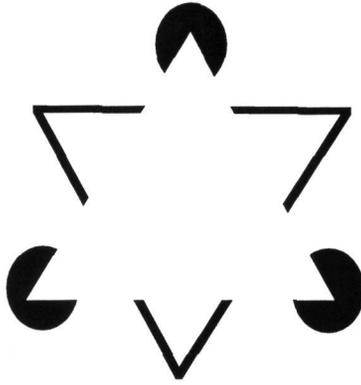


Abb. 3 *Das Kanizsa-Dreieck (Zeki 1992)*

Die Trennung des visuellen Systems in mehrere parallel arbeitende Subsysteme wird auch von anderen Forschern bestätigt. Exemplarisch wollen wir auf die Arbeit von Livingstone (1990) verweisen, die sich mit visuellen Effekten beschäftigte, mit einem Aspekt also, der für den Medieneinsatz besonders bedeutsam ist. Livingstone geht davon aus, dass das Gehirn die Information über Form, Farbe und Bewegung/räumliche Organisation getrennt in voneinander unabhängig arbeitenden Systemen verarbeitet.

Besondere Bedeutung kann diese Theorie bei der Erzeugung visueller Effekte erlangen. Livingstone selbst formuliert folgende Gestaltungsvorschläge für Kunst und Design, die sich aus der Spezifik des visuellen Systems ableiten lassen:

1. Ein Gegenstand, der die gleiche Helligkeit wie der Hintergrund besitzt, macht den Eindruck, sich leicht zu bewegen (Beispiel: Op-Art-Bilder).
2. Schrift, deren Farbe zum Hintergrund äquidiluminärent ist, erscheint dem Leser flimmernd und lenkt seine Aufmerksamkeit auf sich.
3. Zwei Farben können je nach ihrer Anordnung eine jeweils entgegengesetzte Wirkung haben. Werden sie gegenübergestellt, dann erscheinen sie noch gegensätzlicher. Wenn sie dagegen in einem feinen Muster verschachtelt plaziert werden, dann fließen sie zusammen und verwaschen für das Auge. Von dem niedrigen Auflösungsvermögen des menschlichen Farbsystems profitieren sowohl Fernsehen als auch Computerbildschirme.
4. Schlecht erkennbare Gegenstände kann man besser sichtbar machen, indem man zwei stereoskopische Abbildungen gleichzeitig betrachtet oder sie einfach bewegt. Dies resultiert aus der Empfindlichkeit des Magno-Systems für Farbkontrast, Bewegung und Stereopsisie.

Nicht alle Phänomene können erklärt werden, doch immer mehr Aspekte der Wahrnehmung rücken ins Blickfeld der interdisziplinären Forschung und lassen die Hoffnung zu, dass die Erforschung des Sehens mit Erfolg vorangetrieben wird. Livingstone (1990, S. 163) fasst zusammen:

„Bis vor kurzem konnten nur wenige Aspekte der Wahrnehmungspsychologie und Ästhetik mit der Art und Weise der Informationsverarbeitung im Gehirn in Verbindung gebracht werden. Heute ändert sich diese Situation, und die Erforschung des Sehens befindet sich in einer aufregenden Phase ihrer Geschichte. Kunst, Psychologie und Neurobiologie beginnen, neueste Forschungsergebnisse auszutauschen und dürfen in der Zukunft zu sich wechselseitig bereichernden Disziplinen entwickeln.“

Für die praktischen Zwecke der Gestaltung von Schnittstellen zwischen Medien und Benutzern kann man sich auf bewährte Designgrundsätze stützen. Zu den wichtigsten gehören u.a.:

1. Das Licht auf Zeichnungen und Bildern interpretieren wir zunächst von links oben;
2. Bei der Wahrnehmung gehen wir zunächst von einer einzigen Lichtquelle aus;
3. Die Blickrichtung folgt vor allem von links nach rechts;
4. Sehen bedeutet immer räumliches Sehen;
5. Schwerkrafterfahrung wird bei der Interpretation von Bildern stets berücksichtigt.

Diese „Wahrnehmungskonstanten“ deuten darauf hin, dass der Wahrnehmungsprozess kein passives Aufnehmen der Stimuli bedeutet, sondern ein „aktiver Prozess der Synthese und des Aufbaus einer visuellen Gestalt“ ist. Das Sehen lässt sich offenbar vom Verstehen ebensowenig trennen, wie das Erkennen der visuellen Welt vom Bewusstsein. Die dem Informationsverarbeitungsansatz entstammende Erklärung der visuellen Wahrnehmung beschreibt das Sehen als Information, die durch die Augen (Retina) eintritt und durch den seitlichen Kniekörper (in Thalamus) zum Kortex weitergeleitet wird, wo die Informationsverarbeitung stattfindet (Abb. A). Wie u.a. Varela (1990) zeigt, kommt ca. 80% dessen, was irgendeine Zelle des Kniekörpers an Information empfängt, nicht von der Retina, sondern von anderen Gehirnbereichen. Die Differenz zwischen dem Informationsverarbeitungsansatz und der neueren Auffassung vom visuellen System verdeutlicht Varela mit einer Skizze (Abb. B).

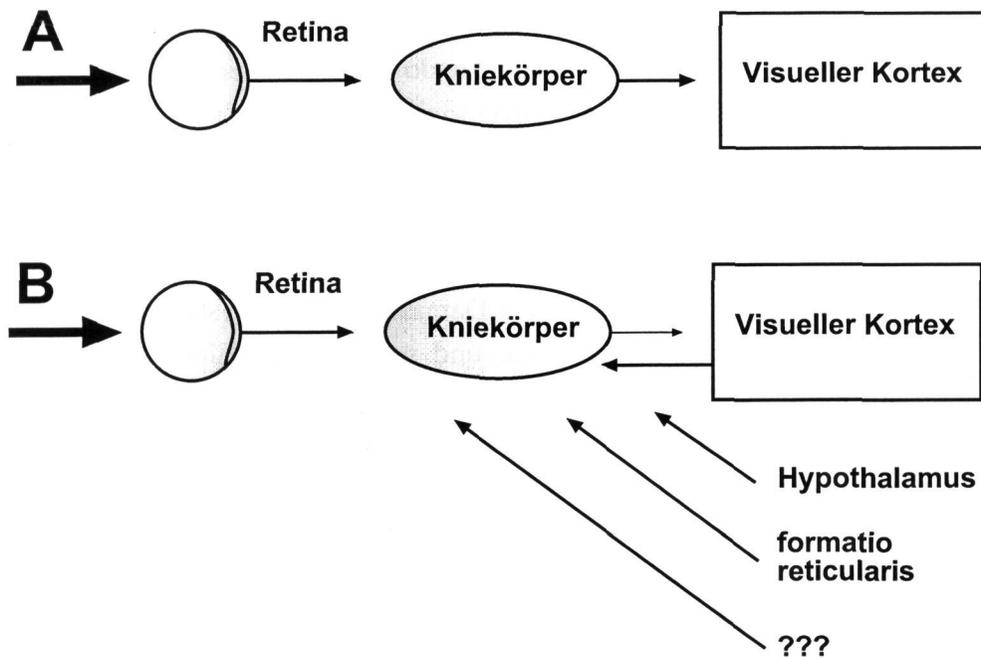


Abb. 4 Verbindungen im visuellen System (A = Informationsverarbeitung, B = neue Sicht, vereinfacht nach Varela 1990)

Varela führt außerdem an, dass es viel mehr Fasern gebe, die vom Kortex zum Kniekörper hinunter führen als umgekehrt. Es sei also willkürlich — ergänzt er — die Sehbahnen als sequentiell strukturiert aufzufassen, genauso gut könne man behaupten, die sequentiellen Prozesse verliefen in umgekehrter Richtung (Varela 1990, S. 73 ff).

Zusammenfassung

Für die Praxis des Medieneinsatzes in Lernprozessen lassen sich aus den in diesem Abschnitt angeführten kognitionswissenschaftlichen Erkenntnissen u.a. folgende Schlussfolgerungen ziehen:

1. Das Multi-Speicher-Modell des Gedächtnisses wurde in der letzten Zeit durch andere Modelle ersetzt. Die praktische Bedeutung dieser Modelle ist in den folgenden Feststellungen zu sehen:
 - (A) Arbeitsgedächtnis und Assoziationsgedächtnis sind für Denk- und Handlungsleistungen verantwortlich. Vielfältige assoziative Verknüpfungen des Wissens machen dem Arbeitsgedächtnis den Zugriff auf das Wissen im Assoziationsgedächtnis leichter.
 - (B) Expliziter Lern- und Gedächtnisaufbau geht schneller vor sich als der unbewusste implizite Lern- und Gedächtnisaufbau. Beim expliziten Lernen werden auch die Begleitumstände des Lernens gemerkt. Die Bedeutung von scheinbar belanglosen Aspekten und Nebenaspekten von Lernprogrammen — Bedienung, Ton,

Benutzeroberfläche, Raum des Medieneinsatzes usw. — kann daher nicht vernachlässigt werden.

(C) Das visuelle Gedächtnis ist um das Vielfache leistungsfähiger als das Gedächtnis für abstrakte Begriffe. Die Bedeutung von Visualisierungen ist daher erheblich.

2. Die Sprache basiert nach Damasio und Damasio auf drei Systemen im Gehirn (*Nicht-Sprachliches-System* mit motorischen und sensorischen Eindrücken, *Sprachliches-System* mit Repräsentation von Phonemen und Syntax sowie ein *Vermittlungssystem*, das Begriffe aufnimmt und Worte hervorbringt) und somit nicht nur als Sprachleistung — d.h. nur das Hervorbringen von Begriffen und Worten — verstanden werden kann. Das Verknüpfen von sprachlich-akustischen Signalen mit senso-motorischen Eindrücken — im Idealfall sind es die senso-motorischen Eindrücke von realen Gegenständen — hat für das Verständnis und auf die Behaltensleistung einen sehr starken Einfluss.
3. Gesprochene Sprache sollte stärker als bisher bei medialen Vermittlungsformen berücksichtigt werden. Das Vernachlässigen von vielen an die Sprache geknüpften Aspekten des Lernens in computergestützten Programmen ist unhaltbar. Gesprochene Sprache kann nicht einfach „weitergeblättert“ werden, was mit schrift-sprachlichen Anweisungen geschehen kann. Bestimmte Forschungserkenntnisse (z.B. die Bedeutung des „inneren Sprechens“ oder des lauten Sprechens beim Problemlösen) müssten in einem viel größerem Masse bei der Planung und Gestaltung von Lernprogrammen berücksichtigt werden.
4. Die Analyse des visuellen Systems — oder genauer der visuellen Systeme — ermöglicht eine Reihe von Schlussfolgerungen, die insbesondere im Hinblick auf die Fragen der praktischen Gestaltung von Schnittstellen zwischen Benutzern und Programmen fruchtbar sind. Es wurden exemplarisch nur einige Aspekte behandelt und nur wenige Ergebnisse vorgestellt, doch die Notwendigkeit, die Wahrnehmungsforschung stärker zu berücksichtigen, ist dabei erkennbar.
5. Die Analyse des visuellen Systems (vgl. Varela) und die Betrachtung der am Lernen beteiligten kognitiven Prozesse (z.B. die Problematik des Gedächtnisses und der funktionalen Gehirnorganisation) macht die Rolle der individuellen Konstrukte als Ergebnis von Wechselwirkungen mit der Umwelt deutlich. Der insbesondere durch das Forschungsparadigma der Künstlichen Intelligenz bevorzugte Informationsverarbeitungsansatz hat bislang die Frage nach den spezifischen und jeweils individuellen Lernvoraussetzungen vernachlässigt.

Zahlreiche Faktoren, die mit dem Lernen unmittelbar verbunden sind oder die Lernleistung beeinflussen, finden in einfachen Modellen — wie das z.B. für den Behaviorismus charakteristisch ist — keine Berücksichtigung. Stimmen wir der konstruktivistischen Sichtweise zu, so

müssen wir als Konsequenz eine komplexe kognitive Struktur von Konstrukten beim Lerner voraussetzen, die einen einseitig „von oben“ — d.h. durch Dozenten, Trainer und Ausbilder — gesteuerten Medieneinsatz ausschließt. Die Fragestellung muss lauten: Mit welchen Mitteln kann der Lernprozess unterstützt werden? Gibt es Medien und didaktische Konzepte, die das Lernen günstig beeinflussen? In den nächsten Abschnitten wollen wir u.a. auch auf diese Fragen eingehen.

3 Lernparadigmen und didaktischer Medieneinsatz

Ein Paradigma bedeutet ein Komplex von Annahmen und Vorstellungen, die einen Phänomenbereich erklären. Ein Paradigma ist ein Leitbild für die Theoriebildung, die empirische Forschung und spezifische Methoden. So wie der Behaviorismus lange Zeit ein für die Lerntheorien dominierendes Paradigma darstellte oder der Informationsverarbeitungsansatz die kognitivistische Theoriebildung beeinflusste, so wirkt sich gegenwärtig der Konstruktivismus auf zahlreiche Felder der wissenschaftlichen Theorie sowohl in den Natur-, Sozial- als auch in den Geisteswissenschaften aus.

