

Plötzner, Rolf; Härder, Julia  
**Unterstützung der Verarbeitung externer Repräsentationen am Beispiel  
des Lernens mit Hypertexten**

*Unterrichtswissenschaft 29 (2001) 4, S. 367-384*



Quellenangabe/ Reference:  
Plötzner, Rolf; Härder, Julia: Unterstützung der Verarbeitung externer Repräsentationen am  
Beispiel des Lernens mit Hypertexten - In: Unterrichtswissenschaft 29 (2001) 4, S. 367-384 - URN:  
urn:nbn:de:0111-opus-77215 - DOI: 10.25656/01:7721

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-opus-77215>

<https://doi.org/10.25656/01:7721>

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, auführen, 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

---

# Unterrichtswissenschaft

Zeitschrift für Lernforschung  
29. Jahrgang / 2001 / Heft 4

---

## **Thema: Lehren und Lernen mit multimedialen Lernumgebungen**

Verantwortlicher Herausgeber:  
Günter Dörr

- Günter Dörr:  
Lehren und Lernen mit multimedialen Lernumgebungen -  
Einführung in den Thementeil 290
- Wolfgang Schnotz:  
Wissenserwerb mit Multimedia 292
- Sigmar-Olaf Tergan:  
Qualitätsbeurteilung von Bildungssoftware mittels  
Kriterienkatalogen. Problemaufriss und Perspektiven 319
- Heike Schaumburg, Sebastian Rittmann:  
Evaluation des Web-basierten Lernens -  
Ein Überblick über Werkzeuge und Methoden 342
- Roland Brünken, Detlev Leutner:  
Aufmerksamkeitsverteilung oder Aufmerksamkeitsfokussierung?  
Empirische Ergebnisse zur „Split-Attention-Hypothese“  
beim Lernen mit Multimedia 357
- Rolf Plötzner, Julia Härder:  
Unterstützung der Verarbeitung externer Repräsentationen  
am Beispiel des Lernens mit Hypertexten 367

---

Rolf Plötzner, Julia Härder

# Unterstützung der Verarbeitung externer Repräsentationen am Beispiel des Lernens mit Hypertexten

Supporting the Processing of External Representations – Learning with Hypertexts

---

*Lernen mit herkömmlichen Texten wird in vielen Fällen durch zwei sich wechselseitig ergänzende Maßnahmen unterstützt: zum einen durch die externe Gestaltung von Texten und zum anderen durch die Vermittlung mentaler Verarbeitungsstrategien. Im Gegensatz dazu wird bei der Unterstützung des Lernens mit anderen Formen externer Repräsentationen oft ausschließlich auf Maßnahmen zur externen Gestaltung zurückgegriffen. Ausgehend von diesen Beobachtungen wurde in einer experimentellen Untersuchung am Beispiel des Lernens mit Hypertexten gezeigt, wie bekannte Maßnahmen zur Gestaltung von Hypertexten um Anregungen mentaler Verarbeitungsprozesse ergänzt und Schwierigkeiten beim Lernen mit Hypertexten überwunden werden können. Insgesamt nahmen 60 Personen unter vier verschiedenen Bedingungen an der Untersuchung teil. Im Mittelpunkt stand die Lernleistung in Abhängigkeit der zur Verfügung gestellten Navigationshilfe (alphabetische Titelübersicht vs. vernetzte Titelübersicht) und der Anregung mentaler Verarbeitungsprozesse (Anregung zum Faktenlernen vs. Anregung zum Kohärenzerschließen). Während hinsichtlich der angebotenen Navigationshilfen keine Unterschiede in der mittleren Lernleistung beobachtet werden konnten, zeigte sich, dass eine systematische Anregung zum Kohärenzerschließen im Mittel zu deutlich besseren Lernleistungen führt, als eine systematische Anregung zum Faktenlernen.*

*Frequently, learning with usual texts is supported by means of two complementary measures: by the external design of texts and by teaching mental strategies for processing texts. Learning with other external representations, in contrast, is very often supported only by the external design of these representations. In an experimental study it is demonstrated how the design of hypertexts can be complemented by the encouragement of mental processing strategies in order to overcome difficulties which frequently arise during learning with hypertexts. Sixty students were investigated on four different conditions. The focus was on the students' learning success in dependence of (1) the tool available for navigation in the hypertext (alphabetical title overview vs. structured title overview) and (2) the encouragement of mental processing strategies (encouragement of learning facts vs. encouragement of constructing coherence). While the different tools for navigation did not lead to significant differences in the students' learning success, the systematic encouragement of constructing coherence resulted in significantly more learning than the systematic encouragement of learning facts.*

## 1. Einleitung

Die Nutzung externer Repräsentationen spielt in Verbindung mit Vorgängen des Lernens seit langem eine wichtige Rolle. In vielen Fällen wird in diesem

Zusammenhang zwischen sprachlich-begrifflichen Repräsentationen einerseits, wie zum Beispiel Texte, und bildhaften Repräsentationen andererseits, wie zum Beispiel realistische und logische Bilder, unterschieden (z.B. Larkin & Simon, 1987; Schnotz, 1997, Schnotz & Bannert, 1999; Weidenmann, 1994). Rechnergestützte Lernumgebungen erlauben die Verwendung neuer Formen interaktiver sprachlich-begrifflicher und bildhafter Repräsentationen, wie zum Beispiel Hypertexte und dynamisch-interaktive Visualisierungen.

