

Dörr, Günter; Seel, Norbert M.; Strittmatter, Peter  
**Mentale Modelle. Alter Wein in neuen Schläuchen? Mediendidaktische Anmerkungen**

*Unterrichtswissenschaft 14 (1986) 2, S. 168-189*



Quellenangabe/ Reference:

Dörr, Günter; Seel, Norbert M.; Strittmatter, Peter: Mentale Modelle. Alter Wein in neuen Schläuchen? Mediendidaktische Anmerkungen - In: Unterrichtswissenschaft 14 (1986) 2, S. 168-189 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-295991 - DOI: 10.25656/01:29599

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-295991>

<https://doi.org/10.25656/01:29599>

in Kooperation mit / in cooperation with:

**BELTZ JUVENTA**

<http://www.juventa.de>

#### Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

#### Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

#### Kontakt / Contact:

peDOCS  
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation  
Informationszentrum (IZ) Bildung  
E-Mail: [pedocs@dipf.de](mailto:pedocs@dipf.de)  
Internet: [www.pedocs.de](http://www.pedocs.de)

Digitalisiert

Mitglied der

  
Leibniz-Gemeinschaft

---

# Allgemeiner Teil

---

Günter Dörr, Norbert M. Seel, Peter Strittmatter

## Mentale Modelle: Alter Wein in neuen Schläuchen?

### Mediendidaktische Anmerkungen

In Arbeiten zur Kognitionswissenschaft taucht in jüngster Zeit häufig der Begriff des mentalen Modells auf. Nach der Explikation dieses Begriffs am Beispiel der Analogiebildung werden dieser Forschungsrichtung Arbeiten über den Anschauungsbegriff gegenübergestellt, die bis zum Anfang dieses Jahrhunderts zurückreichen. Dabei fallen neben weitgehenden Parallelen in theoretischer Hinsicht deutliche Diskrepanzen bezüglich der empirischen Umsetzung auf. Nachdem die Konzeption der mentalen Modelle zu den „Bausteinen einer Mediendidaktik“ in Beziehung gesetzt werden, stellen wir abschließend Überlegungen dar, wie die Ergebnisse in Präsentationsbedingungen umzusetzen sind.

#### Mental models – Old wine in new pipes?

In recent studies regarding the „cognitive science“ we nowadays can often find the idea of the „mental model“. After having been explicated – by using the example of „forming analogies“ – this term, or better this school of thoughts, is contrasted with studies regarding the intuitive idea, which have got their origin up to the beginning of this century. Looking at these we can notice – besides certain parallels in theoretical aspect – quite evident discrepancies concerning the empirical realization. This conception of the mental models is then related to the so called „bricks of medium-didactics“. Finally reflections are made upon the question, how and under which conditions these conclusions could be presented.

### 1. Problemstellung

Der gegenwärtige Zustand der Mediendidaktik sowie insgesamt der Medienforschung wird allgemein als desolat empfunden, sowohl was den Bereich der Theoriebildung als auch die Aussagefähigkeit für den Bereich Lehren und Lernen angeht (vgl. hierzu beispielsweise: *Merten*, 1982; *Heidt/Loser*, 1979; *Schulze*, 1978). Das war für uns ein Grund, in einigen Artikeln „Bausteine einer kognitionstheoretisch begründeten Medienforschung“ darzustellen und deren Relevanz für den Bereich Lehren und Lernen herauszuarbeiten (vgl. *Seel*, 1985; *Seel/Strittmatter*, 1984; *Strittmatter/Seel*, 1984).

Bei der fortgesetzten Beschäftigung mit einer interdisziplinär angelegten Entwicklung von Modellen zur Mediendidaktik ist uns in kognitionswissenschaftlichen Ar-

beiten jüngster Zeit wiederholt das Konzept der mentalen Modelle begegnet (vgl. Anzai/Yokoyama, 1984; Gentner/Stevens, 1983; Holyoak, 1984b; Johnson-Laird, 1983; sowie einige Beiträge in Mandl/Fischer, 1985). Dieses Konzept gibt u.E. einen theoretischen Rahmen ab, in den wir unsere „Bausteine“ integrieren können. Die Grundlage hierfür bildet das Paradigma der Informationsverarbeitung, das sowohl unserer bisherigen Theorieentwicklung als auch dem Konzept der mentalen Modelle zugrunde liegt.

Informationsverarbeitung ist stets eine Wechselbeziehung zwischen Perzeption und Gedächtnis; im Vollzug von Informationsverarbeitung werden verschiedene Anforderungen an das Gedächtnis gestellt: Die sensorischen Daten aktivieren Wissensbestände, in die die neuen Informationen integriert werden können (vgl. Strittmatter/Seel, 1984).

Wissen ist Voraussetzung für intelligentes Verhalten. Bedeutsam ist dabei in erster Linie die Wissensrepräsentation, wobei der Repräsentationsbegriff den mentalen Vorstellungsakt bezeichnet. Die mentale Repräsentation wird als *operatives Abbildsystem* erzeugt und steht dann als Symbolsystem der weiteren Informationsverarbeitung zur Verfügung (vgl. Hacker, 1973). Ein intelligentes System wendet bei jeder Informationsverarbeitung stets Wissen an, das es in der Vergangenheit erworben hat. Hauptmerkmal ist dabei, daß das intelligente System mit einer *Wissensbasis* interagiert, die Informationen über den aktuellen Bereich bereitstellt:

*Ein mentales Modell konstituiert die Wissensbasis als Abbildung einer sich entwickelnden subjektiven Welt, wobei der Zustand des Modells in einem Augenblick das Wissen repräsentiert, das bislang erworben worden ist.*

Eine Grundannahme der Kognitionswissenschaft besteht darin, daß das gesamte Wissen von der äußeren Welt abhängig ist, von der Fähigkeit des intelligenten Systems, mentale Modelle zu konstruieren und zu bewahren. Die Aufgabe mentaler Modelle besteht in der Abbildung von Umweltstrukturen in mentale Codes. Diese interne Abbildung der Objekt- und Ereigniswelt konstituiert eine Art *Arbeitsmodell*, mittels dessen beispielsweise plausible Schlußfolgerungen möglich sind (vgl. Johnson-Laird, 1983). Im Bereich der Kognitionswissenschaft dürfte somit mentalen Modellen eine zentrale Rolle für die Repräsentation von Objekten, Ereignissen, sozialen Aktionen des Alltags, abstrakten Phänomenen usw. zukommen. Hierfür müssen mentale Modelle nicht nur ein System zur Repräsentation von Wissen voraussetzen, sondern immer auch die Bedingungen zur Anwendung dieses Wissens in sehr verschiedenen Situationen berücksichtigen.

Das Konzept der mentalen Modelle weist eine grundsätzliche Relevanz für Lehr-Lern-Prozesse und hier insbesondere für mediendidaktische Aspekte auf. Das wird an den Beispielen in der entsprechenden Literatur deutlich (vgl. die Beiträge in Gentner/Stevens, 1983; Anzai/Yokoyama, 1984): In fast allen Fällen wird der Visualisierung (i.S. einer ikonischen Präsentation) komplexer Sachverhalte große Bedeutung beigemessen. Dies deckt sich u.E. mit dem pädagogischen Bemühen, komplizierte Sachverhalte mittels spezifischer Darstellungsmittel so zu präsentieren, daß dem Lernenden die Entwicklung anschaulicher Vorstellungen ermöglicht wird.

Rückt damit der moderne Begriff der mentalen Modelle in die Nähe des traditionellen, aus der Mode gekommenen Konzeptes der Anschauung? Gibt es in der theoretischen Begründung und in den didaktischen Konsequenzen Gemeinsamkeiten? Oder wird mit dem Konzept der mentalen Modelle möglicherweise nur „alter Wein in neuen Schläuchen“ angepriesen?

Bei einer ersten Analyse der pädagogischen Fachliteratur fällt auf, daß der Anschauungsbegriff häufig auf ein Unterrichtsprinzip verkürzt wird, indem einer Vergegenständlichung von Lehrstoffen beispielsweise durch Bilder, Skizzen, Film usw. Priorität eingeräumt wird (vgl. *Düker/Tausch*, 1957; *Hillebrand*, 1974; *Steindorf*, 1981); vereinzelt wird „Anschauung“ als Begriff ganz vermieden und als „Repräsentationshilfe“ thematisiert (vgl. *Einsiedler*, 1981). Hierbei werden zwei Aspekte des Anschauungsbegriffs unterschiedlich gewichtet, nämlich die sog. *äußere Anschauung* (i.S. von Wahrnehmung) und die sog. *innere Anschauung* (i.S. von Vorstellung) (vgl. *Skowronek*, 1968).

Bezeichnenderweise gibt es im Bereich der neueren Pädagogik kaum empirische Untersuchungen zur Anschauungsproblematik; die Untersuchungen von *Walcher* (1974) und *Peeck* (1978) sind diesbezüglich als Ausnahmen zu betrachten. Diese Forschungslage wirft u. E. die Frage auf, ob häufig dann, wenn in der allgemeinen Didaktik von einem Unterrichtsprinzip gesprochen wird, dies dann leerformelartig geschieht und dadurch außerhalb einer empirischen Fundierung gestellt wird?

Eine gründlichere Analyse des Anschauungsbegriffs, wie er zu Anfang dieses Jahrhunderts theoretisch aufgearbeitet wurde, zeigt manche interessante Parallelen zur modernen Konzeption der mentalen Modelle. Es könnte deshalb vorab angenommen werden, daß die Konzeption der mentalen Modelle gegebenenfalls eine theoretische Fundierung des pädagogischen Prinzips der Anschauung erlaubt, wie sie bislang nicht gelungen ist. Um dies bewerten zu können, müssen wir zunächst klären, was unter „Anschauung“ zu verstehen ist.