Eine Lerntheorie bestimmt den allgemeinen Rahmen für didaktische Überlegungen, die wiederum für eine erfolgreiche — oder eine misslungene — Lern- und Lehrpraxis ausschlaggebend sind. Wenn eine theoretische Konstruktion nur rezeptive Vorgänge beim Lernen zulässt und die Wirksamkeit des Lernprozesses in Kategorien beobachtbaren Verhaltens festlegt, so entspricht die daraus abgeleitete Lehr- und Lernpraxis den konstruierten Festlegungen. Gelernt werden kann eben nur das, was zuvor operationalisiert wurde. Setzt man in der Theorie voraus, dass es eine objektive „Wirklichkeit“ gibt, so gilt es beim Lernen, die Informationen über diese „Wirklichkeit“ zu verarbeiten. Gibt es keine objektive „Wirklichkeit“, so gilt es die Realität durch Erwerb von notwendigen Strategien zu bewältigen. Die Rolle der Medien resultiert in solchen Zusammenhängen immer aus den theoretischen Überlegungen: Das was die Theorie nicht erfasst, wird sich auch in der medialen Umsetzung nicht wiederfinden.

Es ist keineswegs einfach, die Theorien im Hinblick auf die Verwendung von Medien zu systematisieren. Oft stellt man in der Praxis fest, dass ein Lernprogramm, ob computergestützt realisiert oder als traditionelles Curriculum entwickelt, keine scharfe Trennung zwischen unterschiedlichen Lerntheorien bedeutet, sondern eine pragmatische Integration verschiedener Ansätze ist. In folgenden Abschnitten stellen wir kurz Lerntheorien vor und versuchen, vor allem die Implikationen des didaktischen Einsatzes von Medien hervorzuheben.

3.1 Instruktionstheoretische Ansätze

Die instruktionstheoretischen Ansätze entstanden im engen Zusammenhang mit dem Behaviorismus und seinen Einfluss auf die Theorie des Lernens. Behaviorismus wurde zwar bereits am Anfang des letzten Jahrhunderts als Paradigma begründet, seine intensive Entwicklung ist jedoch in den 1960er Jahren zu beobachten. Diese Entwicklung fällt zeitlich mit der Verbreitung der Computertechnik zusammen. Der Versuch, die lerntheoretischen Erkenntnisse mit Hilfe der neuen Technik umzusetzen, ist aus dieser Perspektive verständlich.

Nach dem behavioristischen Ansatz muss das zu erreichende Zielverhalten genau beschrieben werden, um Verstärkungsmechanismen festlegen zu können, die den Aufbau des gewünschten Verhaltens gewährleisten. Der Behaviorismus als theoretischer Ansatz orientiert sich an beobachtbarem Verhalten und damit sind auch die unter diesem Gesichtspunkt formulierten Lernziele genau auf die Nachweisbarkeit des Verhalten der Lerner ausgerichtet. Die Operationalisierbarkeit von Lernzielen, d.h. beispielsweise ihre mediale Umsetzung, stellt damit einen entscheidenden Faktor innerhalb des didaktischen Designs behavioristischer Ansätze dar. Es besteht allerdings die Gefahr, dass mit der Einschränkung didaktischer Bemühungen auf ein ausschließlich beobachtbares Verhalten, auch eine Einschränkung der Lehrinhalte einhergeht.

Die Instruktionstheorie, die sich aus dem Behaviorismus entwickelte, stellt die Frage der Vermittlung von Wissen in den Vordergrund. Gegenstand der Betrachtung ist das WAS, d.h. die Lerninhalte in Form einer Menge von Fakten (deklaratives Wissen), Regeln (prozedurales Wissen), Konzepten, Prinzipien und Anwendungssituationen (kontextuales Wissen), dem daraus abgeleiteten Lehrziel sowie dem WIE, d.h. wie soll diese Vermittlung erfolgen, also die Frage nach den Lehrmethoden.

Das Instruktionsdesign (ID) konzentriert sich darauf, innerhalb einer stärkeren Varianz die optimalen Methoden für das Erreichen bestimmter Lernziele unter Berücksichtigung der Bedingungen des Lernens und der Lernergebnisse vorzuschlagen. Unter den Bedingungen des Lernens werden dabei die Faktoren oder Variablen verstanden, die die Effizienz der gewählten Methoden beeinflussen. Außerdem werden die Methoden hinsichtlich der Effektivität und der Attraktivität des Lern-/Lehrprozesses beurteilt. Instruktionsdesign strebt durch die Klassifizierung von Lernzielen und einer Zuordnung von Methodenvorschriften eine Automatisierung der Produktion von Lerneinheiten an. Eine Umsetzung dieses Vorhabens innerhalb spezieller ID-Systeme zur Entwicklung von Lernsoftware hat sich in der Praxis jedoch nicht durchgängig bewährt. Kritisiert wurden vor allem der schmale Lernzielbereich, die geringe Methodenvarianz und das starre Instruktionsdesign der umgesetzter computergestützter Lernprogramme. Aus psychologischer Sicht gründet die Instruktionstheorie auf dem behavioristischen Ansatz nach Skinner (1968), bei welchem das Verstärkungslernen durch geeignete Stimuli und das daraus resultierende Verhalten von Bedeutung ist, sowie einzelne kognitionspsychologische Konzepte, z.B. das Modell des sinnvollen rezeptiven Lernens nach Ausubel (1968). Für die Unterscheidung der Vermittlung

des deklarativen, prozeduralen und kontextuellen Wissens spielt im Instruktionsdesign auch die Vorstellung vom Gedächtnis als einem Speichersystem eine wichtige Rolle, sowie die Annahme, dass definiertes Wissen direkt gespeichert werden kann (sog. Korrespondenzhypothese).

Nach der Kritik an der strikten Operationalisierung von Lehrzielen, ausgehend von der Annahme, dass verschiedene Lehrinhalte auch unterschiedliche Lehr- und Lernaktivitäten erfordern, legt die Arbeitsgruppe um Bloom [Bloom, Engelhart, Furst, Hill & Krathwohl (1956)] eine grobe Kategorisierung von Lehrgegenständen vor, die sich an allgemeinpsychologischen Funktionsbereichen orientiert und bis heute Gültigkeit hat:

- *Kognitive Lehrziele*, die das Wissen über Fakten, Konzepte, Regeln, Prozeduren oder Prinzipien beschreiben.
- *Affektive Lehrziele*, die sich auf die Ausbildung von Interessen, Einstellungen, Werten, die Bildung von (moralischen) Werturteilen sowie ein danach ausgerichtetes angemessenes Verhalten beziehen.
- *Psychomotorische Lehrziele*, die auf das Beherrschen von Bewegungsabläufen und komplexen Tätigkeiten abzielen, die unterschiedliche psychomotorische Regulation im grob- und feinmotorischen Bereich erfordern. Angestrebt wird dabei eine Automatisierung, die den Aufwand an psychomotorischer Leistung verringert.

Die Arbeitsgruppe um Bloom formulierte umfangreiche Taxonomien für die Einordnung von Lehrzielen auf unterschiedlichen Leistungsniveaus, wobei unterschiedliche Kriterien für die einzelnen Kategorien von Lehrgegenständen angewandt wurden. Für die Praxis ist hierbei insbesondere die kognitive Lehrzieltaxonomie (Tab. 2) relevant, in der die Ergebnisse des Lernens nach dem Grad der Komplexität unterschieden werden.

Die Instruktionstheorie entstand in den 60er Jahren aus verschiedenen, damals verbreiteten Ansätzen. Bruner forderte 1966 in seinem Buch „Toward a Theory of Instruction“ den Wechsel von Lerntheorien zu Instruktionstheorien. Als der Begründer der Instruktionstheorie gelten allerdings Gagné, Ausubel und Scandura. Eine erste Instruktionstheorie mit praktischen Auswirkungen veröffentlichte Gagné 1965 in seinem Werk „Theory of Instruction“. Der Hauptteil seines Ansatzes baut auf Blooms Taxonomie der Lehrziele auf und integriert die bis dahin entwickelten Lerntheorien. Gagné gliedert kognitive, affektive und psychomotorische Lehrziele in fünf Lernzielkategorien, nach denen die zu erwerbenden Fähigkeiten zu Beginn jeder Planung und Entwicklung von Instruktion einzuordnen sind. Diese Einordnung wird als besonders wichtig hervorgehoben, da für jede der Lernzielkategorien unterschiedliche Lehrmethoden empfohlen werden. Außerdem unterscheidet Gagné für jede der Lernzielkategorien eine Sequenz von neun Lernschritten („*events of instruction*“), die die inneren und äußeren Lernbedingungen repräsentieren.

Stufe	Kognitive Lehrziele
1	Kenntnisse: Bekannte Informationen können aus dem Gedächtnis erinnert werden.
2	Verstehen: Neue Informationen können verarbeitet und in einen größeren Kontext eingeordnet werden.
3	Anwenden: Regeln und Prinzipien können in definierten Situationen verwendet werden.
3	Analyse: Ein Sachverhalt kann in seine Bestandteile zergliedert werden.
5	Synthese: Teile oder Elemente können zu einem (neuen) Ganzen zusammengefügt werden.
6	Bewerten: Es können Urteile gefällt werden, ob bestimmte Kriterien erfüllt sind.

Tab. 2 Taxonomie der kognitiven Lehrziele (Kerres, 1998 , S.161)

In der „*Structural Learning Theory*“ (SLT) (1973) von Scandura erfolgt die Selektion der Unterrichtsmethoden und die Sequenzierung der Inhalte über Regeln. Regeln sind hierbei mit Lernzielen gleichzusetzen. Diagnostik und Instruktion basieren auf diesen Regeln. Über eine Strukturanalyse des Lehrinhalts, sind die Regeln herauszufinden, die gelernt werden sollen. Die Inhalte sind nur in Form von Regeln repräsentiert; auch der Lernende wird ausschließlich durch Regeln höherer und niedrigerer Ordnung, sowie einigen Universalien, wie Verarbeitungskapazität und Geschwindigkeit repräsentiert.

Keller und seine Mitarbeiter entwickeln Anfang der 80er Jahre ein Modell, das insbesondere Aussagen über die Motivierung des Lernenden trifft. Keller unterscheidet vier Hauptkategorien der Motivierung - *Attention, Relevance, Confidence und Satisfaction*- nach deren Anfangsbuchstaben das Modell als *ARCS-Modell* benannt ist.

1983 entwickelt Merrill in Anlehnung an Gagné seine *Component Display Theory (CDT)*, mit dem Ziel Gagnés Modell um eine Operationalisierungsebene zu ergänzen, die es ermöglicht, Unterrichtsentscheidungen direkt abzuleiten. Merrill stellt dafür eine Matrix aus drei Leistungsniveaus; Erinnern, Anwenden, Entdecken und den Lehrinhalten; geordnet nach Fakten, Konzepten, Prozeduren und Prinzipien auf.

Reigeluth und Stein weiten die CDT 1983 auf eine Makroebene aus. Ihre *Elaboration Theory* soll die Instruktionsplanung erleichtern und besteht aus sieben Komponenten, unter denen das verfügbare Handlungswissen über den Aufbau und die Sequenzierung von Kursen und Curricula zusammengefasst ist.

Die Kritik von Merrill, Li et al an vorhandenen Modellen des Instruktionsdesigns – Instruktionsdesign der ersten Generation (ID1) -, u.a. in Bezug auf die geringe Komplexität der Ziele, die Passivität der Lehrmodelle und den Aufbau von kleinen zu großen Zielen, brachte 1990 eine Modifikationen des Instruktionsdesigns hervor, bezeichnet als Instruktionsdesign der zweiten Generation (ID2). Unter anderen wurde eine Erweiterung bzw. Verbesserung durch Komponenten der Arbeitersparnis, Hilfe durch Nutzung einer Wissensbasis sowie der Einsatz von Expertensystemen und eines Tutors, der die Lernziele automatisch in Unterrichtsmethoden umsetzen kann, vorgesehen.

Nach Issing (1995) lassen sich alle ID-Modelle, von denen es mittlerweile sehr viele gibt, unter einem systematischen Verfahren zusammenfassen. Das systematische Verfahren (*system approach*) ist eine alte wissenschaftliche Methode zur Entwicklung von Systemen. Wobei unter einem System ein Satz von Komponenten oder Elementen verstanden wird, die zur Erreichung eines gemeinsamen Ziels zusammenarbeiten. Das Verfahren ist durch regelhafte Ablaufstrukturen gekennzeichnet, jedoch mit Alternativen, Verzweigungen und Feedbackschleifen und kann deshalb als heuristisches Problemlösungsverfahren bezeichnet werden.

Es umfaßt folgende Arbeitsanweisungen:

- Definiere das Problem.
- Analysiere die Problemlage, mache einen Lösungsvorschlag, setze Ziele.
- Entwickle die einzelnen Lösungsschritte und Hilfsmittel.
- Erprobe die Lösungsschritte und korrigiere.
- Realisiere und evaluiere den Erfolg.