Mit dem Einsatz neuer Formen externer Repräsentationen verbindet sich in vielen Fällen die Annahme, dass die Nutzung interaktiver Repräsentationen, wie zum Beispiel Hypertexte, im Vergleich zur Nutzung herkömmlicher Repräsentationen, wie zum Beispiel klassische Lehrbuchtexte, zu verbesserten Lernleistungen führt. In zahlreichen empirischen Untersuchungen, die in den letzten zehn Jahren durchgeführt worden sind, ließ sich jedoch keine grundsätzliche Überlegenheit des Lernens mit interaktiven externen Repräsentationen nachweisen (z.B. Anglin, Towers & Levie, 1996; Gerdes, 1997; Park & Hopkins, 1993; Schnotz, Böckheler, Grzondziel, Gärtner & Wächter, 1998). Auf die Euphorie, die anfänglich dem Lernen mit neuen Medien entgegengebracht wurde, folgt in zunehmendem Maße Ernüchterung.

Drei wichtige Forschungsziele der Lernpsychologie sind Modellvorstellungen dazu zu entwickeln, (1) welche mentalen Anforderungen an die Lernenden durch das Lernen mit externen Repräsentationen gestellt werden, (2) welche mentalen Prozesse ein erfolgreiches Lernen mit externen Repräsentationen ermöglichen und (3) wie die Ausführung dieser mentalen Prozesse während des Lernens angeregt und unterstützt werden kann.

Die elaboriertesten Modellvorstellungen liegen in diesem Zusammenhang aus der Forschung zum Lernen mit Texten vor (z.B. Kintsch & van Dijk, 1978; van Dijk & Kintsch, 1983). Auf der Grundlage struktureller und semantischer Organisations- und Verarbeitungsprozesse erfolgt das Verstehen von Texten danach durch die Konstruktion (1) einer Textoberflächenrepräsentation struktureller Merkmale, (2) einer Repräsentation des Bedeutungsgehalts in Form von Propositionen und (3) einer Repräsentation des Bedeutungsgehalts in Form eines mentalen Modells.

Texte werden von Lernenden allerdings oft nur oberflächlich verarbeitet und die Konstruktion mentaler Repräsentationen ihrer Bedeutungsgehalte unterbleibt (z.B. Palincsar & Brown, 1984). Wie kann in solchen Fällen die Ausführung der verschiedenen Organisations- und Verarbeitungsprozesse gefördert werden, die zu einer vertieften Verarbeitung führen? Eine Möglichkeit das Verstehen von Texten zu unterstützen besteht darin, Texte so zu gestalten, dass das Lesen und Verstehen der Texte erleichtert wird. Oft genutzte Gestaltungsmaßnahmen sind in diesem Zusammenhang zum Beispiel die Voranstellung von Übersichten, die Angabe von Lernzielen, die Verwendung von Überschriften, die Hervorhebung wichtiger Textabschnitte und die Bereitstellung von Zusammenfassungen (z.B. Ballstaedt, 1994, 1997).

Obwohl solche Gestaltungsmaßnahmen das Lesen erleichtern und ihm Orientierung geben können, können sie das Verstehen von Texten nicht garantieren. Auch noch so aufwendig gestaltete Texte können nicht sicherstellen, dass von den Lernenden die Organisations- und Verarbeitungsprozesse ausgeführt werden, die zum Aufbau der gewünschten mentalen Repräsentationen führen. In Ergänzung zur externen Gestaltung von Texten wird daher versucht, den Lernenden mentale Strategien zu vermitteln, die eine vertiefte Verarbeitung von Texten fördern. Die vielleicht bekannteste Strategie ist in diesem Zusammenhang die PQ4R-Methode (Thomas & Robinson, 1972). Darin werden Lernende angehalten, sich Texte in mehreren Schritten zu erarbeiten. Diese Schritte haben zum Ziel, die gewünschten mentalen Organisations- und Verarbeitungsprozesse beim Lesen anzuregen. Allerdings können auch solche Anregungen nicht garantieren, dass die gewünschten Verarbeitungsprozesse ausgeführt werden.

Das Verstehen von Texten kann damit durch zwei sich wechselseitig ergänzende Maßnahmen gefördert werden: durch die externe Gestaltung von Texten einerseits und durch die Anregung von mentalen Organisations- und Verarbeitungsprozessen auf der Grundlage von Verarbeitungsstrategien andererseits. Im Vordergrund der Forschung zum Lernen mit neuen Medien stehen bisher Maßnahmen, welche die externe Gestaltung betreffen. Ziel vieler Untersuchungen ist die Identifikation von Gestaltungsmerkmalen, die das Lernen mit externen Repräsentationen erleichtern können (z.B. Cheng, 1998; Gerdes, 1997; Kuhlen, 1991; Larkin & Simon, 1987; Mayer, 1994, 1997; Schnotz & Bannert, 1999; Sweller, 1994; Sweller & Chandler, 1994). Ergänzende Maßnahmen, die geeignet sein könnten mentale Organisations- und Verarbeitungsprozesse systematisch anzuregen und zu unterstützen, werden dagegen nur selten vorgeschlagen und untersucht (z.B. Peeck, 1993; Weidenmann, 1997).