Sowohl das Konzept der mentalen Modelle als auch der Anschauungsbegriff weisen *mediendidaktische Relevanz* auf. Es ist die übereinstimmende Auffassung von Anschauungs- und Kognitionstheoretikern, daß die Veranschaulichung von komplizierten Sachverhalten durch spezielle Medien (z. B. Diagramme, Bilder, Filme usw.) die Aufnahme von Informationen und deren Speicherung im Gedächtnis unterstützt. Durch Medien können Sachverhalte und Ereignisse dargestellt werden (z. B. durch spezielle Aufnahme- und Trickverfahren), die sich der unmittelbaren Erfahrung entziehen.

Wir werden im folgenden die Gemeinsamkeiten und Unterschiedlichkeiten zwischen dem Konzept der mentalen Modelle und dem Prinzip der Anschauung untersuchen und dabei besondere Aufmerksamkeit auf die Funktion von Medien verwenden. Unser Ziel besteht in einem weiteren Beitrag zur theoretischen Fundierung bzw. Konsolidierung der Mediendidaktik.

## 2. Mentale Modelle

Welche Vorstellung haben Sie, wenn Sie an elektrischen Strom denken? Wie stellen Sie sich ein Atom vor? Wie veranschaulichen Sie sich die *Russelsche Antinomie*, also die Menge aller Mengen, die sich selbst nicht als Element enthält?

Mentale Modelle beinhalten das Wissen über solche abgegrenzten Sachverhalte. Dabei handelt es sich um subjektives Wissen, das in der Regel unvollständig, instabil und unwissenschaftlich ist (vgl. *Norman*, 1983). Dies kennzeichnet diesen Forschungsansatz im Rahmen der allgemeinen Gedächtnistheorie, die vor allem die Repräsentation von deklarativem Wissen, das reproduzierbar ist, untersucht. Man geht von keiner generellen Repräsentationsstruktur aus. Die Gedächtnisinhalte werden u.a. über *Handlungen* erschlossen. Inhaltlich hat man bisher fast ausschließlich physikalische Probleme untersucht. Diese Beschränkung ist jedoch nicht notwendig und erfolgt ausschließlich aus pragmatischen Gründen: Für die meisten physikalischen Bereiche existieren explizite prädikative, fachwissenschaftliche Modelle (vgl. *Stevens/Gentner*, 1983), mit denen man die subjektiven mentalen Modelle vergleichen kann.

Da mentale Modelle von neuen Bereichen nur aus der bereits bestehenden Wissensbasis eines Individuums gebildet werden können, weisen *Gentner/Gentner* (1983) auf die Bedeutung der Analogiebildung beim Aufbau mentaler Modelle hin (vgl. auch *Holyoak*, 1984a).

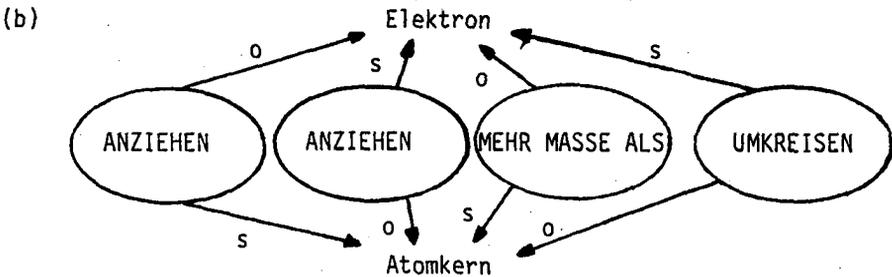
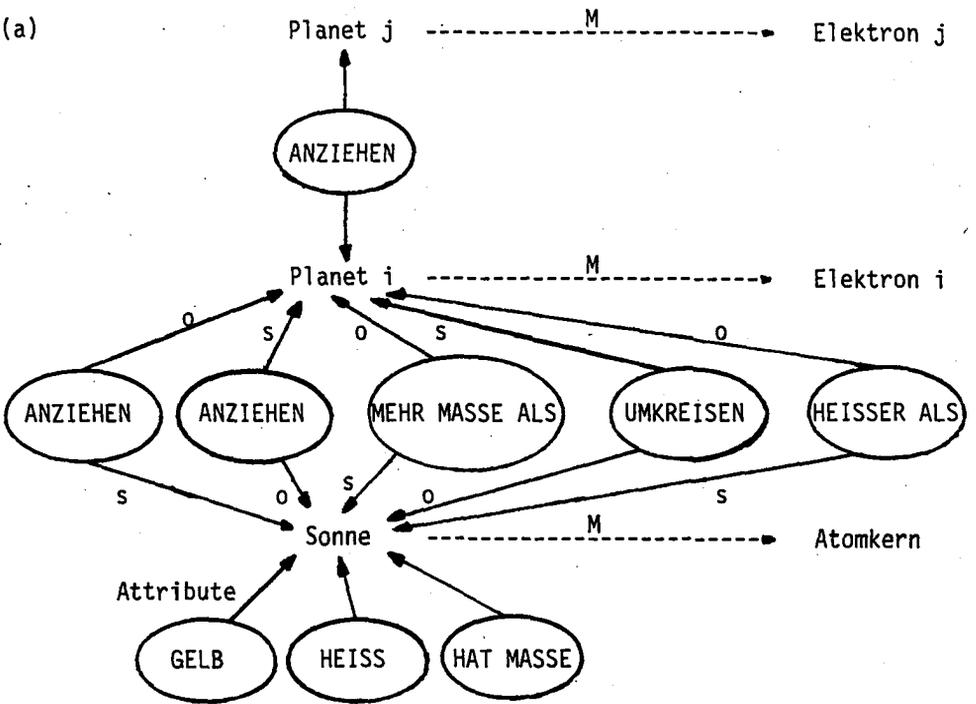
Zurück zu unseren Beispielen: Wie veranschaulichen Sie sich elektrischen Strom? Ist „Ihr“ Stromkreis ein System von Leitungen, durch die der Strom wie Wasser fließt, in dem die Spannung dem Wasserdruck entspricht, Widerstände Verengungen im Röhrensystem sind usw.? Oder ist „Ihr“ Stromkreis ein System von Gängen, in dem sich der Strom wie kleine Männchen vorwärts bewegt, die Spannung dem Druck, der auf die Männchen einwirkt, entspricht, während Widerstände als Türen in den Gängen vorgestellt werden usw.? Oder stellen Sie sich den elektrischen Strom anders vor? Dies sind zwei mögliche mentale Modelle für elektrischen Strom, die von Menschen auch benutzt werden. *Gentner/Gentner* (1983) konnten zeigen, daß die Inferenzbildung im Bereich der Elektrizität unterschiedlich ist, je nachdem, welche Analogie benutzt wurde.

*Holyoak* (1984a) konnte am Beispiel von *Dunckers* Strahlenproblem zeigen, daß das vorherige Lesen einer Geschichte aus einem völlig anderen Bereich, die Ähnlichkeiten im formalen Aufbau besaß, die Leistung der Versuchsperson erheblich steigerte. Was wäre eine hilfreiche Analogie zum Atom, auch ein Gegenstand, der dem Menschen nicht sichtbar ist? Als Analogie wird häufig das Sonnensystem herangezogen, wobei die Sonne dem Atomkern und die Planeten den Elektronen entsprechen. Bei einer Analogie ist nach *Gentner/Gentner* (1983) und *Holyoak* (1984a) zwischen einem Basisbereich und einem Zielbereich zu unterscheiden. Bei Korrespondenz der Elemente dieser beiden Bereiche beinhaltet die Analogie, daß die *Relationen*, die zwischen den Elementen des Basisbereiches gelten, auch zwischen den Elementen des Zielbereiches gelten. Für die Elemente muß dies nicht zutreffen.