Damit folgt das systematische Verfahren in seiner Struktur dem Grundmodell des *General Systems Design* (GSD) mit den Arbeitsschritten: Analyse, Planung, Entwicklung, Einsatz, Evaluation und Revision (Abb. 5).

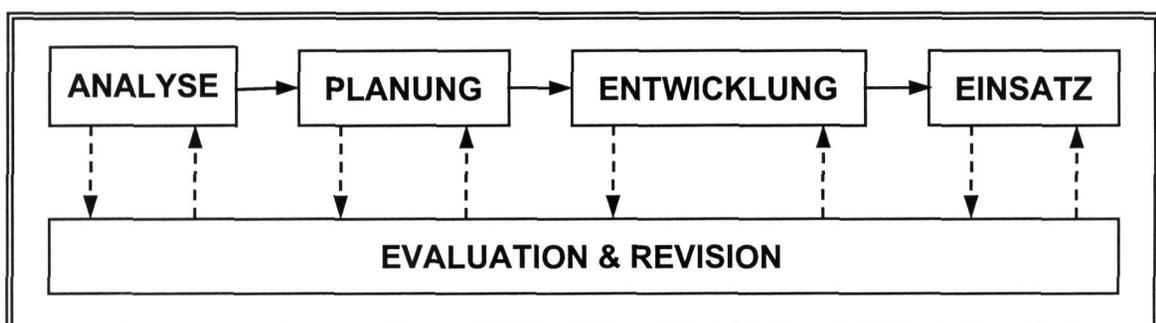


Abb. 5 Grundmodell des General Systems Design (aus Issing, 1995, S. 201)

Niegemann (1995) nennt unter Zusammenfassung der Arbeitsschritte nach Schott (1991), acht Aufgaben des Instruktionsdesigns:

1. *Bedarfsanalyse*

Ausgehend von übergeordneten Zielen (Soll-Zustand) und einer Analyse des Ist-Zustandes wird geprüft, ob überhaupt und welcher Bedarf an Instruktion besteht.

5. *Globalziele des Instruktionsdesign*

Hat die Bedarfsanalyse eine Entscheidung für eine Instruktionsmaßnahme erbracht, müssen zunächst Globalziele festgelegt werden, die Aussagen über den im Ergebnis der Maßnahme erwarteten Kompetenzgrad auf allgemeinem Niveau festlegen.

6. *Instruktionsanalyse*

Instruktionsanalyse nach Schott (1991) beinhaltet die Analyse des Lehrstoffs und die Analyse der Adressaten hinsichtlich ihres Vorwissens und anderer relevanter Persönlichkeitsmerkmale. Eine zentrale Rolle spielt die Aufgabenanalyse, da sie auf die optimale Sequenzierung des Lehrstoffs abzielt. Neben dem Lehrstoff sollte auch die Lehrumwelt einer Analyse unterzogen werden.

7. *Spezifikation der Lehrziele*

Ein Lehrziel beinhaltet die Festlegung in welchem Umfang ein Lehrstoff vom Lernenden beherrscht werden soll. Dieses setzt eine Analyse des Lehrstoffs voraus, welcher die instruktionsrelevanten Inhalte sowie die damit auszuführenden Tätigkeiten bestimmt. Die Spezifikation der Lehrziele bildet die Basis für die Festlegung von Verfahren zur Lernerfolgskontrolle.

8. *Verfahren zur Kontrolle des Lernerfolgs und zur Steuerung der Remediation*

Verfahren zur Kontrolle des Lernerfolgs sind zum einen Erfordernis der Systematischen Evaluation des Lernsystems, zum anderen geben sie dem Lernenden die notwendige Rückmeldung über seinen Lernerfolg. Insbesondere bei einer individuellen Auswahl des Lernweges durch den Lernenden innerhalb der Instruktion ist das Aufdecken von Defiziten wichtig, um remediales Lernen planen und kontrollieren zu können. Ein geeignetes Verfahren der Erfassung stellt hierbei die Entwicklung lehr- und lernzielvalider Testaufgaben dar.

Für die Systematische Evaluation bieten Computerlernprogramme außerdem die Möglichkeit Nutzereingaben zu protokollieren und somit Daten für eine Analyse der Lernwege und Lernerreaktionen zu sammeln.

9. *Instruktionsstrategie und Medienwahl*

Die Instruktionsstrategie ist die zum Erreichen eines Lehr- oder Lernziels orientierte Vorgehensweise. Instruktionsstrategie und eine geeignete Auswahl des Mediums bedingen sich wechselseitig. Die Wahl des Mediums schränkt die Zahl möglicher Strategien ein und umgekehrt.

10. *Materialproduktion*

In Abhängigkeit von der Auswahl der Medien umfaßt dieser Schritt unterschiedliche Tätigkeiten. Anleitungen zur Produktion insbesondere von Computerlernprogrammen beinhalten oft Angaben zum Produktionsablauf, der Auswahl und Handhabung von Autorensystemen sowie zur Bildschirmgestaltung.

11. *Evaluation*

Je nach Zielsetzung wird nach „formativer“ und „summativer“ Evaluation unterschieden. Bei formativer Evaluation ist das Ziel der Bewertung und Prüfung, die Verbesserung der Instruktionsstrategie bzw. ihrer Umsetzung in der Materialproduktion. Summative Evaluation hat dagegen die abschließende, bewertende Überprüfung der Effektivität und Effizienz der gesamten Instruktionsmaßnahme zum Inhalt. Effizientes Instruktionsdesign erfordert darüber hinaus administrative, distributive und sozial-kommunikative Aufgaben, insbesondere ein effektives, ganzheitliches Projektmanagement sowie umfassendes, weitsichtiges Marketing.
(gekürzt nach Niegemann, 1995)

Auch Issing (1995) empfiehlt in seinem Grundmodell für das systematische Instruktionsdesign spezielle Arbeitsschritte für die didaktische Instruktionsplanung:

- *Analyse und Planung* (Definition der Lernziele, Identifizierung der Lernereigenschaften, Auswahl und Vorbereitung des Lernstoffes sowie Planung der Instruktionsmethode und Visualisierung);
- *Entwicklung und Produktion* (Entwicklung der Instruktionseinheiten, Produktion);
- *Evaluation und Einsatz* (Formative Evaluation und Summative Evaluation).

Issing betont die Durchführung einer *formativen Evaluation* insbesondere als Möglichkeit, das Risiko eines totalen Misserfolges des Gesamtproduktes zu minimieren, da sie eine schrittweise Optimierung noch während der Entwicklungsphase des Lernprogramms ermöglicht. Als Methoden, die eine Überprüfung der erstellten Software in Hinblick auf die Lernziele ermöglichen, empfiehlt Issing:

- Erprobung mit Einzelpersonen und kleineren Lernergruppen der Zielgruppe (Beobachtung während der Bearbeitung, anschliessend Fehleranalyse, Fehlerbesprechung)
- Inspektionsbeurteilung durch Experten
- systematische Beurteilung durch ein Beurteilerteam
- Beurteilung anhand von Kriterien- und Checklisten
- Verhaltensbeobachtung und –analyse
- Inhalts- und Medienanalyse
- Leistungsmessung
- Vergleichsuntersuchung
- Einstellungsmessung
- Interviewbefragung
- Aufwands-Effektivitätsanalyse usw.

Eine Alternative zur *Formativen Evaluation* ist nach Issing die Methode *Rapid Prototyping*. Bei dieser Methode wird zuerst ein Prototyp der Lernsequenz entwickelt und erprobt. Anschliessend werden sukzessive Verbesserungen am Prototypen vorgenommen.

Die *Summative Evaluation* dient nach Issing der exakten Erfassung der Effektivität des Lernprogrammes unter Einsatzbedingungen. Die Untersuchung erfolgt anhand einer repräsentativen Adressatenstichprobe im Feld und beinhaltet damit einen Nachweis für den Auftraggeber. Ein negatives Ergebnis der Untersuchung kann den Abbruch des Einsatzes oder eine Korrektur und Neuauflage zur Folge haben. Issing weist auf den erheblichen Aufwand und die hohen Kosten einer solchen Untersuchung hin und kritisiert, dass der Erkenntnisgewinn für nachfolgende Programme häufig gering ist, da die Ergebnisse erst nach langer Zeit wenig differenzielle Aussagen über die Wirkung der Gestaltungsmittel zur Verfügung stellen.

3.2 Kognitivistische Ansätze

Die Vertreter des Kognitivismus forderten eine präzisere Aufschlüsselung des Vermittlungs- und Aneignungsprozesses in der Lehr-Lernsituation. Unter diesem Gesichtspunkt stellt sich Lernen als besonderer Fall der Informationsaufnahme und –speicherung dar, der auf kognitiven Strukturen beruht. Die Güte des Lernprozesses ist demzufolge abhängig von der Art der Informationsaufbereitung und der Informationsdarbietung sowie den kognitiven Aktivitäten des Lernenden. Das Lernen bewirkt wiederum die Veränderung der vorhandenen kognitiven Strukturen und Prozesse. Im Kognitivismus interessiert die Veränderung des Verhaltens nur als Folgeerscheinung interner Verarbeitungsprozesse. Entscheidend für den Prozess des Lernens aus kognitivistischer Sicht ist, wie der Lerner mit dem Lernangebot umgeht, d.h. welche kognitiven Operationen ausgeführt werden und ob diese geeignet sind, sich Wissen anzueignen.

Charakteristisch für kognitivistische Ansätze ist, dass von der Klassifikation und Analyse der Lehrinhalte ausgegangen wird. Lehren soll sich immer zuerst an der Art der zu vermittelnden Inhalte orientieren. Begründet wird dieses mit der Annahme, dass verschiedene Arten von Lehr- und Lerninhalten in unterschiedlichen Subsystemen des Gedächtnisses gespeichert werden. Um Wissen in diesen Subsystemen dauerhaft zu verankern sind unterschiedliche Verarbeitungsprozesse erforderlich.

Kognitive Ansätze dominieren die psychologische Theoriebildung spätestens seit Mitte der 70er Jahre. Typische Beispiele für kognitive Ansätze des didaktischen Designs sind das *Modell der Internoperation* von König und Riedel (1979), als Planungsverfahren zur Konstruktion von Unterricht und das Modell der *Supplantation* von Salomon (1979), das sich besonders auf das mediengestützte Lernen bezieht, indem es kognitive Lernaktivitäten mit Merkmalen von Medien in Beziehung setzt.

Eine konsequente Anwendung kognitiver Ansätze ohne behavioristische Tendenzen lässt sich in Modellen des didaktischen Designs erst am Ende der 80er Jahre verzeichnen. Kerres (1998) nennt in diesem Zusammenhang u.a. die Arbeiten von Bovy (1981) und Bonner (1988) als Wegbeschreibungen zu einer kognitiven Orientierung im didaktischen Design sowie die Ansätze von Case & Bereiter (1984) und Elen (1992), die sich mit den Entwicklungsschritten von behavioristischen zu kognitiven Ansätzen des didaktischen Designs auseinandersetzen.

1983 entwickelt Anderson seine *ACT-Theorie (Adaptive Control of Thought)*, die später häufig modifiziert und weiterentwickelt wurde. Sie beinhaltet die Architektur für ein Produktionsmodell, das die menschliche Kognition simulieren soll. Nach seiner Theorie wird Wissen nach deklarativen und prozeduralen Aspekten unterschieden. Tennyson und Rasch (1988) erweiterten diese Aufteilung noch um das kontextuelle Wissen. Auf diese Dreiteilung des Wissens stützt sich im Kognitivismus die Klassifikation und Analyse von Lehrinhalten und die damit verbundene Auswahl spezifischer Verarbeitungsprozesse, die eine dauerhafte Verankerung des Wissens im Gedächtnis garantieren.

In den 80er Jahren entstanden ebenfalls Überlegungen adaptive Medien zu schaffen, die sich an die kognitiven Prozesse des Lernenden anpassen können, indem sie die Lernfortschritte und –defizite analysieren und dementsprechend das Lernangebot modifizieren. Die Forschung beschäftigte sich mit dieser Problematik im Zusammenhang mit *Intelligenten Tutoriellen Systemen* (ITS) bzw. *Adaptiven Lernsystemen*.

Das didaktische Design und die kognitionspsychologische Forschung verfolgten im Laufe der Zeit unterschiedliche Interessen. Während das didaktische Design eine umfassende, übergreifende Charakterisierung der Wissensbereiche anstrebt, geht es in der Kognitionspsychologie um die Erforschung von speziellen Einzelphänomenen.