Kann auch das Lernen mit interaktiven externen Repräsentationen durch die gegebenenfalls (repräsentations-) spezifische Anregung mentaler Organisations- und Verarbeitungsprozesse gefördert werden? In diesem Beitrag stellen wir eine Untersuchung vor, in der experimentell untersucht wurde, wie das Lernen mit Hypertexten durch die systematische Anregung mentaler Verarbeitungsprozesse unterstützt werden kann und wie Schwierigkeiten, die oft beim Lernen mit Hypertexten zu beobachten sind, überwunden werden können. Im folgenden werden zunächst Potenziale und Probleme des Lernens mit Hypertexten zusammenfassend beschrieben. Anschließend wird eine experimentelle Untersuchung dargestellt, in der verschiedene Maßnahmen zur Unterstützung des Lernens mit einem Hypertext verglichen wurden. Abschließend werden die Konsequenzen der Untersuchungsergebnisse für das Lernen mit externen Repräsentationen diskutiert.

## **2. Lernen mit Hypertext: Potenziale und Probleme**

Hypertexte sind aus grundlegenden Informationseinheiten, den sogenannten Knoten, aufgebaut, die durch sogenannte Verweise zu Netzen verknüpft

sind (vgl. z.B. Gerdes, 1997; Kuhlen, 1991). Dabei sind die Verweise als Relationen zu verstehen, welche die einzelnen Knoten zueinander in Beziehung setzen. Die Präsentation von Hypertexten ist aufgrund ihrer Interaktivität eng an Rechner gebunden. Durch das Aktivieren eines Verweises in einem Knoten wird der diesem Verweis zugeordnete Knoten aus einer Datenbank abgerufen und auf dem Bildschirm dargestellt. Auf diese Weise ermöglicht das schrittweise Aktivieren von Verweisen die Navigation innerhalb eines Hypertextes.

Verweise können direkt im Text integriert sein, in Inhaltsverzeichnissen, Registern oder graphischen Übersichten angezeigt werden sowie in Form von Menü- oder Navigationsleisten dargestellt werden. Hinsichtlich der unterschiedlichen Typen von Verweisen lassen sich referentielle und typisierte Verweise unterscheiden. Referentielle Verweise verknüpfen zwei Knoten, ohne das angegeben wird, von welcher Art der Zusammenhang zwischen den Knoten ist. Im Gegensatz dazu wird durch typisierte Verweise die Art des Zusammenhangs zwischen zwei Knoten beschrieben.

## *2.1 Potenziale*

Obwohl Hypertexte ursprünglich entwickelt wurden, um umfangreiche Informationsbestände in Datenbanken zu organisieren (vgl. z.B. Whalley, 1993), sind sie im Laufe der Zeit auch in pädagogischen Kontexten eingesetzt worden. Insbesondere wird den Merkmalen der Informationspräsentation in Form von Netzen ein positiver Einfluss auf den Erwerb von Wissen zugeschrieben. Dabei wird davon ausgegangen, dass die nicht-lineare Organisation von Informationseinheiten zu einer aktiven und konstruktiven Auseinandersetzung mit Hypertexten in dem Sinne führt, dass eine selbstgesteuerte und an den individuellen Vorwissensvoraussetzungen und Informationsbedürfnissen orientierte Auswahl und Sequenzierung von Informationen vorgenommen wird (z.B. Jonassen & Grabinger, 1990; Rouet & Levenon, 1996; vgl. auch Scheiter, 1999). Die Teilprozesse, die einem solchen selbstgesteuerten Lernen zugrunde liegen, wie zum Beispiel das gezielte Suchen und Organisieren von Informationen sowie das Herstellen von Kohärenz, sollen sich insgesamt förderlicher auf den Erwerb von Wissen auswirken als die Informationsverarbeitungsprozesse, die beim Lesen herkömmlicher Texte erforderlich sind (vgl. z.B. Tergan, 1997).

Eine weitere Begründung für die besondere Eignung von Hypertexten für den Wissenserwerb wird in der Theorie der kognitiven Flexibilität von Spiro und Jengh (1990) gesehen. Darin wird angenommen, dass der nach eigenen Bedürfnissen auf vielfältige Weise gestaltbare und flexible Informationsabruf, wie er durch die netzwerkartige Organisation von Hypertexten ermöglicht wird, entscheidend zum Lernerfolg beiträgt. Insbesondere die Möglichkeit, Informationen wiederholt zu unterschiedlichen Zeitpunkten und unter verschiedenen Perspektiven und Problemzusammenhängen aufzusuchen, soll ein tieferes Verständnis bewirken, welches den flexiblen Umgang mit den erworbenen Inhalten erlaubt und den Transfer von Wissen unterstützt.

## 2.2 Probleme

Annahmen, dass Hypertexte das Lernen revolutionieren würden, treten inzwischen zugunsten einer realistischeren Perspektive in den Hintergrund, unter der berücksichtigt wird, dass die gleichen Eigenschaften, die für Hypertexte im positiven Sinne kennzeichnend sind, auch neue Probleme bei der Verarbeitung von Informationen mit sich bringen. In diesem Zusammenhang können drei Typen von Problemen unterschieden werden (vgl. Conklin, 1987): (1) kognitive Überlastung, (2) strukturelle Desorientierung und (3) konzeptuelle Desorientierung.