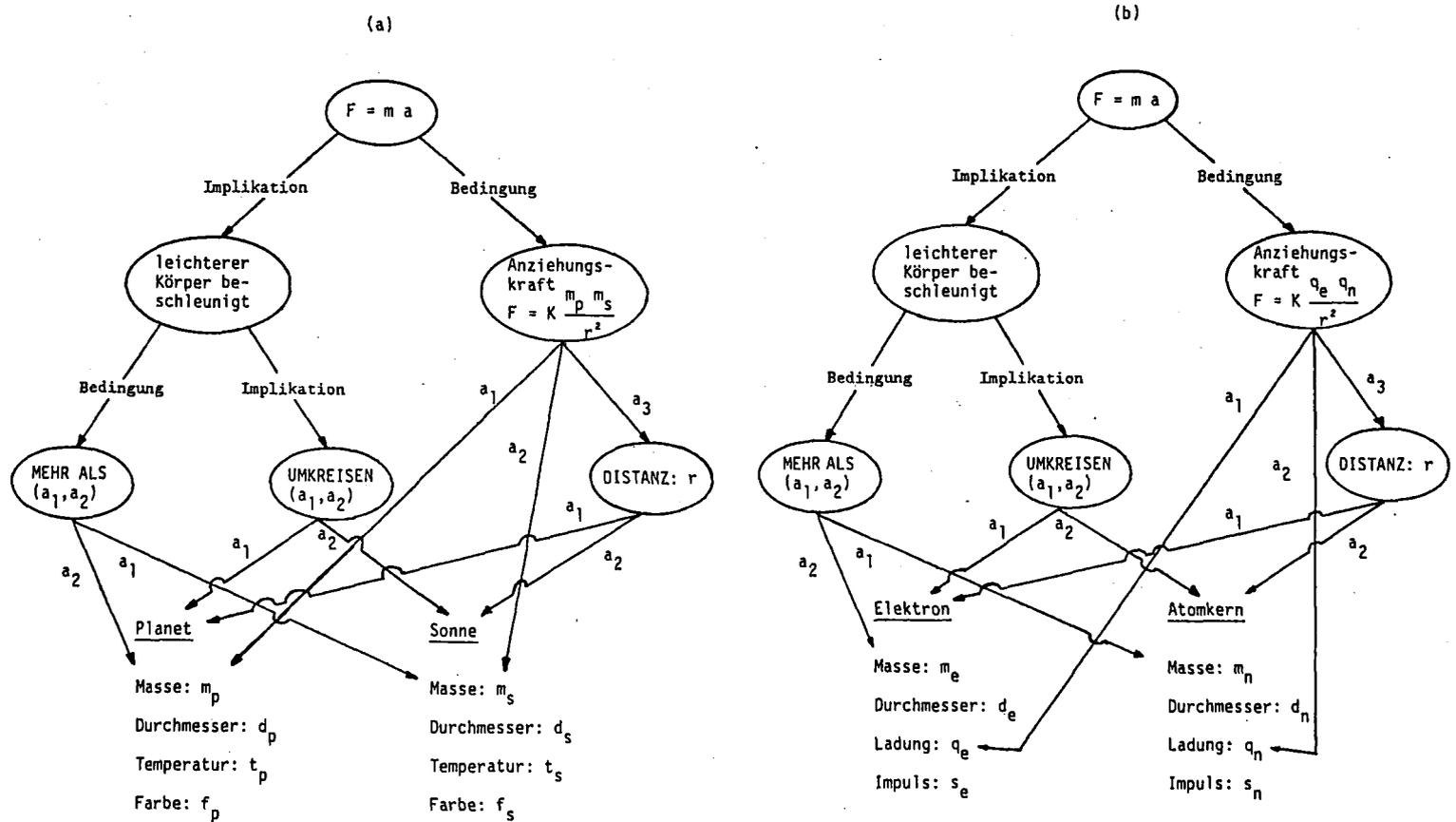
In unserem Atombeispiel

- Die Planeten werden von der Sonne angezogen – die Elektronen werden vom Atomkern angezogen.
- Die Planeten kreisen um die Sonne – die Elektronen kreisen um den Atomkern.
- Die Sonne hat eine größere Masse als die Planeten – der Atomkern hat eine größere Masse als die Elektronen.

Abbildung 1: Wissensrepräsentationen des Sonnensystems (a) und des Wasserstoffatoms (b), die die partielle Identität in den relationalen Strukturen der beiden Bereiche zeigt. (übersetzt aus Gentner/Gentner, 1983, S. 103)



**Abbildung 2:** Detaillierte Wissensrepräsentation des Sonnensystems (a) und des Wasserstoffatoms (b), die die partielle Identität in den Relationsstrukturen höherer Ordnung zwischen den beiden Bereichen zeigt. (übersetzt aus *Gentner/Gentner*, 1983, S. 106f.)



Merkmale Modelle: Alter Wein in neuen Schläuchern?

Nach *Gentner/Gentner* (1983) ist zur Analogiebildung die Abbildung der zweistelligen Relationen (z.B. Planeten umkreisen die Sonne) des Basisbereiches in den Zielbereich hinreichend. Einstellige Relationen wie Objektattribute (z.B. die Sonne ist gelb, die Sonne ist heiß) müssen nicht abgebildet werden. Werden auch sie abgebildet, sprechen *Gentner/Gentner* von „literaler Ähnlichkeit“. Neben der Annahme, daß zweistellige Relationen in Analogien erhalten bleiben, nehmen *Gentner/Gentner* noch eine zweite strukturelle Regel an (*systematicity*). Danach sind Mengen von untereinander zusammenhängenden Relationen in Analogien besonders wichtig. Deshalb werden kohärente Sachverhalte eher in den Zielbereich abgebildet als isolierte Relationen.

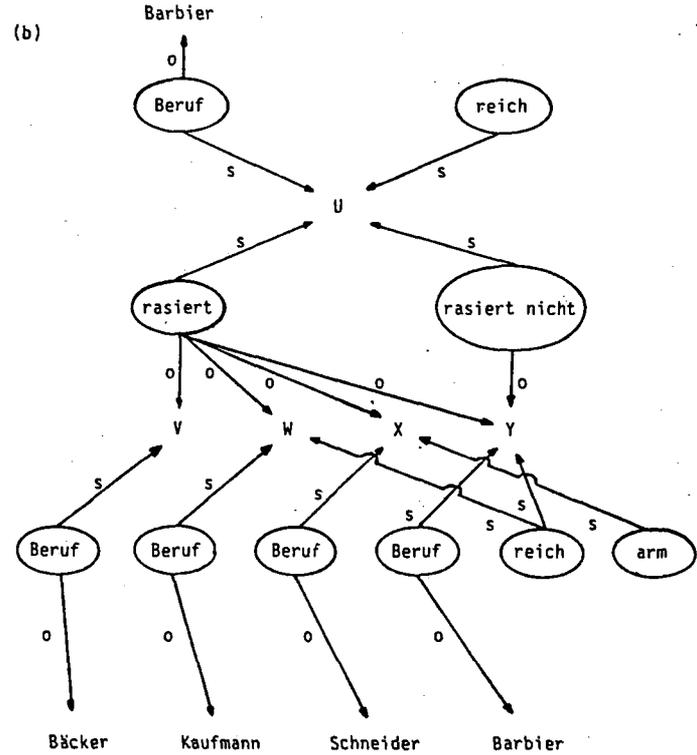
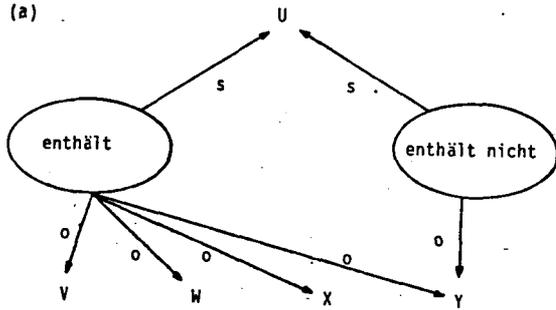
Dies verdeutlichen *Gentner/Gentner* (1983) in Abbildung 2.

Die „niederrangigen Relationen“ »Umkreisen« (Planet, Sonne) und »Distanz« (Sonne, Planet) bilden mit der Relation »Anziehungskraft« (Sonne, Planet) ein verbundenes System, zu dem auch die Relation »Mehr Masse als« (Sonne, Planet) gehört. Zusammen mit anderen „höherrangigen Relationen“ bestimmt letztere Relation, welches Objekt um welches kreist. Zwischen „niederrangigen“ und „höherrangigen Relationen“ besteht eine Teil-Ganzes-Relation. Dies ist der Grund, warum diese Relation in den Zielbereich abgebildet wird, während dies für die isolierte Relation »Heißer als« (Sonne, Erde) nicht zutrifft.

Die gleichen Konzepte werden von *Holyoak* (1984 a) im Rahmen seiner Theorie zur Analogiebildung auch vertreten. Er leitet theoretisch Analogiedimensionen und eine Hierarchie von Abbildrelationen ab, die er auch empirisch belegen kann. Haben Sie inzwischen eine Analogie zur *Russelschen Antinomie* gefunden? *Lehmann* (1985, S. 5) beschreibt sie folgendermaßen: „Eine Menge kann sich selbst jedoch im allgemeinen nicht als Element enthalten, so wie z.B. die Menge aller Pferde nicht selbst ein Pferd ist. Eine Ausnahme scheint ‚die Menge *U* aller Mengen‘ zu sein, denn sie müßte sich auch selbst als Element enthalten. Wir betrachten nun die Menge *V* aller derjenigen Mengen *A*, die sich selbst *nicht* als Element enthalten. Enthält *V* sich selbst nicht als Element, dann ist *V* ebenfalls eine dieser sich nicht als Element enthaltenden Mengen *A*, d.h. *V* ist auch Element von *V*. Ist jedoch *V* Element von *V*, dann gehört *V* nicht zu den Mengen *A*, d.h. dann ist *V* kein Element von *V*.“ Für einen Mathematiker dürfte diese Beschreibung kein Problem bedeuten, denn die Begrifflichkeiten müßten in seinem Gedächtnis („Basisbereich“) verankert sein, so daß ein Nachvollziehen der Argumentation nicht schwierig sein dürfte. Wie ist es jedoch bei Nichtmathematikern? Vielleicht kann die folgende Geschichte als mentales Modell/Analogie für die *Russelsche Antinomie* dienen.

Ein Mann kommt zum Barbier, um sich rasieren zu lassen. Als er an der Reihe ist, entwickelt sich zwischen ihm und dem Barbier ein Gespräch. Im Verlaufe dieses Gespräches fragt der Mann: „Welche Leute rasieren Sie?“ worauf der Barbier antwortet: „Ich rasiere alle Leute, die sich selbst nicht rasieren.“ „Rasieren Sie sich selbst auch?“ „Natürlich.“ Der Mann schmunzelt und sagt: „Das kann aber nicht sein.“ „Wieso?“ „Wenn Sie nur die Leute rasieren, die sich selbst nicht rasieren, und Sie rasieren sich selbst, dann rasieren Sie mindestens eine Person, die sich selbst rasiert.“ Der Barbier schaut verdutzt, doch seine Kunde fährt fort: „Wenn Sie sich aber nicht selber rasieren würden, müßten Sie sich rasieren, da Sie ja alle Leute rasieren, die sich nicht selbst rasieren...“

**Abbildung 3:** Analogie zwischen der Russellschen Antinomie (a) und der Barbier-Geschichte (b).



Menge U' aller Mengen, die sich selbst nicht als Element enthält

beliebige Menge  $X = U$  : X ist in U enthalten

Barbier U, der alle Bürger der Stadt rasiert, die sich selbst nicht rasieren

Bürger X, der sich nicht selbst rasiert: X wird von U rasiert

*Norman* (1983) versucht, die verschiedenen qualitativen Stufen mentaler Modelle hierarchisch zu ordnen. Er geht von einem Gegenstandsbereich aus. Bevor man verstehen kann, wie ein Individuum diesen Gegenstandsbereich als mentales Modell  $M(t)$  repräsentiert, braucht man eine Konzeptualisierung dieses Systems, die *Norman* als konzeptuelles Modell  $C(t)$  bezeichnet. Ein konzeptuelles Modell stellt eine konsistente, richtige und vollständige Repräsentation (gemäß dem jeweiligen Wissensstand) des Zielbereiches dar. Wichtig ist die Unterscheidung zwischen einem bestimmten mentalen Modell einer Person  $M(t)$  und der wissenschaftlichen Konzeptualisierung dieses mentalen Modells  $C(M(t))$ . Forschungsaufgabe ist es, solche konzeptuellen Modelle zu entwickeln, die den Aufbau mentaler Modelle erleichtern: „As designers, it is our duty to develop systems and instructional materials that aid users to develop more coherent, useable mental models that will aid the learner to develop adequate and appropriate mental models“ (*Norman*, 1983, S. 19). In *Normans* Gliederungsversuch werden deutliche Bezüge zur Schematheorie sichtbar, was *Holyoaks* Forschungen zur Analogiebildung (1984 a) belegen. Mentale Modelle können aus dieser Sicht als Beispiele für Schemata – die abstrakte Kategorien darstellen – bezeichnet werden.