Kerres weist in diesem Zusammenhang auf die Komplexität der Analysen im Rahmen des didaktischen Designs hin, sofern sich diese auf die Grundlage umfassender Modelle des Gedächtnisses stützen. Als mögliches Ordnungskriterium wählt er eine Differenzierung der Modelle der Wissensrepräsentation nach ihrer Art der Repräsentation und unterscheidet dabei folgende drei Modelltypen:

1. *Propositionale* Repräsentationsmodelle dienen vornehmlich der Darstellung sprachlich-begrifflichen Wissens, als symbolische Struktur. Hierzu gehören die bereits in den 70er Jahren entwickelten Netzwerkmodelle, die Wissen in Form von gerichteten Graphen mit Knoten und Kanten darstellen.
2. *Regelbasierte* Repräsentationssysteme eignen sich zur Darstellung operativer Fähigkeiten, üblicherweise in Form von Wenn-Dann-Regeln. Die ACT-Theorie nach Anderson beinhaltet ein solches, auch als „Produktionssystem“ bezeichnetes Repräsentationssystem.
3. *Analoge* Repräsentationssysteme werden zur Darstellung bildhaft-anschaulichen Wissens herangezogen. Sie treffen insbesondere Aussagen über die Zusammenhänge zwischen der Art der Repräsentation und dem zu repräsentierenden Gegenstand.
(Kerres, 1998)

Grundlegend lassen sich für die Konzeption einer Lernanwendung, die sich an den Prinzipien kognitivistischer Theorien orientiert Planungsschritte, ähnlich denen des Instruktionsdesigns festlegen. Die entscheidenden Unterschiede liegen in der theoretischen Begründung und der Bedeutung der Planungsschritte für den Gesamtprozess der didaktischen Konzeption. Als einleitender Planungsschritt wird aus kognitivistischer Sicht eine Bestimmung des grundlegenden Bildungsproblems vorgenommen. Es gilt hier, Fragen zu beantworten, die die Entwicklung und den Einsatz von Bildungsmedien erklären, Vorgaben des Auftraggebers berücksichtigt sowie die verfügbaren technischen Ressourcen der Medienentwicklung und –nutzung klarstellen.

Im folgenden Planungsschritt wird die Zielgruppe analysiert, wobei eine enge Verbindung in Hinblick auf die Bestimmung der zum Einsatz kommenden Medien besteht, da sich aus kognitivistischer Sicht diese Phase insbesondere am Modell der Supplantation orientiert.

Das Modell der Supplantation wurde von Salomon 1979 entwickelt. Es bezieht sich besonders auf mediengestütztes Lernen, indem es kognitive Lernaktivitäten mit Merkmalen von Medien in Beziehung setzt.

Auch dieses Modell geht grundsätzlich davon aus, dass sich die Lehraktivitäten an den kognitiven Aktivitäten orientieren sollten, die der Lernende während des Lernprozesses ausführt. Dieses gilt ebenso für die Präsentation von Informationen in medialer Form. Die Darstellung über das Medium sollte die mentalen Prozesse berücksichtigen, die bei der Rezeption eines Mediums stattfinden (sollen) und diese durch eine geeignete Form der Präsentation möglichst unterstützen.

Salomon unterscheidet drei aufeinander aufbauende Stufen der Supplantation:

1. *Die Modellierung*

Die Lösung einer Aufgabe oder mentale Operationen werden über das Medium vorgeführt, so dass der Lernende den Prozess detailliert verfolgen kann. Dem Medium kommt hier die Aufgabe zu, den Vorstellungs- und Interaktionsprozess des Lernenden zu unterstützen, den dieser sonst üblicherweise selbst vollziehen muss.

2. *Die Abkürzung*

In dieser Stufe wird dem Lernenden durch das Medium nur die Aufgabenstellung und das geforderte Endresultat präsentiert sowie die Aufforderung die Aufgabe zu bearbeiten gegeben. Den Lösungsweg muss der Lernende selbst finden.

3. *Die Aktivierung*

Das Medium gibt nur die Aufgabenstellung vor und fordert dazu auf, eine Lösung zu finden. Das Endergebnis und den Lösungsweg dieses zu erreichen, sowie die dazu benötigten Mittel, muss der Lernende selbst finden.

(Salomon, 1979)

Des Weiteren sind die Lehrinhalte und -ziele zu bestimmen. Aufgabenanalyse, Grobstruktur der Inhalte, Lehrzieldefinition und die Ableitung der Visualisierung eines geeigneten Lernangebotes stützen sich dabei auf den kognitiven Grundsatz, die Lehrinhalte so aufzubereiten, dass sie die Unterscheidung in deklaratives, prozedurales und kontextuelles Wissen

berücksichtigen und damit die Definition der jeweils geeigneten Verarbeitungsprozesse für die mediengestützte Darstellung über das Medium ermöglichen (Abb. 6).

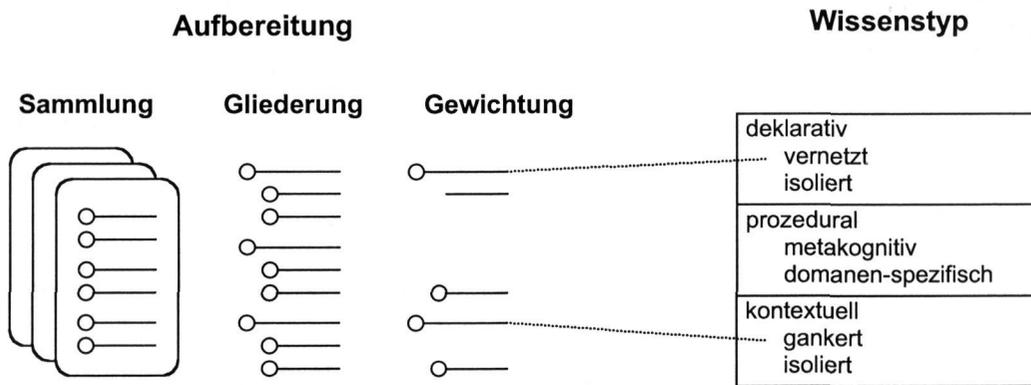


Abb. 6 Didaktische Transformation (Kerres, 1998, S.155)

Nach Andersons ACT-Modell kann eingeschätzt werden, ob der jeweilige Lehrstoff eher Kenntnisse (deklarativ), Fertigkeiten (prozedural) oder Wissen darüber, in welchen Situationen diese einzusetzen sind (kontextuell) vermitteln soll.

Nach der Aufbereitung der Lehrinhalte wird die didaktische Struktur des Lernangebotes festgelegt. Unter instruktionalen Gesichtspunkten war hierbei besonders die sequentielle Strukturierung in Form instruktionaler Ereignisse, deren Taktung, Tests und Rückmeldungen zur Kontrolle der Lehreffizienz von Bedeutung. Kognitive Ansätze betonen logische Strukturen, insbesondere in Hinblick auf Explorationsmöglichkeiten und Maßnahmen zur Orientierung und Lernerkontrolle.

Im Gegensatz zu expositorischen Lernangeboten, die gekennzeichnet durch die schrittweise Präsentation der Lehrinhalte und eine zeitliche Vorstrukturierung und damit instruktionale Lenkung des Lernenden gekennzeichnet sind, favorisieren kognitivistische Ansätze eher Lernangebote die eine explorative Struktur aufweisen. Die kognitivistische Sicht lehnt expositorische Lernangebote nicht vollständig ab, sie sind aber nur für Zielgruppen mit bestimmten Eigenschaften eher förderlich (vgl. Analyse der Zielgruppe) und sollten dann zumindest dem kognitivistischen Modell der Supplantation genügen.

Explorative Systeme sind dadurch gekennzeichnet, dass die Sequenzierung des Lernangebotes durch den Lernenden selbst erfolgt. Begründet wird dieses damit, dass der natürliche menschliche Wissenserwerb in ständiger Auseinandersetzung mit der Umwelt erfolgt und nicht nur aus temporal vorstrukturierten Unterrichtssequenzen besteht. Demnach ist es wenig zweckmäßig den Lernzuwachs als stetige Funktion über die Zeit einzuschätzen. Statt dessen ist der Vorteil der Nichtlinearität zu betonen, da gerade Sackgassen und Rückschläge qualitativ neue Sichtweisen und Einschätzungen eröffnen und zu wiederholtem Bearbeiten eines Sachverhaltes anregen. Dennoch ist eine logische Strukturierung des Lernangebotes notwendig (Abb. 7).

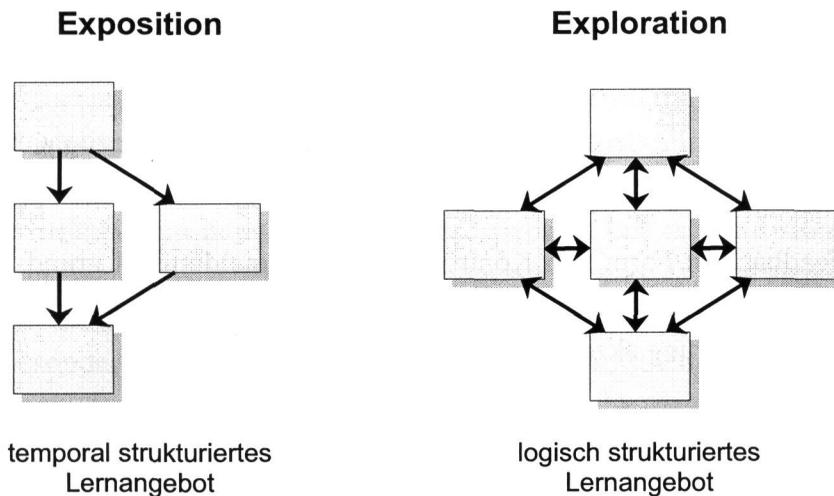


Abb 7: Didaktische Struktur multimedialer Lernumgebungen (Kerres, 1998, S. 196)

Kerres charakterisiert exploratives Lernen durch folgende Merkmale:

- Das Lernziel wird vom Lerner selbst gesteckt (ausgewählt), weil es erwünscht ist etwas zu wissen oder zu können.
- Es können verschiedene Handlungen initiiert werden die Ziele zu erreichen.
- Das Lernen ist kein linearer Prozess von einer Thematik bzw. Schwierigkeitsstufe zur nächsten. Der Lernende tastet sich in verschiedene Richtungen vorwärts, kann in Sackgassen geraten und zu Stellen zurückkehren.
- Der Vollzug der Lernaktivität wird als befriedigend erlebt, nicht ausschließlich das Ergebnis.
- Wesentliche Momente der Instruktion fallen weg.
- Die zeitliche Vorstrukturierung durch eine externe Instanz fällt weg, nicht jedoch die logische Struktur.

Des Weiteren betont Kerres in Anlehnung an die von Petersen aufgestellten Kriterien zur Gestaltung von Unterrichtsmitteln in explorativen Lernsituationen (Petersen in Döring, 1969) folgende grundlegende didaktischen Regeln zur Gestaltung explorativer interaktiver Medien:

- Die Lernerfläche ist nicht nur äußerlich ansprechend zu gestalten, sondern die Gestaltung sollte auch die Weiterführung und Vertiefung der Lernaktivität motivieren.
- Das Thema und wie das System zu nutzen ist muss sofort ersichtlich sein.
- Das Medium sollte Möglichkeiten der Wiederholung bereitstellen, dafür muss ein Datenpool aus verschiedenen Darstellungen, Aufgaben etc. erstellt werden.

- Es sind Verweise zu anderen Lernangeboten, Kapiteln und Themen anzulegen, um die eine Weiterführung oder Vertiefung der Lernaktivitäten zu motivieren.
- Maßnahmen zur Förderung metakognitiver Fertigkeiten in bezug auf die Lernstrategie im allgemeinen, sollten berücksichtigt werden.
- Das Feedback in Form von Kontrolle und Rückmeldung ist grundsätzlich positiv zu formulieren und mit Erklärungen zu versehen, da Fehler vom Lernenden als durchaus wertvolle Erfahrung akzeptiert werden sollen.

Innerhalb der didaktischen Medienkonzeption explorativen Lernumgebungen kommt der Gestaltung der Benutzeroberfläche eine besondere Bedeutung zu. Insbesondere sollte

eine angemessene sachlogische Struktur, Möglichkeiten zur Kontrolle des Lernweges und Maßnahmen zur Unterstützung der Orientierung des Benutzer beim Abruf der Information, berücksichtigt werden.