*Kognitive Überlastung.* Neben den kognitiven Prozessen, die im Rahmen des Verstehens von Texten auszuführen sind, stellt der Wissenserwerb mit Hypertexten weitere Anforderungen an die Lernenden bezüglich der Bedienung des Lernsystems. Durch die Notwendigkeit, selbstgesteuert Informationseinheiten zu sequenzieren, müssen sich die Lernenden sowohl räumlich als auch konzeptuell im Hypertext orientieren. Dadurch werden weitere kognitive Leistungen notwendig, wie zum Beispiel Aufmerksamkeitsleistungen, Gedächtnisleistungen und metakognitive Leistungen (vgl. Tergan, 1997), die zusätzliche kognitive Ressourcen in Anspruch nehmen, die dann nicht für die eigentlichen Lernprozesse zur Verfügung stehen.

*Strukturelle Desorientierung.* Die unter der Bezeichnung „strukturelle Desorientierung“ zusammengefassten Probleme sind in der Literatur auch als das „Lost in Hyperspace“-Phänomen bekannt geworden (vgl. z.B. Conklin, 1987; Tergan, 1997). Dieser Metapher liegt die Vorstellung zugrunde, dass die Benutzer eines Hypertextes Anforderungen bewältigen müssen, die vergleichbar mit denen sind, die bei der Orientierung in einem physikalischen Raum erbracht werden müssen. Um Informationseinheiten aus dem vernetzten und komplexen Informationsangebot selbstgesteuert auszuwählen und zu sequenzieren, müssen die Lernenden zielgerichtet navigieren und als Voraussetzung dafür sich immer wieder räumlich orientieren. Typische Navigationsfragen dabei sind beispielsweise (vgl. Kuhlen, 1991): „Wo bin ich im Hypertext?“, „Wo will ich hin?“, „Wie komme ich am günstigsten von hier nach dort?“. Je nach Größe und Komplexität des Informationsbestandes sowie der Art der zur Verfügung stehenden Navigationshilfe kann diese räumliche Orientierung zunehmend schwieriger werden und schließlich zu kognitiver Überbeanspruchung und Desorientierung führen.

*Konzeptuelle Desorientierung.* Neben der Notwendigkeit sich räumlich in Hypertexten zu orientieren, kommt es maßgeblich darauf an, die relationale Struktur der vernetzt organisierten Informationseinheiten zu erschließen und insgesamt ein kohärentes mentales Modell der beschriebenen Konzepte zu erarbeiten (vgl. Gerdes, 1997). Anders als bei einem herkömmlichen Text, in dem die Lernenden auf der Grundlage von kontext- und kohärenzstiftenden Merkmalen entlang eines „roten Fadens“ geleitet werden, muss dieser rote Faden beim Wissenserwerb mit Hypertexten von den Lernenden selber aktiv „gezogen“ werden (vgl. Foltz, 1996). Dementsprechend besteht die

Gefahr, dass die semantischen Relationen in Hypertexten nur unzureichend erschlossen werden, was konzeptuelle Desorientierung und den Erwerb inkohärenter Wissensstrukturen zur Folge haben kann.

### 3. Fragestellungen und Hypothesen

Vor dem Hintergrund der geschilderten Potenziale und Probleme des Wissenserwerbs mit Hypertexten zielt der vorliegende Beitrag auf die Identifizierung von Bedingungen, die es gestatten, die Probleme der strukturellen und konzeptuellen Desorientierung zu überwinden. Ausgangspunkt ist dabei die Annahme, dass zum einen die kognitiven Zusatzanforderungen beim Lernen mit Hypertexten durch die systemseitige Bereitstellung von Navigationshilfen verringert und zum anderen angemessene mentale Verarbeitungsprozesse auf Seiten der Lernenden durch die Vermittlung von Verarbeitungsstrategien angeregt und unterstützt werden können.

Hilfen zur Navigation in Hypertexten können Informationen über strukturelle oder konzeptuelle Merkmale umfassen. Strukturelle Merkmale beziehen sich zum Beispiel darauf, wieviele Informationseinheiten in einem Hypertext zur Verfügung stehen und wie sie verknüpft sind, konzeptuelle Merkmale zum Beispiel darauf, auf welche Art und Weise Informationseinheiten verknüpft sind. Während die Inhalte von Hypertexten durch nicht-visualisierende Navigationshilfen in Form von Listen beschrieben werden, die nach unterschiedlichen Gesichtspunkten geordnet sein können, werden durch visualisierende Navigationshilfen die Verknüpfungsstrukturen von Hypertexten graphisch veranschaulicht.

Eine allgemeingültige Antwort hinsichtlich der Wirksamkeit unterschiedlich gestalteter Navigationshilfen lässt sich aufgrund der Vielfalt an zu berücksichtigenden Variablen nicht geben. Chen und Rada (1996) stellen aufgrund einer Metaanalyse fest, dass visualisierende Navigationshilfen nicht-visualisierenden in Effizienz und Effektivität überlegen sind. Im Widerspruch dazu stehen allerdings die Ergebnisse von Untersuchungen, in denen gezeigt wurde, dass das alleinige Anbieten visualisierter Hypertextstrukturen nicht automatisch zu besseren Lernleistungen führt (z.B. Dee-Lucas, 1996; Dee-Lucas & Larkin, 1995; Jonassen, 1993; Jonassen & Wang, 1993; Stanton, Taylor & Tweedie, 1992). In neueren Untersuchungen konnte schließlich gezeigt werden, dass Merkmale der Lernenden, wie zum Beispiel die Aufgabenorientierung (vgl. Schnotz & Zink, 1997) und das Vorwissen (vgl. Möller & Müller-Kalthoff, 2000), die Nützlichkeit von Systemhilfen maßgeblich mitbestimmen.