*Seel* (i. Vorb.) versucht, in einem formalen Modellansatz diese Überlegungen zu verallgemeinern, indem er auch Gedächtnisstrukturen, Wahrnehmungsprozesse und entsprechende Relationen in sein Modell aufnimmt.

### 3. Anschauung

Schlägt man den Begriff „Anschauung“ in verschiedenen pädagogischen Lexika nach (*Habrich*, 1913; *Schaller*, 1961; *Hoh*, 1970; *Friedrich*, 1970; *Weidemann*, 1977; *Bruhn*, 1985), fällt auf, daß die Artikel immer kürzer werden und in neueren Lexika mit anderen Begriffen wie z.B. „Intuition“ verknüpft werden. Inhaltlich geht der Trend weg von einer theoretischen hin zu einer eher pragmatischen Sicht, in der die „Anschauung“ vor allem die Tätigkeit des absichtlichen Sehens und die daraus hervorgehende deutliche Wahrnehmung ist (vgl. u.a. *Weidemann*, 1977). Hier taucht Anschauung nicht einmal mehr als eigener Begriff auf, sondern bezeichnenderweise nur noch im Zusammenhang mit „Demonstration“: „Dabei wird der Begriff der Anschauung im zweifachen Sinn gebraucht: Erstens bezeichnet er die Fähigkeit, wissenschaftliche Sachverhalte bildlich an räumlichen Objekten, deren Formen und Lagebeziehungen nachzuvollziehen und zu verstehen. Zweitens beschreibt er die Möglichkeit, das Anschauen als ein heuristisches Mittel zur Erkenntnisgewinnung einzusetzen“ (*Bruhn* 1985, S. 407).

Um die theoretischen Grundlagen des Anschauungsbegriffs zu finden, muß man relativ weit in die Geschichte der Pädagogik zurückgehen. Bereits *Eggersdorfer* (1950, S. 193) kommt zum Schluß, daß „das Anschauungsprinzip aus der methodischen Erörterung der Gegenwart in etwa ausgeschaltet worden ist“. *Skowronek* (1968, S. 52) kritisiert die didaktische Entwicklung nach dem Zweiten Weltkrieg, die „die Anschauung isoliert bzw. dem Denken gegenüberstellt“. Als Vertreter

dieser didaktischen Richtung können *Flügge* (1963) und *Klafki* (1963) genannt werden. Für *Skowronek* gehören zum Begriff der Anschauung sowohl die Wahrnehmung als auch die Vorstellung, wodurch der Zusammenhang zum Denken wiederhergestellt wird. *Aebli* (1974) beklagt, daß es keine Theorie der Anschauung gibt. Auch *Walcher* (1974) analysiert den Anschauungsbegriff. Er differenziert zwischen den Begriffen „Anschauung“, „Anschaulichkeit“ und „Veranschaulichung“. An dieser Stelle ist der Begriff der Anschaulichkeit von geringem Interesse, da er sich auf die Art der mentalen Repräsentation (vgl. hierzu *Aebli*, 1980; *Strittmatter*, 1983; *Seel*, i. V.) bezieht. Den Anschauungsbegriff hält *Walcher* (1974, S. 10) für überflüssig: „Man wird allerdings auf den Anschauungsbegriff selber verzichten können, hat sich doch nun bereits gezeigt, daß nur das allgemeine Merkmal des Zusammenhangs von sinnlichem und geistigem Erfassen für diesen Begriff verbindlich ist.“ Offensichtlich hat sich ein grundlegender Wandel in der Benutzung dieses Begriffs und der theoretischen Fundierung vollzogen. Dies soll im folgenden an einigen Beispielen verdeutlicht werden.

Der Begriff „Anschauung“ war in der älteren Pädagogik sehr bedeutsam. In der Tradition des Sensualismus wurde die Anschauung von *Pestalozzi* zum Fundament aller Erkenntnis und aller Erziehung erklärt. Über diese Tradition hinaus geht *Meumann* (1914, S. 379), der „die Anschauung als die verarbeitende Sinneswahrnehmung“ auffaßt. Er weitet den Begriff explizit auf alle Sinnesqualitäten und Intensitäten aus. Darüber hinaus macht *Meumann* Vorschläge für die empirische Überprüfung der Anschauung, um „auf experimentellem Wege die systematische Grundlage des Anschauungsunterrichts [...]“ zu erreichen (*Meumann* 1914, S. 375). Er fordert die Untersuchung, wie sich die „einzelnen Elemente der Anschauung bei dem Kinde [...] entwickeln [...] insbesondere wie sie beim Anschauungsunterricht *zusammenwirken* müssen, damit das Kind zu bestimmten und vollständigen Anschauungen gelangt; ferner, *welche sekundären, unterstützenden Tätigkeiten* (Darstellung, Modellierung, Anschauungsbeispiele usw.) diesen Prozeß der Gewinnung bestimmter und vollständiger Anschauungen beschleunigen.“ Zu Anfang des Jahrhunderts entstand auch eine Reihe theoretischer Arbeiten zum Anschauungsbegriff (z. B. *Walsemann*, 1903; *Bäumker*, 1913; *Brode/Weltsch*, 1913; *Petzelt*, 1933), die von *Marx* (1921) in einem Vergleich gegenübergestellt werden. Eine Analyse dieser theoretischen Arbeiten zum Anschauungsbegriff zeigt, daß Anschauung das Wechselspiel von Wahrnehmung und Vorstellung meint – eine Auffassung, die man auch in der modernen Kognitionswissenschaft findet. Dies hat uns veranlaßt, der historischen Entwicklung des Anschauungsbegriffs nachzugehen und ihn dem (modernen, kognitionswissenschaftlichen) Begriff der mentalen Modelle gegenüberzustellen.

*Bäumker* (1913) unterscheidet als Repräsentant des Neukantianismus zwischen „äußerer“ und „innerer Anschauung“, was dem Unterschied zwischen Wahrnehmung und Vorstellung entspricht. Dabei kann die innere Anschauung nicht nur external, sondern auch internal bedingt werden. „Der physiologische Prozeß bei einer solchen inneren Vorstellung ist nicht mehr peripher, d. h. nicht mehr durch eine Reizung der Organe bedingt, sondern wird im Gehirn selbst eingeleitet, ist zentra-

ler Natur“ (*Bäumker*, 1913, S. 23). Diese Aussagen entsprechen dem Konzept der Vorstellungsbilder (*images*), wie es in der kognitionswissenschaftlich begründeten Mediendidaktik vertreten wird (vgl. *Strittmatter/Seel* 1984). Auch für *Bäumker* sind Vorstellungen keine vorlagengetreuen Internalisierungen, sondern das Produkt von Wahrnehmungsaktivitäten: „Die Inhalte der Wahrnehmungen können von uns in der Erinnerung wieder belebt und in der Phantasie durch mancherlei Kombinationen der Elemente zu neuen Bildern ausgestaltet werden. Freilich gibt es keine innere Vorstellung, welche die einfache Wiederholung einer früheren Wahrnehmung wäre. Stets zeigt sich bei der Wiedererneuerung früherer Wahrnehmungsinhalte die Miteinwirkung anderer Wahrnehmungen und der inneren Verarbeitung des Wahrgenommenen von Seiten des Subjekts“ (*Bäumker*, 1913, S. 26). Bereits hier klingen Gedanken zu *imagery* an, die 70 Jahre später von *Johnson-Laird* (1983) betont werden, indem er von einer vollständigen Relation zwischen Vorstellungsbildern und mentalen Modellen ausgeht. Übereinstimmung besteht auch darin, daß sowohl *Bäumker* als auch die Kognitionswissenschaft annehmen, daß „innere Anschauung“/mentale Modelle als subjektive Wissensrepräsentation verstanden werden, die je nach individueller Erfahrung unterschiedlich aufgebaut sind. Mit seiner Auffassung kommt *Bäumker* bereits 1913 intuitiv dem Paradigma der Informationsverarbeitung nahe, wie es heute in der Kognitionswissenschaft vertreten wird.

Eine weitere Parallele zu mentalen Modellen liegt darin, welche Rolle Analogien bei der Vorstellung spielen, wobei Analogien eine bestimmte Klasse von Modellen darstellen (vgl. *Stachowiak*, 1973). Dem Paradigma der Analogiebildung (z.B. *Gentner*, 1982; *Gentner/Gentner*, 1983; *Hesse*, 1970) wird auch von *Bäumker* (1913, S. 33f.) eine hervorragende Rolle beim Aufbau einer inneren Anschauung zugewiesen: „Diese innere Anschauung wird ihren Ausgang von der primären Erfahrung nehmen müssen, sei es von der äußeren Wahrnehmung, sei es vom inneren Erlebnis. Aber ihrem höheren Zwecke dienstbar werden, kann sie häufig nur indem sie eine Umbildung erfährt. Eine solche Umbildung findet z. B. statt, wenn das Erfahrende und Erlebte nur eine *Analogie* zu dem innerlich Vorzustellenden abgibt.“ Auch der Unterschied zwischen „literaler Ähnlichkeit“ und „Analogie“ (*Gentner*, 1982; *Gentner/Gentner*, 1983) wird bereits von *Bäumker* vorweggenommen. Er nennt entsprechende Darstellungen „formabbildend“ bzw. „symbolisch“, wobei formabbildend die Abbildung von Attributen einschließt. Dabei ist es nicht von Bedeutung, daß bei der inneren Anschauung die „Form eines Gegenstandes“ erhalten bleibt, sondern wichtig ist, daß die Beziehungen (Relationen) zwischen den Gegenständen erhalten bleiben.