Prinzipiell ist auf eine durchschaubare Grundstruktur zu achten. Insbesondere eine zu tiefe oder zu flache Auslegung der Informationsebenen, unausgewogene Äste, Sackgassen oder eine zu hohe oder zu niedrige Vernetzung des Interaktionsraumes ist zu vermeiden. Zur Kontrolle des Lernweges lassen sich drei Möglichkeiten unterscheiden: Der Lernende bestimmt den Lernweg allein, das System macht Vorschläge oder der Hauptlernweg wird vorgeschlagen. Die Auswahl einer geeigneten Methode richtet sich nach dem Umfang und der Struktur der zu vermittelnden Lerninhalte, dem Einsatzziel des Lernmediums, beispielsweise im Rahmen eines Curriculums, unter zeitlichen Vorgaben oder zur Vorbereitung auf eine Prüfung und der Analyse der Zielgruppe in Hinblick auf Lerngewohnheiten, Vorwissen und Motivation. (vgl. Kerres, 1998)

Die Möglichkeiten der Orientierung im Interaktionsraum sollten grundsätzlich einen Verlust bzw. einen Mangel der Orientierung in der Lernanwendung vermeiden helfen. Kerres nennt nach Lechner 1994 unter anderen als die Orientierung fördernde Strategien, inhaltliche Orientierungselemente, wie Merksätze und Zusammenfassungen, Indizes, grafische Landkarten und Lesezeichen zur Pfad(rück)verfolgung. (Lechner in Kerres, 1998)

Im Anschluss bzw. begleitend zur Produktionsphase ist auch in kognitiven Ansätzen eine Evaluationsphase vorzusehen. Bei der formativen Evaluation bietet sich aus kognitivistischer Sicht eher das Verfahren des Prototyping an, um frühzeitig eine Überprüfung der beabsichtigten kognitiven Aktivitäten in bezug auf die Medienauswahl vorzunehmen. In instruktionalen Ansätzen des didaktischen Designs kam hingegen Testverfahren eine größere Bedeutung zu, mit deren Hilfe die operationalisierten Lehrziele und damit der Lernerfolg bzw. die Qualität des Lehrverfahrens geprüft werden konnte.

3.3 Konstruktivistische Ansätze

Von Glasersfeld formuliert den Grundgedanken des Konstruktivismus, der „... mit der Konvention bricht und eine Erkenntnistheorie entwickelt, in der die Erkenntnis nicht mehr eine 'objektive', ontologische Wirklichkeit betrifft, sondern ausschließlich die Ordnung und Organisation von Erfahrungen in der Welt unseres Erlebens. Der radikale Konstruktivist hat ein für allemal dem 'metaphysischen Realismus' abgeschworen (...)“. Da sich der Konstruktivismus als eine Kritik an den bisherigen Erkenntnistheorien begreift, können seine Hauptthesen insbesondere als Abgrenzung zu diesen Erkenntnistheorien verstanden werden. Schmidt (1991) fasste die Probleme der bisherigen Erkenntnistheorien in folgenden Prämissen zusammen:

1. Die Welt ist eine vom Handeln und Denken der Menschen unabhängige objektive Größe. Der Mensch steht der objektiven Welt als Subjekt gegenüber.
2. Der Mensch als Subjekt hat zu dieser objektiven Welt den Zugang nur durch seine Sinne.
3. Sprache gibt die Welt deskriptiv wieder.
4. Empirische Erfahrung ist Sinneserfahrung.
5. Nur empirische Erfahrung ermöglicht eine richtige Erkenntnis der Wirklichkeit.

Der Konstruktivismus stellt im Gegensatz zu diesen Prämissen ein *holistisch* und *monistisch* orientiertes Modell auf. *Holistisch* heißt hier, dass der Mensch nicht in einer Welt lebt, die er als Medium von seinem Körper unterscheidet, sondern der Mensch lebt *mit* dieser Welt, zu der sowohl sein Körper als auch sein Selbst gehören. *Monistisch* soll bedeuten, dass das menschliche Erkennen „in seiner Qualität und in seinem Umfang als ein Phänomen in einem chemikophysikalischen Universum (Medium) vollständig abhängig ist von den Selbstorganisationskapazitäten dieses Universums, von den anatomischen und funktionalen Eigenschaften der autopoietischen Systeme, die in diesem Universum entstehen können, und als deren eine Realisation auch der Mensch angesehen werden muss, und schließlich abhängig ist von den Eigenschaften, die diese Systeme in ihren Ontogenesen und Phylogeneseen entwickeln.“ (Rusch, 1985, S. 210) Der Mensch erkennt also keine objektive Welt, sondern er interpretiert sie als ein mit ihr über Generationen existierendes Subjekt.

Ungefähr am Ende der 1980er Jahre übten Konstruktivisten eine grundlegende Kritik an kognitiven Ansätzen. Sie bemängelten, dass eine Reduktion des menschlichen Handelns und Bewusstseins stattfindet, die sich ausschließlich auf die kognitive Informationsverarbeitung konzentriert. Das Individuum wird nach ihrer Ansicht, als Zentrum des Wissens überbewertet und die menschliche Emotionalität, Leiblichkeit und Situiertheit in der Lebenswelt ausgeblendet.

Wichtig für die Abgrenzung der konstruktivistischen Position vom Kognitivismus ist das Verständnis des Wissens. Aus konstruktivistischer Sicht wird Wissen im Akt des Erkennens konstruiert. Es existiert nicht unabhängig vom erkennenden Subjekt. Wissen wird dynamisch generiert und nicht fest gespeichert. Demzufolge kann es jemand anderem auch nicht ohne eigene Rekonstruktion „übermittelt“ werden. (Papert, 1992). Die Repräsentationen des Wissens sind damit ständig neu interpretierte Darstellungsformen des Erkannten und keine statisch erstarrten Symbole. Innerhalb einer Aufgabenstellung gibt es immer mehrere Möglichkeiten der Konstruktion, die zu einer Lösung führen. In einer auf konstruktivistischen Konzepten beruhenden Didaktik wird deshalb besonders die aktive Auseinandersetzung des Lernenden mit der Aufgabenstellung betont. Bei der didaktischen Planung von Lernanwendungen steht nicht die Aufstellung von Lernzielen oder Katalogen von kognitiven Konzepten im Vordergrund, sondern die Rückbindung an die Kontextgebundenheit der Lerninhalte (Schulmeister, 1997).

Der Prozess des Lehrens und Lernens fand nach behavioristischen Ansätzen dann statt, wenn der Lehrer einen Teil des objektiven Wissensbestandes übermittelte. Am Ende des Wissenstransportes sollte der Schüler den gelernten Wissensausschnitt in genau derselben Form wie der Lehrer besitzen. Wissen stellte sich damit als eine Substanz dar, die aus Begriffen bestand, die aus allen Kontexten herausgelöst, von einer Person an eine andere weitergereicht werden konnte.

Vertreter der konstruktivistischen Positionen nehmen dazu eine entgegengesetzte Position ein. Sie betrachten das Lernen als einem aktiven Konstruktionsprozess, der durch den Lernenden aus einer konkreten Situation heraus eingeleitet wird. In einer eher extremen Position ist eine Lernanwendung völlig offen und wird ganz ohne instruktionale Elemente gestaltet. Lernen soll hier ohne äußere Anleitung erfolgen, um der Selbststeuerung des Lernens den größtmöglichen Raum zu geben. Dabei gilt exploratives Lernen als anzustrebendes Ziel. Lernanwendungen, bei deren Konzeption jegliche äußere Anleitung und Orientierung abgelehnt wird, können sich als problematisch erweisen, da sich exploratives Lernen hier als sehr zeitaufwendig gestalten kann und die Gefahr besteht, dass die Interaktion mit der Lernanwendung in einem planlosen „Versuch-Irrtum“-Prozess endet.

Aus dieser Problemstellung heraus erscheint es sinnvoll, anstatt einer extremen Position, eher eine gemäßigte einzunehmen, in der einerseits das Lernen aktiv, problemorientiert und selbstgesteuert erfolgt und damit die Eigenaktivität des Lernenden nach wie vor im Vordergrund steht, andererseits die Offenheit der Lernanwendung mit hilfreicher und anregender äußerer Anleitung an geeigneten Stellen kombiniert wird (Reinmann-Rothmeier, Mandl & Prenzel, 1994).

Mit dem Ausmaß des selbstgesteuerten Lernens in konstruktivistisch orientierten Lernumgebungen hat sich auch Dubs (1993) beschäftigt. Er unterscheidet Vertreter von drei konstruktivistischen Strömungen:

endogene Konstruktivisten:

„[...] wollen nur die Lernvoraussetzungen (Lernumwelt) schaffen, damit die Lernenden in der Interaktion von neuen Erfahrungen und bisherigem Wissen und Können im wesentlichen ohne Hilfe der Lehrkraft ihr Verständnis ausweiten (Wissen und Können erweitern und anpassen)“,

exogene Konstruktivisten:

„[...] sie befürworten eine bewusste Lenkung der Lernprozesse durch die Lehrkräfte dienen den Lernenden als Modell, indem sie ihnen ihre eigenen Lernschritte bewusst zeigen (z.B. wie sie ein Problem lösen) und den Lernenden zugleich helfen, ihr eigenes Wissen und Können zu konstruieren“,

dialektische Konstruktivisten:

„Der dialektische Konstruktivismus liegt zwischen dem endogenen und exogenen. Seine Vertreter sind der Auffassung, dass die Konstruktion des Wissens einer anleitenden Hilfe bedarf, d.h. die Lehrkraft regt durch Fragen an, gibt Hinweise, verzichtet aber auf die Vermittlung von fertigen Strukturen und Strategien. Für sie ist der sokratische Dialog bedeutsam, sie verzichten aber ebenfalls auf die direkte Vermittlung von Wissen und Können.“ [Dubs (1993) zitiert nach Ballin & Brater (1996)]

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass alle Konstruktivismusformen fordern, Lernen als einen aktiven Konstruktionsprozess des Lernenden zu konzipieren, in dem Wissen nicht transportiert sondern individuell konstruiert wird. Die Situation in der dieser Lernprozess stattfindet muss dabei im Zentrum der Betrachtung stehen. Generell gilt es, dass das Gelernte unter keinen Umständen vom Akt des Lernens und von der Situation getrennt werden kann, in der gelernt wird [Vosniadou (1994) in Mandl et al (1997)].

Die Vertreter konstruktivistischer Ansätze betonen seit den 80er Jahren die Schaffung kontextbezogener, kooperativer und kommunikativer Lernumgebungen und sehen die Hauptaufgabe des Lehrers darin, Situationen zu finden, die Lernen stimulieren und den Lernenden dazu anregen neue Konzepte und Prozeduren entstehen zu lassen. Im Gegensatz zum Instruktionismus, wo mit den Taxonomien von Gagné ein Grundmodell vorhanden ist, das durch weitere Vertreter beispielsweise in der Ausweitung durch Merrill erweitert bzw. vertieft wurde, ist im Konstruktivismus eher festzustellen, dass mehrere Vertreter zur gleichen Zeit versuchen, konstruktivistische Ideen in pädagogisch-methodischen Konzepten aufzugreifen. Die Situiertheit der Kognition steht dabei im Mittelpunkt der Betrachtung.

Aus der Neubestimmung des Erkenntnisvorganges innerhalb der Situiertheit der Kognition, ergab sich die pädagogische Folgerung, die Autonomie des Individuums und seine ideosynkratischen Prozesse zu respektieren und stärker zu beachten. Dieses ist nicht durch

Vorgabe der Instruktion des objektiven Wissens und einheitlicher Methoden zu erreichen, sondern durch die Entwicklung von Lernumwelten, in denen kognitive Lernprozesse, in handelnder Auseinandersetzung mit der Umwelt, stattfinden können.

Brown (1985) betont die Anwendung der konstruktivistischen Pädagogik im Bereich des Computerlernens. In der Schaffung neuer Lernsituationen soll der Schwerpunkt des Interesses von den Lernergebnissen auf die Lernprozesse verlagert werden. Brown hebt fünf Mittel hervor, die er für die Verwirklichung dieses Anliegens als wichtig erachtet:

1. *empowering learning environments* (Kreativitätsförderung),
2. *games* (Motivationsförderung),
3. *cognitiv tools* (Werkzeuge zur Förderung kognitiver Prozesse)
4. *writing tools* (Werkzeuge zur Förderung des Schreibens und Argumentierens)
5. *programs* (Programme, die das Denken der Schüler spiegeln und sie bei der Reflexion ihrer eigenen Denkprozesse unterstützen).

Papert (1991) verfolgt ähnliche Konzepte und hebt dabei den Entwurf kreativer und anregender Lernumgebungen hervor (Harel/Papert, 1991). Im Unterschied zu Brown verwendet er allerdings den Begriff „Constructionism“ statt Konstruktivismus und legt dabei seinen Schwerpunkt des Interesses vor allem auf Lernsituationen, die aktives Konstruieren ermöglichen. Der Begriff des *Konstruktionismus* ist im Bezug auf die Entwicklung von didaktischen Lernumgebungen sehr treffend. Konstruktivismus als Begriff sollte eigentlich ausschließlich im erkenntnistheoretischem Kontext benutzt werden. Um die gleichen Begriffe zu nutzen, wie andere Autoren, sprechen wir hier weiterhin vom Konstruktivismus.

Collins, Brown & Newman entwickelten 1989 den *Cognitive Apprenticeship-Ansatz*. Sie orientierten sich dabei am Ablauf eines Lehrlingsverhältnisses, wobei der Lernprozess in einem sozialen Kontext stattfindet, an dem Meister und Lehrling gleichermaßen beteiligt sind. Der Aufbau einer Lernumgebung orientiert sich dabei im wesentlichen an folgenden Elementen der Lehrlingsausbildung:

- *Modelling*: die Beobachtung des Meisters durch den Lehrling, mit dem Ziel, ein Modell zu bilden,
- *Coaching*: der eigene Übungsprozess des Lehrlings mit Beratung durch den Meister,
- *Fading*: allmähliche Rücknahme der tutoriellen Aktivität.