Während zahlreiche Untersuchungen zu der Frage vorliegen, wie dem Problem der strukturellen Desorientierung durch Navigationshilfen begegnet werden kann, liegen bisher kaum Untersuchungen zu der Frage vor, wie das Problem der konzeptuellen Desorientierung überwunden werden kann. Die Notwendigkeit, kognitive Prozesse anzuregen und zu unterstützen, die zu einer vertieften Verarbeitung der in Hypertexten enthaltenen Informationen

führen, wurde jedoch bereits in früheren Arbeiten erkannt (z.B. Hammond, 1993; Jonassen & Grabinger, 1993; Tergan, 1997).

Im folgenden werden die Fragen untersucht, (1) ob sich zwei Navigationshilfen (nicht-visualisierende vs. visualisierende Navigationshilfen) und (2) zwei Verarbeitungshilfen (Faktenlernen vs. Kohärenzerschließen), die systematisch kognitive Verarbeitungsprozesse anregen sollen, hinsichtlich des Lernerfolgs beim Wissenserwerb mit Hypertexten unterscheiden und (3) ob es zu einer Wechselwirkung zwischen der Art der Navigationshilfe und der Art der Verarbeitungshilfe kommt.

Ausgehend von den Ergebnissen der Metaanalyse von Chen und Rada (1996) vermuten wir, dass visualisierende Navigationshilfen aufgrund ihrer höheren Informationshaltigkeit und Strukturiertheit zu besseren Lernleistungen führen als nicht-visualisierende Navigationshilfen. Darüber hinaus nehmen wir an, dass aufgrund der spezifischen Anforderung beim Lernen mit Hypertexten eine die Kohärenzerschließung anregende Verarbeitungshilfe zu einer tieferen Verarbeitung und weiterreichenden mentalen Verknüpfung der in Hypertexten enthaltenen Informationen führt als eine das Faktenlernen anregende Verarbeitungshilfe. Aufgrund der Informationsarmut nicht-visualisierender Navigationshilfen erwarten wir, dass der Unterstützung des Kohärenzerschließens unter dieser Bedingung vor allem mit Blick auf den Erwerb von Zusammenhangswissen eine besondere Bedeutung zukommt.

## 4. Methode

### 4.1 Versuchsplan und Operationalisierung

Es wurden zwei Faktoren variiert: (1) die Navigationshilfe mit den beiden Stufen *alphabetische Titelübersicht* (nicht-visualisierend) und *vernetzte Titelübersicht* (visualisierend) sowie (2) die Verarbeitungshilfe mit den beiden Stufen *Faktenlernen* und *Kohärenzerschließen*.

Die Operationalisierung der Verarbeitungshilfen wurde durch die Formulierung von Fragen an die Lernenden vorgenommen. Im Zusammenhang mit der Verarbeitungshilfe *Faktenlernen* zielten drei Fragen auf die Auseinandersetzung mit den in einer Informationseinheit gegebenen Fakten: (1) Welche Informationen sind in diesem Knoten wesentlich (Identifikation und Reduktion von Informationen)? (2) Welche Informationen waren mir bereits bekannt (Aktivierung des Vorwissens)? (3) Welche Informationen sind für mich neu (Integration in das Vorwissen)?

Im Rahmen der Verarbeitungshilfe *Kohärenzerschließen* zielten drei Fragen auf die Herstellung von Kohärenz und die Konstruktion eines „roten Fadens“: (1) Wie hängt dieser Knoten mit dem vorangegangenen zusammen (Herstellung lokaler Kohärenz)? (2) Worin besteht der Bezug zum gesamten Thema (Herstellung globaler Kohärenz)? (3) Welcher Knoten interessiert mich als nächstes und warum (gezielte Navigation)?

## 4.2 Materialien

**Hypertext.** Es wurde ein Hypertext zum Thema „Drogen und Psychopharmakawirkung im Gehirn“ entwickelt, der neben allgemeinen Grundbegriffen Informationen zu Theorien und Wirkungsmechanismen umfasst. Der Hypertext besteht aus 15 Informationseinheiten mit insgesamt 2016 Wörtern. Die Informationseinheiten sind über referentielle Verweise verbunden und nicht-hierarchisch angeordnet. Der Hypertext wurde unter Nutzung der Auszeichnungssprache HTML geschrieben. Die Informationseinheiten werden mit einem Internet-Browser auf dem Bildschirm dargestellt. Jede Bildschirmseite setzt sich aus zwei Teilen zusammen: einer alphabetischen oder vernetzten Titelübersicht im oberen Teil und der Informationseinheit im unteren Teil. Beide Teile sind so gestaltet, dass sie zusammen nicht mehr als eine Bildschirmseite in Anspruch nehmen. Die Informationseinheiten wurden unter allen Untersuchungsbedingungen auf gleiche Art und Weise dargestellt.

Informationseinheiten konnten entweder über das Aktivieren von Verweisen in der Titelübersicht oder durch das Aktivieren von Verweisen innerhalb einer anderen Informationseinheit abgerufen werden. Darüber hinaus standen

Abbildung 1:  
Eine Informationseinheit zu Amphetaminen mit alphabetischer Titelübersicht.