In der gleichen Tradition wie *Bäumker* steht *Hönigswald* (1913). Auch er betont implizit zwei wichtige Eigenschaften des Anschauungsbegriffs: (1) Das Entscheidende ist der Erwerb von Relationen; (2) diese Relationen müssen aus bereits bestehendem Wissen erzeugt werden. Für ihn hat die Anschauung selbst den Charakter einer Relation, und zwar in zweifacher Hinsicht: Zum einen werden Sachverhalte repräsentiert, die sich auf solche Einzelfälle beziehen, die nicht in der äußeren Anschauung gegeben sind (Abstraktion). Zum anderen wird auch eine Generali-

sierung angesprochen, die als Gesetzmäßigkeit verschiedene Einzelfälle umschließt. Dieser Auffassung begegnet man auch in Theorien zur mentalen Modellbildung, wo Norman (1983) diese Rolle den konzeptuellen Modellen zuweist. Hönigswald spricht von zwei verschiedenen Arten der Anschauung, der „prätheoretischen“ sowie der „posttheoretischen“ Anschauung, wobei die prätheoretische Anschauung als Grundlage oder „Anregung“ für die eigentliche „posttheoretische“ Anschauung dient.

Digessa (1983) nennt in diesem Zusammenhang „phänomenologische Primitive“ (*p-prims*), die von relativ minimalen Abstraktionen einfacher Alltäglichkeiten, mit denen sich Novizen sichtbare Erscheinungen erklären, bis zu formalen Systemen reichen, mit denen sich „Experten“ diese Erscheinungen erklären. Greeno (1983) „konzeptuellen Entitäten“ – das sind Repräsentationseinheiten – kommt eine ähnliche Bedeutung zu. Wie die beiden Beispiele von Bäumker und Hönigswald zeigen, gibt es auf theoretischer Ebene Entsprechungen zum Konzept der mentalen Modelle; die Unterschiede zwischen den verschiedenen Konzeptionen sind jedoch von geringerem Interesse und sollen hier nicht verfolgt werden.

Den partiellen Entsprechungen auf theoretischer Ebene genügen jedoch die empirischen Entsprechungen in keiner Weise: Untersuchungen zu mentalen Modellen sind explizit darauf ausgerichtet, theoretische Annahmen experimentell oder mittels Computersimulation zu belegen (vgl. Anzai/Yokoyama, 1984; Gentner/Stevens, 1983; Johnson-Laird, 1983). Anzai/Yokoyama (1984) weisen in einer Serie von sieben Experimenten nach, daß sich Experten und Novizen qualitativ darin unterscheiden, wie sie mentale Modelle bilden und verändern. Für einige physikalische Probleme können sie zeigen, daß die Bildung und Veränderung mentaler Modelle vor allem durch aufmerksamkeitslenkende Hinweisreize sowie durch bestehende Wissensstrukturen beeinflusst werden können. Im Unterschied zu früheren Untersuchungen führen sie experimentelle Belege dafür an, daß mentale Modelle von Novizen („experimentelle Modelle“) relativ leicht in „wissenschaftliche Modelle“ umgewandelt werden können, wenn entsprechende aufmerksamkeitslenkende Reize bereitgestellt werden.

Gentner/Gentner (1983) zeigen experimentell am Beispiel des Stromkreises, daß unterschiedliche mentale Modelle zu verschiedenen Inferenzen im Zielbereich führen. Demgegenüber liegen unseres Wissens empirische Untersuchungen über den Anschauungsbegriff nur in sehr geringer Zahl vor, die dann durch eine relative Konzeptionslosigkeit in theoretischer Hinsicht auffallen. Als Beispiel kann man die verschiedentlich bereits als klassisch bezeichnete Untersuchung von Düker/Tausch (1957) über die Wirksamkeit von drei verschiedenen Veranschaulichungen (lebender Hase, Modell, Zeichnung) anführen. Die Wahl gerade dieser Veranschaulichungen für das Experiment wird nicht theoretisch begründet. Dies ist erkennbar auch der Fall in der Untersuchung von Baur/Birkel (1985), die ebenfalls die Wirkung verschiedener Veranschaulichungen untersuchen, ohne ihre Auswahl theoretisch zu begründen. Von dieser Art von Experimenten hebt sich Walcher (1974) durch seine Theoriegeleitetheit positiv ab. Er unterscheidet auf theoretischer Ebene zwei Funktionen der Veranschaulichung, nämlich eine *Abbildungsfunktion*

und eine *heuristische Funktion*. Während letztere „die Veranlassung von Denkvorgängen“ provoziert, beruht erstere „auf der Darstellbarkeit des zu veranschaulichenden Sachverhalts durch bestimmte veranschaulichende Mittel, und im besonderen auf der Eindeutigkeit des Abbildungsverhältnisses zwischen dem Sachverhalt und seiner Veranschaulichung“ (Walcher, 1979, S. 70), d.h., es handelt sich nur dann um die Veranschaulichung eines Sachverhaltes, wenn eine isomorphe Abbildung zwischen den veranschaulichenden Darstellungsmitteln und dem Sachverhalt existiert. Boltanskij (1970) z.B. versucht, die Anschaulichkeit eines Gegenstandes durch seine mathematisch definierte Isomorphie zu einem Sachverhalt und die informationstheoretisch definierte Einfachheit zu operationalisieren.

Ausgehend von diesen theoretischen Vorannahmen (Abbildungsfunktion und heuristische Funktion von Veranschaulichung) führt Walcher ein Experiment durch, in dem verschiedene „Veranschaulichungsformen“ sowie verschiedene „Beschäftigungsweisen“ am Beispiel des „Königsberger Brückenproblems“ (vgl. Reinhardt/Soeder, 1974, S. 251) kombiniert werden, um zu Belegen für die beiden hypothetisch postulierten Funktionen der Veranschaulichung zu gelangen. Mit diesem Experiment wird unseres Wissens erstmals Meumanns empirischer Entwurf in die Tat umgesetzt.

Der Übersichtlichkeit wegen fassen wir das oben Gesagte in Tabelle 1 zusammen.

Kernaussagen der mentalen Modellbildung	Entsprechungen beim Anschauungsbegriff	
	Anfang 20. Jahrhundert	Gegenwart
Vollständige Abbildung zwischen mentalen Modellen und Vorstellungsbildern (Johnson-Laird, 1983)	Bäumker (1913): innere Anschauung; Hönigswald (1913): posttheoretische Anschauung	Walcher (1974): Abbildungsfunktion der Veranschaulichung
Primat der Struktur (Gentner/Gentner, 1983; Johnson-Laird, 1983)	Bäumker (1913) Hönigswald (1913)	Einsiedler (1981)
Analogiebildung von Strukturen (Gentner, 1982; Gentner/Gentner, 1983)	Bäumker (1913, S. 33f.)	
Literale Ähnlichkeit, d.h. Abbildung von einstelligen Relationen (Gentner, 1982; Gentner/Gentner, 1983; Ortony, 1979)	Bäumker (1913): formabbildende Darstellungen gegenüber symbolischen Darstellungen	
Transfer (Johnson-Laird, 1983)	Bäumker (1913, S. 33f.)	Walcher (1974): heuristische Funktion der Veranschaulichung

Tabelle 1

#### 4. Mentale Modelle und Bausteine einer Mediendidaktik

Nachdem wir kurz die theoretische Konzeption der mentalen Modelle dargestellt und einige Parallelen zum Anschauungsbegriff bei Pädagogen zu Beginn des Jahrhunderts aufgezeigt haben, können wir uns der Frage zuwenden, ob durch das Konzept der mentalen Modelle unsere postulierten Bausteine einer kognitions-theoretisch begründeten Mediendidaktik gestützt werden (vgl. *Strittmatter/Seel*, 1984). Damit eng verbunden ist die Frage, ob das moderne Konzept der mentalen Modelle einen Fortschritt für die Theoriebildung und die Explikation von Medien des Denkens mit sich bringt.

Um hierauf eine zumindest vorläufige Antwort zu finden, ist es angebracht, die *Funktion mentaler Modelle* zu betrachten:

Die primäre Funktion mentaler Modelle besteht offensichtlich darin, organisierte Vorstellungen von solchen komplexen Sachverhalten der Objekt- und Ereigniswelt zu erzeugen und zu bewahren, die sich der unmittelbaren Wahrnehmung entziehen, da sie raumzeitlich transzendent sind. Dabei spielen vor allem Analogien innerhalb eines Gegenstandsbereichs und zwischen verschiedenen Bereichen eine Rolle, indem auf der Basis bekannter relationaler Strukturen Schlußfolgerungen in bezug auf die Struktur anderer Gegebenheiten gezogen werden. *Seel* (i.V.) hat primär zwei Anwendungsbereiche für mentale Modelle unterschieden:

- (1) *Wahrnehmung und Verstehen*,  
wobei mentale Modelle *Wissensbasen* konstituieren, auf denen weitere Informationsverarbeitungsprozesse operieren, und
- (2) „mentale Logik“,  
in deren Falle mentale Modelle die Basis abgeben für *induktive und deduktive Schlußfolgerungen*, die plausibel (wenn auch nicht logisch zwingend) sind (vgl. *Johnson-Laird*, 1983, 1985).

In beiden Anwendungsbereichen erfüllen mentale Modelle die Funktion, raumzeitlich organisierte Abbildungen der Objektwelt im Gedächtnis zu konservieren, d.h. die subjektiv erlebte Umwelt mental zu repräsentieren. Demzufolge stellen mentale Modelle *Bedeutungsstrukturen*, also Einheiten der deklarativen Wissenrepräsentation dar und sind Ausdruck der *Äquilibration* als fortlaufender dynamischer Prozeß, mittels dessen Kongruenz erzeugt wird zwischen Vorstellungen und der Erfahrung der äußeren Welt. Folgende Eigenschaften sind nach *Seel* (i.V.) für mentale Modelle kennzeichnend:

- Sie beschreiben abstrakte Prozesse, d.h. funktionale Wahrnehmungs- und Denkeigenschaften. Diese repräsentieren nicht unbedingt reale Gegebenheiten der Objektwelt, sondern vielmehr das, was eine Person hierzu „im Kopf“ hat. Menschen erfahren die Welt nicht direkt; sie besitzen eine interne Repräsentation davon, insofern Wahrnehmung stets die Konstruktion eines Modells von der Welt ist. Die perzeptuelle Repräsentation kann nicht direkt mit der Welt verglichen werden.