In der computergestützten Lernumgebung sollen dabei die Prozesse, die in der Lehrlingsausbildung sonst praktisch vollzogen werden, kognitiv stattfinden. Dem Ansatz werden viele Vorteile zugeschrieben. So soll die Beobachtung und eigene praktische Ausführung

(Externalisierung) bestimmter Fertigkeiten, die Bildung des kognitiven Modells unterstützen. Dieses soll wiederum eine interpretative Struktur bereitstellen, damit Rückmeldungen, Hinweise und Korrekturen auf fruchtbaren Boden fallen. Letztendlich soll sich daraus die autonome Fähigkeit zur Reflexion entwickeln.

Mit der Betonung der Knowledge Communities (Wissensgemeinschaften) aus konstruktivistischer Sicht, wird dem kooperatives Lernen, der Bildung von Lerngemeinschaften und dem kommunikativen Austausch von Wissen eine neue Aufmerksamkeit gewidmet. Stebler, Reusser et al (1994) stellen nach einem Überblick auf konstruktivistische Experimente zu Wissensbildungs-Gemeinschaften zusammenfassend folgende Thesen zum interaktiven Lernen in Lernumgebungen auf. Derartige Konzepte sollen:

- die Integration von intuitiven und formalem Wissen fördern
- prozess- und zielorientiertes Lernen fördern
- den Wissensaufbau in Lernpartnerschaften und Kommunikationsgemeinschaften fördern und
- Voraussetzungen für Transfer schaffen.
(Stebler, Reusser et al in Schulmeister, 1996)

Kognitive Werkzeuge sind für Konstruktivisten von besonderem Interesse, da sie sich relativ nahtlos in konstruktivistische Lernumgebungen einpassen lassen. Lernende haben die Chance zum konstruktivistischen Handeln, wobei eigene kognitive Konstruktionen eine bedeutende Rolle spielen. Im Gegensatz zu den herkömmlichen Konzeptionen der Mediennutzung – wie z.B. die »Intelligenten Tutoriellen Lernsysteme« – werden die *Kognitiven Werkzeuge/Medien* definiert als: *Konzeption der Medien und der Mediennutzung, die den Lerner befähigt, die Lernsteuerung und die Lernkontrolle zu übernehmen und einen kreierenden Einfluss auf die Medien auszuüben, wobei die Aktivität der Lerner sowohl die Voraussetzung als auch die Folge des Einsatzes von Lernmedien ist. Technisch basieren Kognitive Werkzeuge/Medien auf Neuen Medien (vgl. Klimsa, 1993), die theoretische Begründung ihres Einsatzes resultiert dabei aus kognitivistischen und vor allem konstruktivistischen Positionen.* Wenn wir nun die Kognitiven Werkzeuge/Medien in ihrer Reichweite und ihrer Wirkumgebung betrachten, ergibt sich folgende Systematik:

Kognitive Medien im Mikrobereich

Hier werden alle die Medien subsumiert, die bei Lernprozessen einzelner Lerner eingesetzt werden (z.B. Hypermedia- und Hypertextsysteme, Komplexe Lernumgebungen);

Kognitive Medien im Makrobereich

Hier werden diejenigen Medien betrachtet, die bei Lernprozessen mehrerer Teilnehmer eingesetzt werden (z.B. Netzwerke für das Lernen).

Grundprinzipien für die Gestaltung konstruktivistischer Lernumgebungen

Die im folgenden erläuterten Gestaltungsprinzipien können je nach Bildungsproblem und Charakterisierung der Zielgruppe, in Abhängigkeit von der umgebenden Lernumwelt, mit unterschiedlichem Gewicht in eine konstruktivistische Lernumgebung integriert sein, kennzeichnen diese jedoch grundsätzlich. (vgl. Reinmann-Rothmeier, Mandl & Prenzel, 1994; Mandl et al, 1997)

Komplexe Ausgangsprobleme

Zur Aktivierung des lernenden Handelns innerhalb der Lernumgebung sollte eine interessante, intrinsisch motivierende Aufgaben- bzw. Problemstellung dem Lernenden mit der Aufforderung zur Lösung angeboten werden. Das Angebot muss dabei so aufbereitet sein, dass innerhalb der Zielgruppe eine Motivation zur Aneignung des Wissens durch „Lösen-Wollen“ erzeugt wird.

Authentische und situierte Anwendungskontexte

„Eine authentische Lernumgebung ist so gestaltet, daß sie reale Situationen in ihrer ganzen Komplexität widerspiegelt: In einer solchen Lernumgebung können die Lernenden von Anfang an vielfältige und realitätsnahe Lernerfahrungen sammeln.“ (Reinmann-Rothmeier, Mandl, Prenzel, 1994, S. 46) Insbesondere das Training praxisrelevanter Handlungsabläufe steht hierbei im Vordergrund. Das Versetzen des Lernenden in eine komplexe realitätsnahe Anwendungssituation lässt nicht nur das Wissen an sich, sondern auch unmittelbar, dessen Anwendungsbedingungen im Zusammenhang mit diesem erfahren, wodurch die Wahrscheinlichkeit eines erfolgreichen Transfers auf reale Probleme in der Praxis steigt. Dem Lernenden wird dabei außerdem der praxisrelevante Sinn des Wissenserwerbs vor Augen geführt. Dabei ist eine typische Forderung bei der Gestaltung konstruktivistischer Lernumgebungen zu beachten, den Wissensinhalt und die damit verbundene Aufgabenstellung in ihrer gesamten Komplexität darzustellen, wie sie sich dem Lernenden auch in der realen Praxis darstellen würde. Der Grad der Komplexität und Authentizität, des zur Lösung angebotenen Wissensbestandes, wie der Einsatz von Erläuterungen, Hinweisen, Hilfen etc., ist jedoch an den Wissens- und Erfahrungsstand des Lernenden anzupassen, bzw. dem Lernenden ist eine solche Anpassung der Lernumgebung an seine Bedürfnisse zu ermöglichen.

Authentische Kontexte spiegeln die komplexe Realität wieder. Bei einem situierten Anwendungskontext muss dieses jedoch nicht unbedingt der Fall sein. Eine situierte Lernumgebung bindet die Aufgabenstellung oder das Problem in einen Anwendungskontext ein, der dem Lernenden eine mögliche Anwendungssituation für das erworbene Wissen schildert. (Reinmann-Rothmeier, Mandl, Prenzel, 1994, S. 46) Dabei kann es sich bei der Anwendungssituation auch um einen fiktiven Kontext handeln. Der Ansatz des geankerten Lehrens (*Anchored Instruction*) sieht beispielsweise grundlegend vor, eine Episode oder Geschichte zu erzählen, in deren Kontext die Lösung eines Problems notwendig wird, um mit der Handlung fortfahren zu können. Nicht der Realitätsbezug ist hier von Bedeutung, sondern dass die Zielgruppe, durch eine spannende, sie persönlich ansprechende Story in das Handlungsgeschehen involviert und das Interesse an der Bearbeitung der Aufgabe geweckt wird. Der Situationskontext ist dabei so breit anzulegen, dass er ausreichend Informationen zur Problemlösung aufnehmen kann bzw. ein „verstecken“ der Informationen in der Story ermöglicht. Die Szenen sind mit dem Ziel zu entwerfen, dass infolge des Suchens, Sammelns und Verwendens der Informationen das Mitdenken und selbständige Problemlösen angeregt wird. (Cognition and Technology Group at Vanderbilt, 1990)

Multiple Perspektiven

Nachdem das Wissen in einem bestimmten bedeutsamen Kontext erworben wurde, muss nun auch sichergestellt werden, dass der Lernende das Wissen abstrahieren und danach in ähnlichen Problemsituationen anwenden kann. Um dieses Ziel zu erreichen werden multiple Kontexte angeboten, die sicherstellen, dass das Wissen nicht auf einen Kontext beschränkt bleibt, sondern auch auf andere Problemstellungen angewendet werden kann. Multiple Kontexte können in Form von variierenden Aspekten innerhalb der Problem- oder Aufgabenstellung angeboten oder aber auch durch unterschiedliche soziale Sichtweisen dargestellt werden.

Multiple soziale Sichtweisen helfen insbesondere Stärken und Mängel unterschiedlicher Betrachtungsweisen zu erfahren, sich mit diesen auseinanderzusetzen und für sich selbst geeignete Strategien auszuwählen sowie soziale Konfliktsituationen erfolgreich zu bewältigen. Das Kennenlernen multipler sozialer Sichtweisen kann zudem die Teamfähigkeit und das Verständnis für eine kooperative Kommunikation sowie eine tolerantere Haltung gegenüber anderen Meinungen und Ansichten fördern, da der Lernende auch die Bereitschaft erwirbt sich in die Sichtweisen anderer „hineinzusetzen“ bzw. deren Standpunkt in die eigenen Überlegungen einzubeziehen.

Sozialer Kontext

Der soziale Kontext ist unverzichtbarer Bestandteil einer konstruktivistischen Lernumwelt, da er dem Lernenden eine Orientierung und Einordnung seiner situiert erworbenen

Wissenskonstruktion innerhalb einer Wissensgemeinschaft ermöglicht. Erst die Artikulation und Reflexion des Wissens bzw. der eigenen Lösungswege gibt dem Lernenden die Möglichkeit festzustellen, ob sein momentaner Wissensstand den komplexen Anforderungen innerhalb der, für das Bildungsproblem relevanten, sozialen Gemeinschaft entspricht.

Um so weniger Kooperations- und Kommunikationsmöglichkeiten zwischen Lernenden, Experten und Lehrenden in der Lernumwelt, des mit dem Lernmedium arbeitenden Lernenden bestehen, beispielsweise durch eine räumliche Distanz, desto mehr Möglichkeiten der Kommunikationsaufnahme über das Medium sind einzuplanen.

Das Erarbeiten, Erkunden und Anwenden von Wissen in Zusammenarbeit mit anderen Lernenden und Experten, lässt auch hier den Lernenden teamorientiertes Arbeiten erfahren und bietet eine funktionelle Grundlage für die bereits erwähnten multiplen sozialen Perspektiven, die das Erlernen sozialer und kommunikativer Fertigkeiten unterstützen.

Die Einbeziehung des sozialen Kontextes in die Lernumgebung soll dem Lernenden ebenso die Teilhabe am realen Handlungsprozess von Experten, zum Beispiel durch das Einholen von Ratschlägen, Hinweisen oder Vergleichen ermöglichen. Durch die Einbindung des Lernenden in eine Expertenkultur erwirbt der Lernende nicht nur inhaltliches Wissen, sondern kann sich auch die, dem Experten eigenen, flexiblen, situationsübergreifenden Handlungsstrategien leichter und schneller aneignen.

Strukturelle Planung konstruktivistischer Lernumgebungen

Neben den grundlegenden Gestaltungskriterien lassen sich für konstruktivistische Lernumgebungen eine Reihe Methoden spezifizieren, die teilweise für die Umsetzung mehrerer Gestaltungskriterien bzw. für die strukturelle Planung der Lernumgebung von Bedeutung sind. (vgl. Ballin & Brater, 1994)

Artikulation und Reflexion

Das Artikulieren und Reflektieren von Problemlöseprozessen, sind spezielle Methoden, die die starre Bindung an den Kontext, innerhalb dessen das Problem bearbeitet wurde, auflösen sollen. Ziel ist dabei die Förderung der Abstraktion des erworbenen Wissens und damit seine Anwendbarkeit unabhängig vom Situationsbezug. Artikulation und Reflexion sind methodische Bestandteile des sozialen Kontextes sowie der Darbietung multipler Perspektiven. Sie können zum einen durch Werkzeuge angeregt werden, die die Kommunikation mit außerhalb des Lernmediums stehenden Lernpartnern fördern, zum anderen aber auch innerhalb der Lernumgebung, durch das Angebot von Vergleichsmöglichkeiten, das Ergänzen von Teillösungen, Demonstrationen, Dialogmöglichkeiten o.ä. realisiert werden.

Exploration und Eigenaktivität des Lernenden

Die Forderung nach überwiegend explorativem Handeln und einem hohen Maß an eigenaktiver Gestaltung des Lernens, innerhalb einer Lernumgebung, stellt die Planung und Konzeption vor die Frage, wie das zur Lösung des komplexen Ausgangsproblems notwendige Wissen angeboten werden soll, so dass es zum einen eine sinnvolle Integration in den authentischen bzw. situierten Anwendungsrahmen findet, zum anderen sich für die Bearbeitung multipler Anwendungssituationen eignet, also auch die notwendige Wissensbreite enthält, um abstrahiert werden zu können.