**Einführung**

<a href="#">Amphetamine</a>	<a href="#">Neurologika</a>	<a href="#">Schizophrenie</a>
<a href="#">Endorphine</a>	<a href="#">Neurotransmitter</a>	<a href="#">Sucht</a>
<a href="#">Heroin</a>	<a href="#">Opiate</a>	<a href="#">Synapse</a>
<a href="#">Kokain</a>	<a href="#">Psychostimulantien</a>	<a href="#">Wirkungsmechanismen</a>
<a href="#">Kompensationsstheorie</a>	<a href="#">Ritalin</a>	

---

### AMPHETAMINE

---

**Gewinnung:**  
Amphetamine wurden ursprünglich einmal als Arzneimittel zur Behandlung von Asthma hergestellt. Die stimmungsbefördernde Wirkung dieser psychostimulierenden Substanz (**Psychostimulantien**), die sie für den Mißbrauch attraktiv macht, hat man erst in der Folgezeit entdeckt.

**Molekulare Wirkung:**  
Amphetamin bewirkt die Ausschüttung (**Wirkungsmechanismen**) von Dopamin (**Neurotransmitter**) aus den präsynaptischen Nervenendigungen in den synaptischen Spalt. In höheren Dosen hemmt es auch die Wiederaufnahme (**Wirkungsmechanismen**) in die Nervenendigung. Dadurch kommt es zu einer erhöhten Dopaminkonzentration im synaptischen Spalt.

**Risiken:**  
Die größte Gefahr beim Amphetaminmißbrauch ist die psychische Abhängigkeit (**Sucht**). Ursache hierfür ist ein besonders nach hohen Dosen auftretendes exzessives Wohlbefinden, weshalb man auch vom "Kick" spricht. Dieses Erlebnis bewirkt einen Zwang zur Wiederholung, die immer wieder in einem Stimmungstief bis zur vollständigen Erschöpfung endet.  
Auf Dauer eingenommen, führen die Amphetamine zu Unrast und Schlaflosigkeit, wobei sich auch eine "Amphetamin"-psychose ausbilden kann. Dies ist ein Syndrom, das der **Schizophrenie** stark ähnelt und durch Halluzinationen und motorische Hyperaktivität geprägt ist.

keine weiteren Browserfunktionen zur Verfügung. Während Abbildung 1 die Informationseinheit zum Thema „Amphetamine“ mit der alphabetischen Titelübersicht zeigt, zeigt Abbildung 2 die gleiche Informationseinheit mit der vernetzten Titelübersicht.

Abbildung 2:  
Eine Informationseinheit zu Amphetaminen mit vernetzter Titelübersicht

**AMPHETAMINE**

**Gewinnung:**  
Amphetamin wurden ursprünglich einmal als Arzneimittel zur Behandlung von Asthma hergestellt. Die stimmungsbeflügelnde Wirkung dieser psychostimulierenden Substanz (Psychostimulantien), die sie für den Mißbrauch attraktiv macht, hat man erst in der Folgezeit entdeckt.

**Molekulare Wirkung:**  
Amphetamin bewirkt die Ausschüttung (Wirkungsmechanismen) von Dopamin (Neurotransmitter) aus den präsynaptischen Nervenendigungen in den synaptischen Spalt. In höheren Dosen hemmt es auch die Wiederaufnahme (Wirkungsmechanismen) in die Nervenendigung. Dadurch kommt es zu einer erhöhten Dopaminkonzentration im synaptischen Spalt.

**Risiken:**  
Die größte Gefahr beim Amphetaminmißbrauch ist die psychische Abhängigkeit (Sucht). Ursache hierfür ist ein besonders nach hohen Dosen auftretendes exzessives Wohlbefinden, weshalb man auch vom "Kick" spricht. Dieses Erlebnis bewirkt einen Zwang zur Wiederholung, die immer wieder in einem Stimmungstief bis zur vollständigen Erschöpfung endet.  
Auf Dauer eingenommen, führen die Amphetamine zu Unrast und Schlaflosigkeit, wobei sich auch eine "Amphetamin"-psychose ausbilden kann. Dies ist ein Syndrom, das der Schizophrenie stark ähnelt und durch Halluzinationen und motorische Hyperaktivität geprägt ist.

*Verarbeitungshilfen.* Die in Form von Fragen operationalisierten Verarbeitungshilfen wurden auf Papier festgehalten und am unteren Rand des Bildschirms angebracht. Darüber hinaus erinnerte die Versuchsleiterin die Lernenden während der Bearbeitung des Hypertextes regelmäßig daran, die Fragen zu beantworten.

*Vor- und Nachtest.* Vor und nach der Bearbeitung des Hypertextes wurde das Wissen der Versuchspersonen durch Zweikomponententests erfasst. Während die erste Komponente (Fakten-) Fragen umfasst, die zu ihrer Beantwortung Informationen über Fakten erfordern, die in einer Informationseinheit beschrieben wurden, umfasst die zweite Komponente (Zusammenhangs-) Fragen, die zu ihrer Beantwortung die Berücksichtigung und Verknüpfung von Informationen erfordern, die in zwei verschiedenen Informationseinheiten beschrieben wurden.

Der Vortest besteht aus drei Fragen pro Komponente. Er diente ausschließlich dazu die Teilnahmevoraussetzung zu überprüfen, dass kein umfangreicheres Vorwissen zum Thema „Drogen- und Psychopharmakawirkung im Gehirn“ vorhanden war. Der Nachtest umfasst 12 Fragen pro Komponente. Eine Itemanalyse des Nachtests ergab eine Reliabilität von  $\alpha = .70$  für die Faktenfragen und eine Reliabilität von  $\alpha = .76$  für die Zusammenhangsfragen. Für den Gesamttest ergab sich eine Reliabilität von  $\alpha = .85$ .