- Mentale Modelle versuchen, das Kriterium deskriptiver Angemessenheit zu erfüllen: Die wahrnehmbare oder vorstellbare Welt wird in Termen beschrieben, die dem subjektiven Denken von der Welt entspricht, d.h. sie weist metaphysische Plausibilität auf.
- Mentale Modelle stellen eine Möglichkeit unter anderen zur abstrakteren Repräsentation komplexer Gegebenheiten dar. So unterscheidet beispielsweise *Johnson-Laird* (1983) drei Arten der mentalen Repräsentation:
  - (a) mentale Modelle,
  - (b) propositionale Repräsentation und
  - (c) Vorstellungsbilder (*images*).

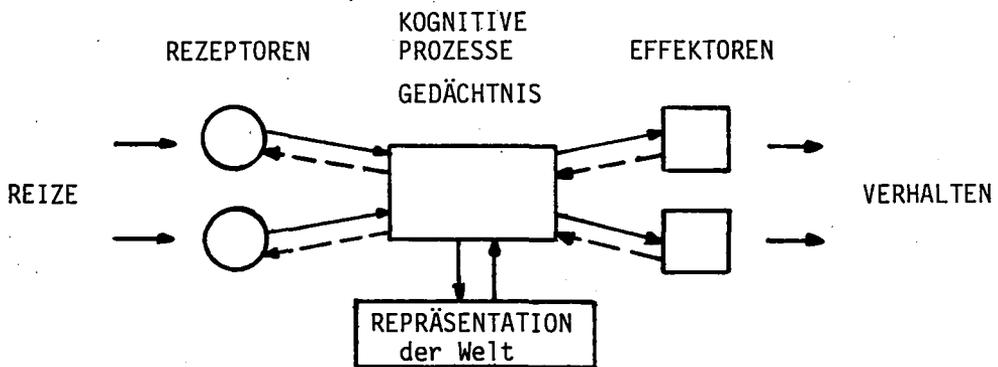
Der Unterschied zwischen mentalen Modellen und propositionaler Repräsentation besteht nach *Johnson-Laird* darin, daß ein mentales Modell im Gegensatz zu propositionaler Repräsentation keine willkürlich gewählte syntaktische Struktur hat, sondern eine Analogie der Struktur der entsprechenden Gegebenheiten der Objektwelt ist, wie wir sie wahrnehmen oder sie uns vorstellen. Propositionen können sich auch auf imaginäre oder hypothetische Welten beziehen, während mentale Modelle stets Analoge zu real existierenden Gegebenheiten sind. Propositionale Repräsentationen werden ihrerseits mit Bezug auf mentale Modelle interpretiert.

Zwischen mentalen Modellen und Vorstellungsbildern besteht eine vollständige Relation: Vorstellungsbilder entsprechen Sichtweisen von Modellen, indem sie entweder als Resultat von Wahrnehmung oder von Imagination die wahrnehmbaren Merkmale der entsprechenden Realweltobjekte repräsentieren. Als Einheiten der Wissensrepräsentation beziehen sich mentale Modelle auf Gegebenheiten der Objektwelt, die ein größeres Ausmaß an Komplexität der Relationen aufweisen und sich der unmittelbaren, „automatischen“ Assimilation widersetzen.

Aus dem soeben Geschilderten wird deutlich, daß die Konzeption der mentalen Modelle zumindest mit zwei der von uns postulierten „Bausteine der Mediendidaktik“ verträglich sind, nämlich mit Vorstellungsbildern und Bedeutungsstrukturen (in Form propositionaler Repräsentation) sowie mit dem Äquilibriansprinzip. Als weiteren „Baustein“ haben wir *Schemata* genannt und in einem Zusammenhang mit der Fähigkeit zur *Inferenzbildung* gestellt. Es bleibt nun noch zu prüfen, ob das Konzept der mentalen Modelle auch mit diesem „Baustein“ verträglich ist. Der Schemabegriff wird vor allem von *Holyoak* (1984b) auf der Basis seiner Ausführungen zur Analogienmethodik beim Problemlösen auf mentale Modelle bezogen. Danach stellen Schemata im Grunde nichts dar als generalisierende Abstraktionen von mentalen Modellen. Neu erzeugte mentale Modelle geben eine potentielle Grundlage ab für Schemata, aus denen dann gegebenenfalls andere mentale Modelle abgeleitet werden. Denn eine Gegebenheit der Objektwelt zu „verstehen“, bedeutet, daß ein mentales Modell auf der Basis dessen konstruiert wird, was bereits bekannt ist. Zeigt sich dann, daß dieses besondere Modell nicht korrekt ist, kommen rekursive Prozeduren zur Anwendung, um das Modell zu modifizieren, so daß es dann die laufenden Daten satisfiziert. Dies geschieht jeweils

vor dem Hintergrund generalisierter abstrakter Repräsentationseinheiten, die Schemata genannt werden. Ein mentales Modell ist aus funktionaler Hinsicht auf höherer Abstraktionsebene eine Repräsentation dessen, was existiert; es stellt im Grunde eine willkürliche symbolische Notation dar. Unsere Sicht der Welt ist kausal abhängig von unserer Fähigkeit, Modelle davon zu konstruieren. Diese Fähigkeit stellt nach *Johnson-Laird* ein Produkt natürlicher Selektion dar. Demzufolge ist unser Wissen abhängig von der biologischen Beschaffenheit des Menschen und von den Dingen der Welt. Dies kann durch einen „*Craik'schen Automaten*“ verdeutlicht werden: Ein Sensorium encodiert Reize, und das kognitive System verwendet die einlaufenden Informationen unter Einschluß bestehenden Wissens, um eine Repräsentation der Welt zu konstruieren, die dann das Verhalten determiniert.

**Abbildung 4:** „*Craik'scher Automat*“ der Informationsverarbeitung. (übersetzt aus *Johnson-Laird*, 1983, S. 403)



Eine primäre Quelle mentaler Modelle stellt zweifelsohne die Wahrnehmung dar. Mentale Modelle können auch verwendet werden, um Inferenzen zu bilden oder um sprachliche Mitteilungen zu interpretieren. Hierbei handelt es sich nach *Johnson-Laird* um natürliche Extensionen der perzeptuellen Funktion von mentalen Modellen. Dies weist u. E. darauf hin, daß Gegebenheiten der Objekt- und Ereigniswelt nicht stets unmittelbar erfahren werden müssen, um der Konstruktion eines mentalen Modells zu dienen; die Gegebenheiten können auch durch Medien (z. B. die Sprache) mitgeteilt werden. Dann werden für die Konstruktion mentaler Modelle propositionale Repräsentationen und/oder Vorstellungsbilder bedeutsam, welche sich auf die audiovisuell vermittelten Gegebenheiten beziehen.

## 5. Entwicklung mentaler Modelle und Präsentationsbedingungen

Als Kognitionstheoretiker sind wir daran interessiert, die Prozesse zu beschreiben und plausibel zu machen, die der Entwicklung mentaler Modelle zugrunde liegen. Hier sehen wir eine enge Verbindung zwischen der Erzeugung mentaler Modelle und der kognitiven *Prozedur des Imagery* (i. S. der Erzeugung von Vorstellungsbildern) (vgl. *Seel*, i. V.) sowie der Methodik der Analogiebildung.