Grundsätzlich gilt es mehr bzw. weiterführenderes Wissen anzubieten, als für die unmittelbare Problemlösung notwendig ist. Der Umfang kann sich dabei an den weiteren Aufgaben orientieren, die unter variierenden Aspekten im gleichen Kontext zu bewältigen sind. Das benötigte Wissen ist dem Lernenden nicht einfach aufbereitet und vorstrukturiert zu präsentieren, sondern in den Rahmenkontext einzubinden, so dass es der Lernende durch Navigation und Interaktion oder das Führen von Dialogen innerhalb des Kontextes suchen, sammeln, strukturieren, ordnen und zur Lösung der Aufgabe sinnvoll auswählen muss. Für das Design der Lernumgebung ist dabei zu beachten, dass die Werkzeuge, die das Informationswissen enthalten und dessen Exploration ermöglichen sollen, optisch nicht interessanter dargeboten werden, als die eigentliche Aufgabenstellung. Die Nutzung der Informationswerkzeuge sollte nicht explizit hervorgehoben werden, da eine Lösung einfacherer Aufgabenstellungen durch Ausprobieren und dem Lernen auch durch Fehler, hierzu gehört beispielsweise auch das entdecken interaktiver Modelle oder die Verwendung virtueller Geräte, sowie einer schnellen Lösung mit weniger benötigtem Informationswissen und damit auch der Garantie eines Erfolgserlebnisses, gerade in der Anfangsphase des Lernprozesses, die Motivation fördern kann. Damit wird eine intrinsische Motivation für das weitere Arbeiten mit der Lernumgebung geschaffen, die auch das „Lösen-Wollen“ schwierigerer, komplexerer Aufgaben hervorrufen kann und damit die Bereitschaft sich weiterführendes Wissen und Fertigkeiten anzueignen, ohne dass der Lernende diese nicht systematisch und zielorientiert bewältigen kann.

Das zielgerichtete Navigieren in einer durch Hypertext und Hypermedia dargebotenen breiten Informationsbasis, die Modellierung eigener Strukturen zur Aufbereitung des gesammelten Wissens sowie das Auswählen von unterschiedlichen Darstellungsformen und die Bestimmung dieser beeinflussender Variablen, zum Beispiel beim Arbeiten mit interaktiven Modellen und Geräten, fordern vom Lernenden ein hohes Maß an Eigenaktivität.

Die Eigenaktivität des Lernenden kann aber auch gefördert werden, indem der Lernende den Ablauf und die Komplexität des Lernprozesses aktiv mitgestalten und die Lernumgebung seinen individuellen Lernbedürfnissen anpassen kann. Dabei sind Möglichkeiten einzuplanen den Lernenden eine bestimmte Lernstrategie auswählen oder eigene Lernwege einschlagen zu lassen. Das innerhalb konstruktivistischer Ansätze oft diskutierte Problem, wann und ob überhaupt der Versuch-Irrtum-Prozess durch den Eingriff des Programmes beendet werden

sollte, kann auch dem Lernenden indirekt zur Auswahl übergeben werden, indem er selbst entscheidet, welche Lernstrategie er wählt. Neben einer Auswahl von Lernstrategien und -wegen kann, insbesondere bei Zielgruppen deren Analyse Unterschiede in den Vorkenntnissen bzw. deren Grad der Abstraktion aufweist, auch eine aktive Mitbestimmung der Hierarchie- bzw. Inhaltstiefe eingeplant werden.

Hilfestellung

Da in konstruktivistischen Ansätzen das Wissen situiert ist und ständig neu konstruiert wird, stellen regelmässige Prüfungen des Gelernten innerhalb bestimmter Massstäbe, eine ungewünschte und unsinnige Einengung der gewünschten Lernerfahrungen und -möglichkeiten dar. Instruktionale Ansätze legen in der Regel einen extern vorgegebenen Masstab an, der vom Lernenden nicht zu kommunizieren ist. Dem Lernenden wird nahegelegt den Lernprozess so auszurichten, dass am Ende ein bestimmtes Frage-Antwort-Schema erfolgreich bewältigt wird.

Kontrollen über Frage-Antwort-Schemata stellen aus konstruktivistischer Sicht eine unangemessene Fremdsteuerung dar. Lernerfolgskontrollen sollen dazu dienen dem Lernenden eine Hilfestellung und Lernunterstützung anzubieten. Sie sollen dagegen nicht unterstützen, dass Wissensinhalte nur schnell auswendig gelernt werden, um einen vom Programm gestellten Test zu bewältigen. Sie sollen den Lernenden dazu anregen, den gelernten Lehrstoff zu reflektieren, sich aktiv mit ihm auseinanderzusetzen und Hinweise auf Fehler oder Irrwege als wertvolle Erfahrung und Gelegenheit zur Korrektur aufzufassen.

Grundsätzlich lassen sich Lernumgebungen die dem Lernenden Aktivitäten, wie das Suchen und Auswählen von Informationen, das Entdecken oder Erforschen des Lehrgegenstandes sowie eine Reihe freier Auswahlmöglichkeiten ermöglichen sollen, am besten durch Hypertextstrukturen realisieren. Bei der Gliederung der Wissensinhalte sollte man sich an den zu bearbeitenden Aufgabenstellungen bzw. an praxisrelevanten Teilschritten der Arbeitsabläufe orientieren und nicht an der beispielsweise durch die Literatur nahegelegter Lehrstoffstruktur.

Zusammenfassung

Instruktionstheoretische Ansätze sind in den 1960er Jahren unter dem Einfluss des Behaviorismus entstanden. Nach behavioristischer Vorstellung ist das Ergebnis des Lernprozesses ein nachzuweisendes beobachtbares Verhalten, welches sich als Lehrziel formulieren lässt. Ziel des didaktischen Designs ist es, den Lehrgegenstand durch eine geeignete Lehrmethode so zu operationalisieren, dass sich das beabsichtigte Verhalten beim Lernenden möglichst rasch einstellt. Wissen wird in diesem Zusammenhang als eine Art Substanz betrachtet, die von einem Lehrenden an einen Lernenden weitergegeben werden kann. Am Ende dieses Wissenstransportes verfügt der Lernende über den vermittelten

objektiven Wissensbestand in gleicher Weise wie der Lehrende. Das Gedächtnis wird dabei als ein Speichersystem betrachtet in dem Wissen direkt abgelegt werden kann (Korrespondenzhypothese).

Die Instruktionstheorie konzentriert sich darauf, optimale Methoden zur Vermittlung des deklarativen, prozeduralen und kontextualen Wissens zu finden, mit deren Hilfe die jeweiligen Lehrziele erreicht werden können. Unterschieden wird dabei im wesentlichen nach kognitiven, affektiven und psychomotorischen Lehrzielen. Der Versuch Taxonomien für eine Automatisierung der Produktion von Lehreinheiten innerhalb von Instruktionsdesign-Systemen zu nutzen, führte zu Lernprogrammen, die einen zu schmalen Lehrzielbereich, eine zu geringe Methodenvarianz sowie ein starres Instruktionsdesign aufwiesen.

Bei der Konzeption von Lehr- und Lernsoftware nach dem Instruktionsdesign spielt insbesondere die sequentielle Strukturierung des Lernangebotes eine Rolle. Die Taktung des zu vermittelnden Wissensbestandes in Teillernschritte, Lernerfolgskontrollen in Form von Tests und Rückmeldungen zur Kontrolle der Lehreffizienz sind hierbei von Bedeutung. Für die Evaluation derartiger Lehrangebote sind Testverfahren wichtig, die es ermöglichen, operationalisierte Lehrziele und damit den Erfolg bzw. die Qualität des Lehrverfahrens zu prüfen.

Innerhalb kognitivistischer Ansätze wird die Informationsaufnahme und –speicherung als Prozess verstanden, der auf kognitiven Strukturen des Lernenden beruht. Wichtig für die Güte dieses Prozesses ist dabei die optimale Informationsaufbereitung und –darbietung sowie die kognitiven Aktivitäten des Lernenden. Die internen Verarbeitungsprozesse des Lernenden stehen im Vordergrund. Beobachtbares Verhalten wird nur noch als Folgeerscheinung betrachtet. Entscheidend ist, wie der Lernende mit einem Lernangebot umgeht, welche kognitiven Operationen er dabei ausführt und ob diese geeignet sind, Wissen zu erwerben. Dabei wird berücksichtigt, dass jedes Lernen wiederum eine Veränderung der kognitiven Strukturen und Prozesse darstellt.

Kognitive Ansätze gehen davon aus, dass verschiedene Lehr- und Lerninhalte in unterschiedlichen Subsystemen des Gedächtnisses gespeichert werden. Demzufolge steht die Klassifikation und Analyse der Lerninhalte im Vordergrund kognitivistischer didaktischer Bemühungen, da unterschiedliche Verarbeitungsprozesse angeregt werden müssen, um das Wissen in den verschiedenen Subsystemen des Gedächtnisses dauerhaft zu verankern.

Da aus kognitivistischer Sicht der Wissenserwerb in ständiger Auseinandersetzung mit der Umwelt erfolgt, werden für die Gestaltung von Lernsoftware explorative Systeme empfohlen, die es dem Lernenden ermöglichen, den Lerngegenstand in Eigenaktivität zu erforschen. Die Nichtlinearität des Lernangebotes wird hierbei als Vorteil betrachtet, da Rückschläge und daraus resultierende Wiederholungen als positive Erfahrung erlebt werden sollen, die qualitativ neue Sichtweisen auf den Lerngegenstand eröffnen.

Dennoch ist die Planung einer logischen Strukturierung des Lernangebotes notwendig. Insbesondere wird dabei darauf geachtet, dass der Lernprozess als befriedigende Aktivität erlebt werden kann und notwendige Anstrengungen gern unternommen werden. Lernaktivitäten sollen dabei vom Lernenden selbst ausgehen und nicht angeordnet werden.

Bei der Konzeption kognitivistischer Lernsoftware stellt sich also die zentrale Frage, wie ein solches Lernangebot zu gestalten ist, so dass es den Lernenden motiviert, sich mit dem Lerngegenstand zu beschäftigen.

Für die Planung der sachlogischen Struktur der Interaktionsräume ist es wichtig, die Bildung eines mentalen Modells bzw. den Aufbau einer kognitiven Landkarte zu unterstützen. Insbesondere sind hierbei eine gut überschaubare Grundstruktur und Möglichkeiten zur Lernwegkontrolle einzuplanen sowie Hilfen für die Orientierung im Interaktionsraum anzubieten.

In konstruktivistischen Ansätzen wird davon ausgegangen, dass Wissen im Akt des Erkennens ständig neu konstruiert wird. Wissen kann demzufolge nicht unabhängig vom erkennenden Subjekt existieren und von diesem auch nicht an andere vermittelt werden, ohne von der Rekonstruktionsleistung des Vermittelnden beeinflusst zu werden. Dargebotenes Wissen unterliegt damit ständig neuen Interpretationen durch den Lernenden. Für eine zu lösende Aufgabenstellung ist es notwendig, mehrere Möglichkeiten zur Konstruktion des Wissens anzubieten, die aber zu einer Lösung führen. In konstruktivistischen Ansätzen wird deshalb die aktive Auseinandersetzung des Lernenden mit dem Lehrgegenstand betont und gefördert. Dabei steht insbesondere die Kontextgebundenheit der Lerninhalte im Vordergrund.

Bei der Konzeption von Lernumgebungen, in denen Lernen als aktiver Konstruktionsprozess gestaltet werden soll, lassen sich im wesentlichen zwei Positionen feststellen. In einer eher extremen Position ist die Lernumgebung völlig offen und gänzlich ohne instruktionale Elemente zu gestalten. Es wird beabsichtigt ohne äußere Anleitung dem selbstgesteuerten Lernen größtmöglichen Raum zu geben. In einer gemäßigten Position soll Lernen ebenfalls aktiv und selbstgesteuert erfolgen, es wird aber durch äußere Anleitung an geeigneten Stellen unterstützt.

Grundsätzlich sind, je nach Bildungsproblem und Charakterisierung der Zielgruppe mit unterschiedlichem Gewicht, folgende Grundprinzipien für die Gestaltung konstruktivistischer Lernumgebungen zu beachten:

- Die Lernumgebung sollte ein den Lernenden interessierendes und motivierendes komplexes Ausgangsproblem enthalten.
- Das Ausgangsproblem sollte in einen authentischen oder aber einen situierten, u.U. auch fiktiven Kontext gefasst sein, der es dem Lernenden ermöglicht vielfältige, praxisrelevante Lernerfahrungen zu sammeln.

- Die Abstrahierung des Wissens und damit die flexible Anwendbarkeit in ähnlichen Problemsituationen ist durch das Angebot multipler Perspektiven auf den Lerngegenstand zu sichern.

Die Einbindung in einen sozialen Kontext bzw. Kommunikationsprozess ist ein unverzichtbarer Bestandteil einer konstruktivistischen Lernumwelt, da nur auf diese Weise es dem Lernenden möglich ist, sein neu situiert erworbenes Wissen innerhalb einer Wissensgemeinschaft einzuordnen und sich innerhalb dieser angemessen zu orientieren.