*Stichprobe.* An der Untersuchung nahmen 60 Studierende (31 Frauen und 29 Männer) teil. Studierende der Fächer Psychologie, Biologie, Medizin und Chemie waren von der Untersuchung ausgeschlossen. Alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer hatten seit mindestens einem Jahr Erfahrung mit Rechnern. Die Zuordnung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer zu den Experimentalgruppen erfolgte zufällig. Hinsichtlich der Variablen Alter, Geschlecht, Besuch eines Leistungskurses im Fach Biologie, Studienfach und Erfahrung mit Rechnern bestanden keine Unterschiede zwischen den Experimentalgruppen.

*Versuchsablauf.* Das Experiment wurde in Einzelversuchen durchgeführt. Zu Beginn wurde den Versuchspersonen ein Überblick über den Zweck und Ablauf der Untersuchung sowie die technische Handhabung des Hypertextes gegeben. Im Anschluss daran wurde den Versuchspersonen der Vortest vorgelegt und eine Einführung in die jeweilige Verarbeitungshilfe gegeben. Anschließend hatten die Versuchspersonen maximal 40 Minuten Zeit den Hypertext zu bearbeiten. Während der Bearbeitung des Hypertextes wurde das Navigationsverhalten der Versuchspersonen vom Rechner protokolliert. Es durften keine schriftlichen Notizen angefertigt werden. Eine Versuchsleiterin war während der gesamten Bearbeitungszeit anwesend. Zum Schluss wurde den Versuchspersonen der Nachtest zur Bearbeitung vorgelegt.

## 5. Ergebnisse

### 5.1 Bearbeitungszeit

Die maximale Bearbeitungszeit für den Hypertext betrug 40 Minuten. Wer vorzeitig mit der Bearbeitung fertig wurde, konnte selbstbestimmt aufhören, alle anderen wurden nach 40 Minuten von der Versuchsleiterin unterbrochen. Um zu prüfen, ob sich zwischen den Experimentalgruppen bedeutsame Unterschiede in den Bearbeitungszeiten ergeben hatten, wurde eine zweifaktorielle Varianzanalyse *Navigationshilfe* x *Verarbeitungshilfe* berechnet. Bei einer mittleren Bearbeitungszeit von 38,16 Minuten und einer (Gesamt-) Streuung von 5,42 Minuten konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den vier Experimentalgruppen beobachtet werden (*Navigationshilfe*:  $F(1, 56) = .58, p = .45$ ; *Verarbeitungshilfe*:  $F(1, 56) = .79, p = .38$ ; *Navigationshilfe* x *Verarbeitungshilfe*:  $F(1, 56) = .03, p = .87$ ).

## 5.2 Vorwissen

Tabelle 1 zeigt die Mittelwerte und Streuungen der Leistungen in den vier Experimentalgruppen im Vortest, Tabelle 2 die Ergebnisse einer zweifaktoriellen Varianzanalyse *Navigationshilfe x Verarbeitungshilfe*. Die Versuchspersonen verfügten über sehr wenig Vorwissen im gewählten Sachbereich. Niemand beantwortete mehr als drei der sechs gestellten Fragen richtig, so dass keine Versuchsperson aufgrund ihres zu umfangreichen Vorwissens von der Untersuchung ausgeschlossen werden musste.

Tabelle 1:  
Mittelwerte (M) und Streuungen (SD) der Leistungen im Vortest.

		Navigationshilfe		
		alphabetisch	vernetzt	Gesamt
Faktenlernen	M	.50 (8%)	.27 (5%)	.38 (6%)
	SD	.89	.46	.71
Kohärenzerschließen	M	.17 (3%)	.33 (6%)	.25 (4%)
	SD	.53	.59	.53
Gesamt	M	.33 (6%)	.30 (5%)	.32 (5%)
	SD	.74	.52	.63

Tabelle 2:  
Ergebnisse der zweifaktoriellen Varianzanalyse  
*Navigationshilfe x Verarbeitungshilfe* zu den Leistungen im Vortest.

Quelle der Varianz	df	F-Wert
Navigationshilfe	1, 56	0.04
Verarbeitungshilfe	1, 56	0.66
Navigationshilfe x Verarbeitungshilfe	1, 56	1.49

## 5.3 Wissenserwerb

Tabelle 3 zeigt die Mittelwerte und Streuungen der Leistungen in den vier Experimentalgruppen im Nachtest, Tabelle 4 die Ergebnisse einer multivariaten, zweifaktoriellen Varianzanalyse *Navigationshilfe x Verarbeitungshilfe*, in der die beiden abhängigen Variablen *Faktenfragen* und *Zusammenhangsfragen* gleichzeitig berücksichtigt sind. Tabelle 5 zeigt die Ergebnisse der univariaten Tests der zweifaktoriellen Varianzanalyse *Navigationshilfe x Verarbeitungshilfe*, in denen die beiden abhängigen Variablen *Faktenfragen*

und *Zusammenhangsfragen* getrennt betrachtet werden. Da sich keine bedeutsamen Zusammenhänge mit den Kovariaten Alter, Geschlecht, Besuch eines Leistungskurses im Fach Biologie, Studienfach sowie Erfahrung mit Rechnern ergaben, werden diese Variablen im folgenden nicht weiter betrachtet.