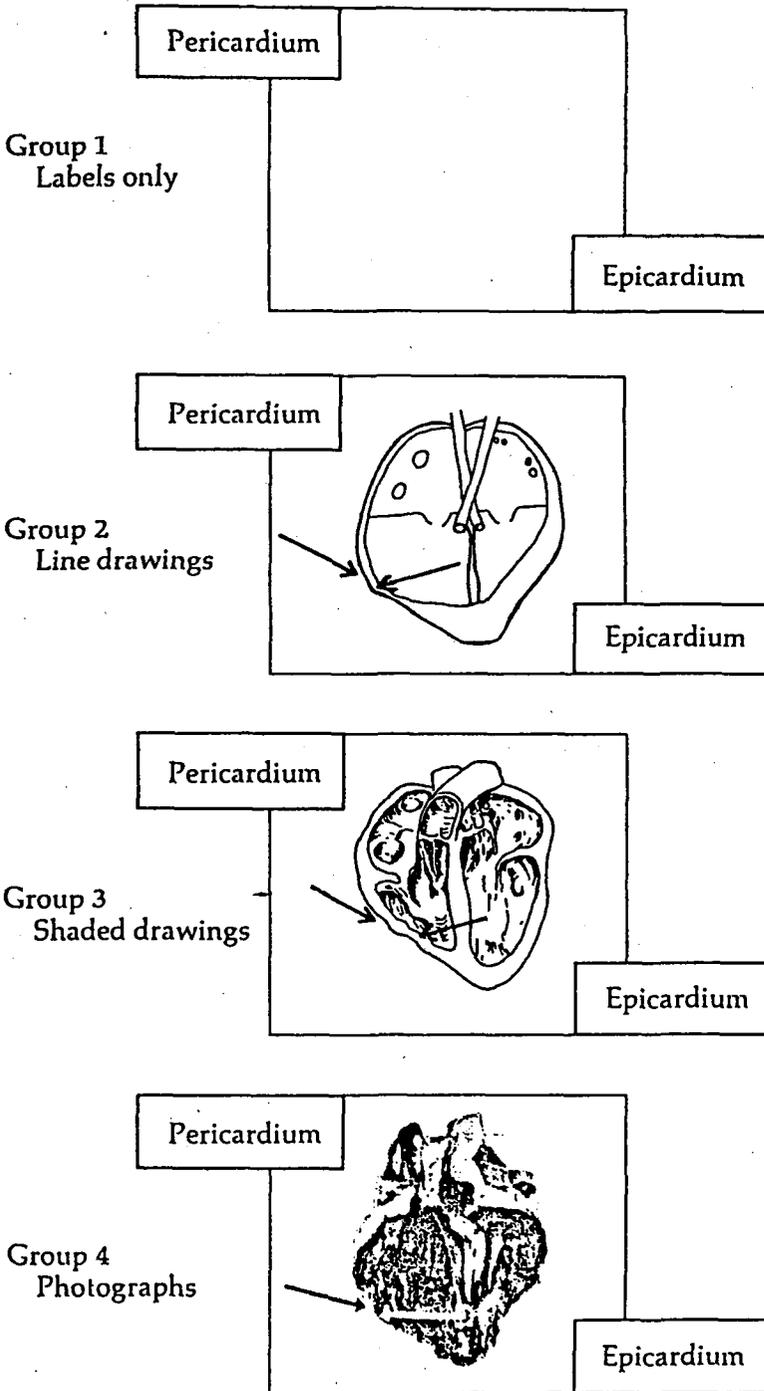
Als Pädagogen bemühen wir uns, den Prozeß der Entwicklung mentaler Modelle effizienter zu machen, indem wir versuchen, Lernen anzuregen und zu unterstützen. Dabei gehen wir von folgender Annahme aus: Sollen komplexe Sachverhalte, die der unmittelbaren Erfahrung unzugänglich sind, in ihrer relationalen Struktur transparent und in die kognitive Struktur von Lernenden integriert werden, ist eine „*Veranschaulichung*“ durch Medien unumgänglich. Dabei wird die „*Veranschaulichung*“ (beispielsweise durch Bilder) stets nur als Hilfsmittel für das Denken betrachtet (vgl. *Walcher*, 1974): Es steht nicht eine bloße Internalisierung von Strukturen der äußeren Welt zur Debatte, wie sie durch spezifische Medien zugänglich gemacht werden, sondern es wird begründet davon ausgegangen, daß im Mittelpunkt die Konstruktion mentaler Modelle als Zusammenschluß von sensorischen Daten und Wissensbeständen steht. Aus mediendidaktischer Sicht wird die Frage virulent, *wie die Präsentation von Umweltgegebenheiten in einem Medium erfolgen sollte, um die Konstruktion mentaler Modelle zu erleichtern und deren Anwendbarkeit zu optimieren*. Hierfür sind die Bedingungen der Präsentation herauszustellen, wobei insbesondere der Wiedergabe der relationalen Struktur Bedeutung beigemessen wird, d. h. es müssen die Zusammenhänge zwischen Komponenten der Gegebenheit herausgestellt werden.

Besondere Bedeutung kommt dabei Visualisierungen zu: Bilder, Diagramme, Netzwerkdarstellungen u. ä. können Zusammenhänge auf eine Art darstellen, daß die relationale Struktur einer hochkomplexen Gegebenheit transparent wird. Dies kann am Beispiel der Untersuchungen von *Dwyer* (1978) verdeutlicht werden, nach denen der Lernerfolg bei abstrakteren Darbietungen häufig den bei realitätsnahen Darbietungen übertraf.

Visualisierungen können als bildhafte Wiedergaben eine mehr oder weniger hohe Übereinstimmung mit den Bezugsobjekten der Realwelt aufweisen und ersetzen die unmittelbare Wahrnehmung; sie können aber auch nicht direkt beobachtbare Strukturen durch Verwendung spezieller Symbole oder (funktionaler) Analogien veranschaulichen (vgl. *Issing/Haack*, 1985). Diese sog. „*Analogiemethode*“ mit dem Ziel der Veranschaulichung nicht beobachtbarer Zusammenhänge hat in dem pädagogischen Ansatz der „*prototypischen Unterrichtsgestaltung*“ von *Ennenbach/Westphal* (1980) ihren prägnanten Ausdruck gefunden. Dabei werden die „*didaktischen Prototypen*“ stets als *Denkhilfen* beurteilt.

Als Begründung führen *Ennenbach/Westphal* eine Aussage von *Klix* (1971) zur Analogiemethode an, die im Kern darin besteht, „*die nur zum Teil [...] bekannte Struktur eines gegebenen Problems auf einen Problemraum mit bekannten Grundstrukturen zu projizieren, in ihm mit den vom Problem vorgegebenen Parametern*

Abbildung 5: Variation bildhafter Präsentationen. (aus Dwyer, 1978)

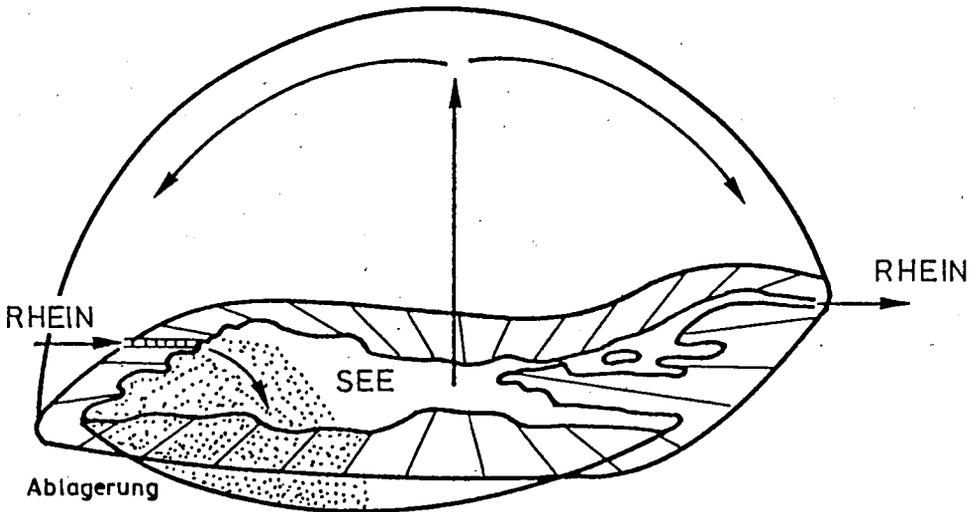


die Lösung zu suchen – und rückführend – auf das Originalproblem zu übertragen“ (Klix, 1971, S. 72f.). Damit ist die Funktion der Veranschaulichung hinreichend umschrieben.

Für die Veranschaulichung komplexer Sachverhalte, (z.B. des Makro- und Mikrokosmos) eignen sich in besonderer Weise audiovisuelle Medien (wie Film, Fernsehen), die durch spezielle technische Möglichkeiten (z.B. Superzeitlupe, Zeitraffer, Trickverfahren etc.) zur mentalen Modellbildung beitragen. Besondere Bedeutung wird diesbezüglich zukünftig der Einsatz von Computern im Unterricht (z.B. für die Simulation physikalischer Phänomene) erlangen (vgl. Härtel, 1985; Wedekind, 1985).

Die planvolle und zielorientierte Nutzung von Medien zum Zwecke der Erleichterung der mentalen Modellbildung auf seiten von Lernenden orientiert sich an der Stärke von Medien, den Erfahrungshorizont zu erweitern, indem Einblicke in Sachverhalte gewährt werden, die auf natürliche Weise so nicht möglich sind.

Abbildung 6: Veranschaulichung des Prototyps „Der Bodensee“. (aus Ennenbach, 1980; S. 25)



## 6. Zusammenfassung

Unsere Absicht im vorliegenden Artikel bestand darin, einige Parallelen zwischen der modernen Konzeption der mentalen Modelle und dem pädagogischen Anschauungsbegriff aufzuzeigen. Unsere Aufarbeitung zeigt, daß man in diesem Sinne durchaus fündig werden kann, wenn man sich auf die zentralen Konzepte (wie beispielsweise „Analogie“ und „Ähnlichkeit“ zwischen Bereichen) konzentriert.

Da mentale Modelle Einheiten der Wissensrepräsentation sind, können stets auch Beziehungen dieses Konzepts mit anderen Konzeptualisierungen (wie z.B. Vorstellungsbilder, Propositionen, Schemata) festgestellt und beschrieben werden. In-

folgedessen können die von uns beschriebenen „Bausteine einer kognitionstheoretisch begründeten Medienforschung“ auch leicht mit dem Konzept der mentalen Modelle in Einklang gebracht werden. Die Einbettung dieses Konzepts in eine Rahmentheorie der Informationsverarbeitung macht dann auch die Zusammenhänge mit mediendidaktischen Fragestellungen evident: Mentale Modelle kommen vornehmlich dort zur Wirkung, wo sie als naive, implizite Repräsentationen oder Alltagstheorien Plausibilität erzeugen. Als Anwendungsbereich kommen allgemein Problemaufgaben in Betracht, z.B. in Technik und Alltagsphysik, wo auch „falsche“, d.h. aus wissenschaftlicher Sicht völlig unzureichende oder den wissenschaftlichen Erkenntnisse und Theorien widersprechende Modelle subjektive Plausibilität erzeugen. Diesen „falschen“ mentalen Modellen wirksam zu begegnen, ist eine Aufgabe z.B. des Physikunterrichts (vgl. *Anzai/Yokoyama*, 1984). Dabei kommt Medien und Präsentationsbedingungen eine besondere Bedeutung zu, denn mentale Modelle werden offensichtlich vornehmlich in Bereichen entwickelt, die der unmittelbaren Wahrnehmung unzugänglich sind und dennoch tagtäglich erfahren werden. All dies haben wir anzusprechen versucht; dabei sind einige aus kognitionswissenschaftlicher und didaktischer Sicht bedeutsame Fragen in den Hintergrund gerückt: So gibt unser Artikel keine Antwort auf die Fragen, wie mentale Modelle zustande kommen, wann und wie Personen sie in konkreten Situationen anwenden und welche Bedeutung sie für Deduktionen und Inferenzen haben. Auch Fragen, welche die Übertragung von domänenspezifischem Wissen auf andere Sachverhalte im Sinne der Analogiebildung betreffen, sind nicht thematisiert worden, obwohl diese im Zusammenhang mit Problemlösungen bedeutsam sind. Die Bearbeitung dieser (und anderer) Fragestellungen und der damit verbundenen mediendidaktischen Implikationen wollen wir in absehbarer Zukunft leisten.