Literatur

- Anderson, J. R. (1983). *The Architecture of Cognition*. Hillsdale, NJ u.a.: Lawrence Erlbaum Ass.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York: Holt Rinehart & Winston
- Benner, P. (1984), *From Novice to Expert: Excellence and Power in Clinical Nursing Practise*, Addison-Wesley.
- Bloom, B. S./ Engelhart, M. B./ Furst, E. J./ Hill, W. H. & Krathwohl, D.R. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives. The Classification of Educational Goals (Handbook I. Cognitive Domain)*. New York: Longman.
- Blume, D. (Hrsg.)/ Ballin, D./ Brater, M. (1996), *Handlungsorientiert lernen mit Multimedia: Lernarrangements planen, entwickeln und einsetzen*. Reihe: *Multimediales Lernen in der Berufsbildung*. Nürnberg.
- Bonner, J. (1988). *Implications of Cognitive Theory for Instructional Design*. *Educational Communication and Technology Journal*, 36, 3-14
- Bovy, R. C. (1981). *Successful Instructional Methods: A Cognitive Information Processing Approach*. *Educational Communication and Technology Journal*, 29, 203-217.
- Brown, A. L./ Campione, J. C. (1989), *Interactive Learning Environments and the Teaching of Science and Mathematics*. In: Gardner, M./ Greeno, J. G. et al (eds): *Toward a Scientific Practice of Science Education*. Hillsdale, NJ u. a.: Lawrence Erlbaum Ass.
- Brown, J. S. (1985), *Process versus Product: A Perspective on Tools for Communal and Informal Electronic Learning*. In: *Journal of Educational Computing Research* 2 1 (1985) 179-201
- Bruner, J. S. (1966). *Toward a Theory of Instruction*. New York, NY: W.W. Norton
- Case, R./ Bereiter, C. (1984), *From Behaviorism to Cognitive Behaviorism to Cognitive Development: Steps in the Evolution of Instructional Design*. In: *Instructional Science* 13 (1984) 141-158
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1990). *Anchored instruction and its relationship to situated cognition*. *Educational Researcher*, 19, 2-10.
- Collins, A./ Brown, J.S./ Newman, S. E. (1989), *Cognitive Apprenticeship: Teaching the Crafts of Reading, Writing and Mathematics*. In: Resnick, L. B. (ed): *Knowing, Learning, and Instruction. Essays in Honor of Robert Glaser*. Hillsdale, NJ u.a.: Lawrence Erlbaum Ass.
- Craik, F.I.M. / Tulving, E. (1975), *Depth of Processing and the retention of words in episodic memory*. In: *Journal of Experimental Psychology: General* 104. S. 268-294.
- Damasio, A. R. / Damasio, H. (1992), *Sprache und Gehirn*. In: *Spektrum der Wissenschaft*. 11/1992, S. 80.
- Döring, K. W. (1969). *Lehr und Lernmittel*. Weinheim: Beltz

- Dreyfus, H. L. / Dreyfus, S. E. (1988) Künstliche Intelligenz. Von den Grenzen der Denkmachine und dem Wert der Intuition. Hamburg.
- Dubs, R. (1993), Stehen wir vor einem Paradigmenwechsel beim Lehren und Lernen? In: Zeitschrift für Pädagogik 41 (1993) 5, S. 449 - 454
- Düker, H. / Tausch, R. (1971), Über die Wirkung der Veranschaulichung von Unterrichtsstoffen auf das Behalten. In: K. W. Döring (Hrsg.): Lehr- und Lernmittelforschung. Weinheim.
- Eimas, P. D. (1990), Sprachwahrnehmung beim Säugling. In: Gehirn und Kognition. Heidelberg.
- Elen, J. (1992). Toward Prescriptions in Instructional Design: A Theoretical and Empirical Approach. Katholieke Universiteit Leuven
- Foerster H. von (1991), Was ist Gedächtnis, dass es Rückschau und Vorschau ermöglicht? In: Schmidt, S. J. (Hrsg.): Gedächtnis. Probleme und Perspektiven der interdisziplinären Gedächtnisforschung. Frankfurt am Main.
- Gagné, R. M. (1965). The Conditions of Learning and Theory of Instruction. 1. Aufl. New York, NY: Holt, Rinehart & Winston
- Glaserfeld, E. v. (1981), Einführung in den radikalen Konstruktivismus. In: Watzlawick, P. (Hrsg.), Die erfundene Wirklichkeit: Wie wissen wir, was wir zu wissen glauben? Beiträge zum Konstruktivismus. München.
- Goldman-Rakic, P. S. (1992), Das Arbeitsgedächtnis. In: Spektrum der Wissenschaft, Heft 11/1992, S. 94 ff.
- Haber, R. N. (1970), How we remember what we see. In: Scientific American 5/1970, S. 104 ff.
- Harel, I./ Papert, S. (eds). (1991). Constructionism. Norwood, NJ: Alex Publishing
- Issing, L. J. (1995), Instruktionsdesign für Multimedia. In: Issing, L. J./ Klimsa, P. (Hrsg.), Information und Lernen mit Multimedia. Weinheim:
- Issing, L. J.: Wissensvermittlung mit Medien. In: Mandl, H., Spada, H. (1988), Wissenspsychologie. Weinheim.
- Kandel, E. R. / Howkins, R. D. (1992), Molekulare Grundlagen des Lernens. In: Spektrum der Wissenschaft, Heft 11/1992, S. 66.
- Keller, J. M./ Suzuki, K. (1988). Use of the ARCS motivation model in courseware design. In: Jonassen, D. H.: Instructional designs for microcomputer courseware. Hillsdale, NJ, Erlbaum:
- Kerres, M. (1998), Multimediale und telemediale Lernumgebungen: Konzeption und Entwicklung. Wien.
- Klimsa, P. (1993), Neue Medien und Weiterbildung. Anwendung und Nutzung in Lernprozessen der Weiterbildung. Weinheim.
- Klimsa, P. (1997), Multimedia aus psychologischer und didaktischer Sicht. In: Issing, L. J./ Klimsa, P. (Hrsg.), Information und Lernen mit Multimedia. Weinheim.

- König, E./ Riedel, H. (1979). Unterrichtsplanung I. Konstruktionsgrundlagen und -kriterien. (2.Aufl.). Weinheim: Beltz.
- Lechner, M. (1994). Navigation und Orientierung. Konzeption und Untersuchung des Benutzerverhaltens einer Multimedia-Anwendung mit 3D-Oberfläche. FH Furtwangen: FB Digitale Medien.
- Livingstone, M. S. (1990), Kunst, Schein und Wahrnehmung. In: Gehirn und Kognition. Heidelberg 1990.
- Lurija, A. R. (1996), Das Gehirn in Aktion. Einführung in die Neuropsychologie. Reinbek bei Hamburg.
- Mandl, H./ Gruber, H./ Renkl, A. (1997), Situiertes Lernen in multimedialen Lernumgebungen. In: Issing, L. J./ Klimsa, P. (Hrsg.), Information und Lernen
- Merrill, M. .D. (1983), Component Display Theory. In: Reigeluth, C.M. (ed): Instructional Design Theories and Models: An Overview of their Current Status. Hillsdale, NJ u.a.: Lawrence Erlbaum Ass.
- Merrill, M. D./ Li, Z./ Jones, M. K. (1990), The Second Generation Instructional Design Research Program. In: Educational Technology 3 30 (1990) 26-31
- Miller, G. A. (1956), The Magical Number Seven, Plus or Minus Two. Some limits on our capacity for processing information. In: Psychological Review 63/1956, S. 81 ff.
- Niegemann, H. M. (1995). Computergestützte Instruktion in Schule, Aus- und Weiterbildung: theoretische Grundlagen, empirische Befunde und Probleme der Entwicklung von Lernprogrammen. Frankfurt: Peter Lang.
- Paivio, A. (1971), Imagery and Verbal Processes. New York.
- Papert, S. (1992). The Children's Machine: Rethinking School in the Age of the Computer. New York: Basic Books
- Rusch, G. (1985), Von einem konstruktivistischen Standpunkt. Erkenntnistheorie, Geschichte und Diachronie in der empirischen Literaturwissenschaft. Braunschweig-Wiesbaden: Vieweg.
- Reigeluth, C. M./Stein, F. S. (1983), The Elaboration Theory of Instruction . In: Reigeluth, C. M. (ed): Instructional Design Theories and Models: An Overview of their Current Status. Hillsdale, NJ u.a.: Lawrence Erlbaum Ass.
- Reinmann-Rothmeier, G./ Mandl, H./ Prenzel, M. (Autoren). Arzberger, H./ Brehm, K.-H. (Hrsg.). (1994). Computerunterstützte Lernumgebungen: Planung, Gestaltung und Bewertung. Erlangen: Publicis MCD Verlag,.
- Riedel, H. (1992), Das Modell der Internoperationen als Baustein innerhalb der systematischen Didaktik. Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft 33: 113-124.
- Rosenfield, I. (1992) Das Fremde, das Vertraute und das Vergessene. Anatomie des Bewusstsein. Frankfurt am Main.

- Roth, G. (1991), Neuronale Grundlagen des Lernens und des Gedächtnisses. In: S. J. Schmidt: (Hrsg.): Gedächtnis. Probleme und Perspektiven der interdisziplinären Gedächtnisforschung. Frankfurt am Main.
- Salomon, G. (1979). Interaction of Media, Cognition, and Learning. San Francisco: Jossey-Bass.
- Scandura, J. M. (1973). Structural Learning I: Theory and Research. London/New York: Gordon & Breach Science Publishers
- Schmidt S. J. (1991), Der radikale Konstruktivismus. Ein neues Paradigma im interdisziplinären Diskurs. In: Ders. (Hrsg.): Der Diskurs des radikalen Konstruktivismus. Frankfurt am Main.
- Schott, F. (1991). Instruktionsdesign, Instruktionstheorie und Wissensdesign: Aufgabenstellung, gegenwärtiger Stand und zukünftige Herausforderungen. Unterrichtswissenschaft, 19 (H. 3), 194-217.
- Schulmeister, R. (1997). Grundlagen hypermedialer Lernsysteme. Theorie-Didaktik-Design. 2. aktualisierte Aufl.. München/ Wien: Oldenbourg Verlag,
- Skinner, B.F. (1968). The Technology of Teaching. New York: Apple Century Crofts.
- Stebler, R./ Reusser, K./ Pauli, C. (1994), Interaktive Lehr-Lern-Umgebungen: Didaktische Arrangements im Dienste des gründlichen Verstehens. In: Reusser, K./ Reusser-Weyeneth, M. (eds): Verstehen. Psychologischer Prozess und didaktische Aufgabe. Bern/ Stuttgart/ Wien: Hans Huber
- Tennyson, R. D./ Rasch, M. (1988), Linking Cognitive Learning Theory to Instructional Prescriptions. Instructional Science 4 17 (1988) 369-385. Winston.
- Varela, F. J (1990), Kognitionswissenschaft — Kognitionstechnik. Eine Skizze aktueller Perspektiven. Frankfurt am Main.
- Vosniadou, S. (1994), From cognitive theory to educational technology. In: Vosniadou, S./ De Corte, E./ Mandl, H. (Hrsg.): Technology-based learning environments. Psychological and educational foundations (S. 11-18). Berlin: Springer.
- Weizenbaum J. (1977), Die Macht des Computers und die Ohnmacht der Vernunft. Frankfurt/M.
- Zeki, S. M. (1992), Das geistige Abbild der Welt. In: Spektrum der Wissenschaft. 11/1992, S. 57 ff.

- 01 Rüdiger Grimm, "Vertrauen im Internet – Wie sicher soll E-Commerce sein?", April 2001, 22 S.
TU Ilmenau, Institut für Medien- und Kommunikationswissenschaft, ruediger.grimm@tu-ilmenau.de
- 02 Martin Löffelholz, "Von Weber zum Web – Journalismusforschung im 21. Jahrhundert: theoretische Konzepte und empirische Befunde im systematischen Überblick", Juli 2001, 25 S.
TU Ilmenau, Institut für Medien- und Kommunikationswissenschaft, martin.loeffelholz@tu-ilmenau.de
- 03 Alfred Kirpal, "Beiträge zur Mediengeschichte – Basteln, Konstruieren und Erfinden in der Radioentwicklung", Oktober 2001, 28 S.
TU Ilmenau, Institut für Medien- und Kommunikationswissenschaft, alfred.kirpal@tu-ilmenau.de
- 04 Gerhard Vowe, "Medienpolitik: Regulierung der medialen öffentlichen Kommunikation", November 2001, 68 Seiten.
TU Ilmenau, Institut für Medien- und Kommunikationswissenschaft, gerhard.vowe@tu-ilmenau.de
- 05 Christiane Hänseroth, Angelika Zobel, Rüdiger Grimm, "Sicheres Homebanking in Deutschland – Ein Vergleich mit 1998 aus organisatorisch-technischer Sicht", November 2001, 54 Seiten.
TU Ilmenau, Institut für Medien- und Kommunikationswissenschaft, ruediger.grimm@tu-ilmenau.de
- 06 Paul Klimsa, Anja Richter, "Psychologische und didaktische Grundlagen des Einsatzes von Bildungsmedien", Dezember 2001, 53 Seiten.
TU Ilmenau, Institut für Medien- und Kommunikationswissenschaft, paul.klimsa@tu-ilmenau.de