#### Literatur

- Aebli, H.*: Einführung. In: *Neisser, U.*: Kognitive Psychologie. Stuttgart: Klett 1974, S. 11–13.
- Aebli, H.*: Denken: Das Ordnen des Tuns. Bd. I. Stuttgart: Klett-Cotta 1980.
- Anderson, J. R./Kosslyn, S. M.* (Eds.): Tutorials in learning and memory. Essays in honor of Gordon Bower. San Francisco: Freeman 1984.
- Anzai, Y./Yokoyama, T.*: Internal models in physics problem solving. In: *Cognition and Instruction* 1(1984), S. 397–450.
- Aurin, K./Schwarz, B.* (Eds.): Die Erforschung pädagogischer Wirkungsfelder. Bericht über die 37. Tagung der Arbeitsgruppe für empirisch pädagogische Forschung in der DGFE vom 27. 3. bis 29. 3. 1985 in Freiburg/Br. 1985, S. 212–219.
- Baumker, C.*: Anschauung und Denken. Paderborn: Schöningh 1913.
- Baur, W./Birkel, P.*: Medieneinsatz und Einstellungsänderung im Biologieunterricht. In: *Aurin, K./Schwarz, B.* (Eds.), 1985, S. 212–219.
- Bol'anskij, V. G.*: Formula nag'adnoste – isomorfism plus prostota. In: *Sovetskaja Pedagogika* 34 (1970) 5, S. 46–60.
- Brod, H./Welsch, F.*: Anschauung und Begriff. Leipzig: Wolff 1913.
- Bruhn, J.*: Demonstration – Anschauung. In: *Otto, G./Schulz, W.* (Hrsg.), 1985, S. 407–409.
- Dickanz, H./Kolb, G.* (Hrsg.): Unterrichtstheorie und Medienpraxis. Stuttgart: Klett 1979, S. 30–152.
- Düker, H./Tausch, R.*: Über die Wirkung der Veranschaulichung von Unterrichtsstoffen auf das Behalten. In: *Zeitschrift für angewandte Psychologie* 4 (1957), S. 384–400.
- Dwyer, F. J.*: Strategies for improving visual learning. State-College, PA: Learn-Service 1978.

- Eggersdorfer, F. X.: Jugendbildung München: Kösel <sup>5</sup>1950.
- Einsiedler, W.: Lehrmethoden. München: Urban & Schwarzenberg 1981.
- Ennenbach, W./Westphal, E. (Hrsg.): Kognitive Strukturierungshilfen im Unterricht. Grundlagen – Ergebnisse. Düsseldorf: Schwann 1980.
- Flügge, J.: Die Entfaltung der Anschauungskraft. Heidelberg 1963.
- Friedrich, L.: Anschauung. In: Morney, W./Ruppert, J. P./Schulze, W. 1970, Sp. 111–113.
- Gentner, S./Stevens, A. L. (Eds.): Mental models. Hillsdale: Lawrence Erlbaum 1983.
- Greeno, J. G.: Conceptual entities. In: Gentner, D./Stevens, A. L. (Eds.), 1983, S. 227–252.
- Groothoff, H. H./Stallmann, H. (Hrsg.): Pädagogisches Lexikon. Stuttgart: Kreuz 1961, Sp. 19–20.
- Habrigh, L.: Pädagogische Psychologie. Bd. 1. München: Kösel 1921.
- Hacker, W.: Allgemeine Arbeits- und Ingenieurpsychologie. DVW, Berlin 1973.
- Härtel, H.: Computerprogramme für den Physikunterricht. In: Mandl, H., Fischer, P. M. (Hrsg.), 1985, S. 239–250.
- Heidt, E. U./Loser, F. W.: Individualisierung und Differenzierung des Unterrichts durch eine Differenzierung von Medien. In: Dickanz, H./Kolb, G. (Hrsg.), 1979, S. 30–152.
- Hesse, M. B.: Models and Analogies in Science. Notre Dame, Indiana: University of Notre Dame-Press <sup>2</sup>1970.
- Hillebrand, M. J.: Einführung in die Pädagogische Psychologie. Darmstadt: WBG 1974.
- Hönigswald, R.: Studien zur Theorie pädagogischer Grundbegriffe. Stuttgart: Speman 1913.
- Hoh, F.: Anschauung, Intuition. In: Lexikon der Pädagogik. Bd. I. Freiburg: Herder 1970, S. 51–52.
- Holyoak, K. J.: Analogical Thinking and Human Intelligence. In: Sternberg, R. J. (Ed.), 1984 a, S. 199–230.
- Holyoak, K. J.: Mental models in problem solving. In: Anderson/Kosslyn (Eds.), 1984 b, S. 193–218.
- Issing, L. J./Haack, J.: Bildverarbeitung und Bildrepräsentation im dialogischen Lernen. In: Mandl, H./Fischer, P. H. (Hrsg.), 1985, S. 106–117.
- Johnson-Laird, P. N.: Mental models: Towards a cognitive science of language, inference and consciousness. Cambridge: Cambridge University Press 1983.
- Klafki, W.: Das pädagogische Problem des Elementaren und die Theorie der kategorialen Bildung. Weinheim: Beltz <sup>2</sup>1963.
- Klauer, K. J./Kornadt, H. J. (Hrsg.): Jahrbuch für Empirische Erziehungswissenschaft 1978. Düsseldorf: Schwann 1978, S. 196–229.
- Kühlwein, W./Raasch, A. (Hrsg.): Bildschirmtext. Perspektiven eines neuen Mediums. Forum Angewandte Linguistik. Bd. 7. Tübingen: Narr 1984, S. 43–58.
- Lehmann, G.: Modell- und rekursionstheoretische Grundlagen psychologischer Theorienbildung. Berlin: Springer 1985.
- Mandl, H./Fischer, P. M. (Hrsg.): Lernen im Dialog mit dem Computer. München: U & S 1985.
- Marx, L.: Der Streit um Wesen und Wert der Anschauung. Langensalza: Beyer & Mann 1921.
- Merten, K.: Wirkungen der Massenkommunikation. Ein theoretisch-methodischer Problemaufriß. In: Publizistik 27(1982), S. 26–48.
- Meumann, E.: Vorlesungen III. Leipzig: Engelmann 1914.
- Otto, G./Schulz, W. (Hrsg.): Enzyklopädie Erziehungswissenschaft. Bd. 4: Methoden und Medien der Erziehung und des Unterrichts. Stuttgart: Klett-Cotta 1985, S. 407–409.
- Peek, J.: Die Effekte von Illustrationen zu Texten. In: Klauer, K. J./Kornadt, H. J. (Hrsg.), 1978, S. 196–229.
- Petzelt, A.: Der Begriff der Anschauung. Leipzig: Meiner 1933.
- Reinhardt, F./Soelder, H.: dtv-Atlas zur Mathematik. Bd. 1. München: Deutscher Taschenbuch Verlag 1979.
- Roloff, E. M. (Hrsg.): Lexikon der Pädagogik. Bd. 1. Freiburg: Herder 1913, Sp. 152–163.
- Schaller, K.: Anschauung. In: Groothoff, H. H./Stallmann, H. (Hrsg.), 1961, Sp. 19–20.
- Schulze, Th.: Methoden und Medien der Erziehung. München: Juventa 1978.
- Seel, N. M.: Kognitive Medienpsychologie I. Theoretische Grundlagen. Saarbrücken (unveröff. Manuskript) 1985.
- Seel, N. M.: Wissenserwerb durch Medien und mentale Modelle (i. V.).
- Seel, N. M./Strittmatter, P.: Theoretische Grundlagen selbstgesteuerten Lernens mit Bildschirmtext. In: Kühlwein, W./Raasch, A. (Hrsg.), 1984, S. 43–58.
- Skowronek, H.: Psychologische Grundlagen einer Didaktik der Denkerziehung. Hannover: Schroedel 1968.
- Stachowiak, H.: Allgemeine Modelltheorie. Wien: Springer 1973.
- Steindorf, G.: Grundbegriffe des Lehrens und Lernens. Bad Heilbrunn: Klinkhardt 1981.

- Sternberg, R. J.* (Ed.): *Advances in the psychology of human intelligence*, Vol. 2 Hillsdale: Lawrence Erlbaum 1984.
- Sternberg, R. J.* (Ed.): *Human abilities: An information-processing approach*. New York: Freeman 1985.
- Stevens, A. L./Gentner, D.*: Introduction. In: *Gentner, D./Stevens, A. L.* (Eds.), 1983, S. 1–6.
- Strittmatter, P.*: „Interne“ und „externe“ Medien – neuere Ansätze für die Medienforschung. In: *Theuring, W.* (Hrsg.), 1983, S. 11–23.
- Strittmatter, P./Seel, N. M.*: Externe und interne Medien. Konzepte der Medienforschung. In: *Unterrichtswissenschaft* 12(1984) S. 2–17.
- Theuring, W.* (Hrsg.): *Lehren und Lernen mit Medien*. o. O.: Institut für Film und Bild in Wissenschaft und Unterricht 1983, S. 11–23.
- Walcher, K. P.*: Eine psychologische Untersuchung der Begriffe Anschauung, Anschaulichkeit und Veranschaulichung (unveröff. Dissertation). Kiel 1979.
- Walsemann, H.*: *Die Anschauung*. Berlin: Gerdes & Hödel 1903.
- Wedekind, J.*: Einsatz von Mikrocomputern für Simulationszwecke im Unterricht. In: *Mandl/Fischer* (Hrsg.), 1985, S. 210–217.
- Weidemann, H.*: Anschauung. In: *Wörterbuch der Pädagogik*. Bd. 1.-Freiburg: Herder 1977, S. 39.

Verfasser:

Günter Dörr, Dr. Norbert M. Seel, Prof. Dr. Peter Strittmatter, Universität des Saarlandes, 6600 Saarbrücken.