Tabelle 3:  
Mittelwerte (M) und Streuungen (SD) der Leistungen im Nachtest

Verarbeitungshilfe	Faktenwissen			Zusammenhangswissen			
	Navigationshilfe			Navigationshilfe			
	alphabetisch	vernetzt	Gesamt	alphabetisch	vernetzt	Gesamt	
Fakten-	M	7.47 (62%)	7.37 (61%)	7.47 (62%)	5.00 (42%)	5.07 (42%)	5.03 (42%)
lernen	SD	2.39	1.78	2.39	2.47	1.88	2.16
Kohärenz-	M	8.00 (67%)	9.63 (80%)	8.00 (67%)	6.67 (56%)	8.17 (68%)	7.42 (62%)
erschließen	SD	2.15	1.93	2.15	2.12	2.32	2.31
Gesamt	M	7.73 (64%)	8.50 (71%)	7.73 (64%)	5.83(49%)	6.62 (55%)	6.23 (52%)
	SD	2.25	2.16	2.25	2.42	2.61	2.52

Tabelle 4:  
Ergebnisse der multivariaten, zweifaktoriellen Varianzanalyse Navigationshilfe x Verarbeitungshilfe zu den Leistungen im Nachtest (Wilks-Lambda).

Quelle der Varianz	df	F-Wert
Navigationshilfe	1, 56	1.11
Verarbeitungshilfe	1, 56	8.88**
Navigationshilfe x Verarbeitungshilfe	1, 56	1.29

Anmerkung: \*\*  $p < .01$

Tabelle 5:  
Ergebnisse der univariaten Tests der zweifaktoriellen Varianzanalyse Navigationshilfe x Verarbeitungshilfe zu den Leistungen im Nachtest.

Quelle der Varianz	Abhängige Variable	df	F-Wert
Navigationshilfe	Faktenfragen	1, 56	2.05
	Zusammenhangsfragen	1, 56	1.89
Verarbeitungshilfe	Faktenfragen	1, 56	6.83*
	Zusammenhangsfragen	1, 56	17.47**
Navigationshilfe x Verarbeitungshilfe	Faktenfragen	1, 56	2.62
	Zusammenhangsfragen	1, 56	1.58

Anmerkung: \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$

Bezüglich des Faktors *Navigationshilfe* zeigt sich, dass die Bereitstellung der vernetzten Titelübersicht im Mittel sowohl hinsichtlich der Faktenfragen

(71% vs. 64% mittlere relative Lösungshäufigkeit) als auch hinsichtlich der Zusammenhangsfragen (55% vs. 49% mittlere relative Lösungshäufigkeit) zu besseren Leistungen im Nachtest führte, als die Bereitstellung der alphabetischen Titelübersicht (vgl. Tabelle 3). Allerdings ließ sich die Überlegenheit des Lernens mit vernetzter Titelübersicht weder auf multivariater noch auf univariater Ebene statistisch absichern (vgl. Tabelle 4 und 5).

Bezüglich des Faktors *Verarbeitungshilfe* ergibt sich, dass die systematische Anregung zum Kohärenzerschließen im Mittel sowohl hinsichtlich der Faktenfragen (67% vs. 62% mittlere relative Lösungshäufigkeit) als auch - in diesem Falle besonders deutlich - hinsichtlich der Zusammenhangsfragen (62% vs. 42% mittlere relative Lösungshäufigkeit) zu besseren Leistungen im Nachtest führte, als die systematische Anregung zum Faktenlernen (vgl. Tabelle 3). Die höhere Lernwirksamkeit der Anregung zum Kohärenzerschließen hinsichtlich der Fakten- und Zusammenhangsfragen konnte auf multivariater und univariater Ebene gleichermaßen nachgewiesen werden (vgl. Tabelle 4 und 5).

Sowohl auf multivariater als auch auf univariater Ebene liegt keine Wechselwirkung zwischen den Faktoren *Navigations-* und *Verarbeitungshilfe* vor (vgl. Tabelle 4 und 5).

#### 5.4 Navigationsverhalten

Sowohl bei Nutzung der vernetzten als auch bei Nutzung der alphabetischen Titelübersicht wurde während der Bearbeitung des Hypertextes im Mittel eine nahezu gleiche Anzahl von Informationseinheiten aktiviert (26.9 vs. 27.7,  $t(58) = .47, p = .70$ ). Die Verwendung der vernetzten Titelübersicht führte damit nicht zu einer präziseren Navigation als die Verwendung der alphabetischen Titelübersicht. Allerdings wurden unter der Bedingung *vernetzte Titelübersicht* die Verweise in der Übersicht im Vergleich zu den Verweisen in der Informationseinheit verhältnismäßig häufiger genutzt als unter der Bedingung *alphabetische Titelübersicht* ( $\chi^2(1, 60) = 10.62, p < .05$ ).

## 6. Diskussion

Ausgangspunkt der vorliegenden Arbeit war die Feststellung, dass Lernen mit herkömmlichen Texten oft auf zwei sich wechselseitig ergänzende Arten unterstützt wird: zum einen durch Maßnahmen der Textgestaltung und zum anderen durch die Vermittlung mentaler Textverarbeitungsstrategien. Im Gegensatz dazu beschränken sich Maßnahmen zur Unterstützung des Lernens mit Hypertexten zumeist auf die Gestaltung von Hypertexten und die zur Verfügung gestellten Navigationshilfen. Im Vordergrund der vorliegenden Arbeit stand daher die Frage, inwieweit sich das Lernen mit Hypertexten über die Gestaltung von Navigationshilfen hinaus durch eine systematische Anregung mentaler Verarbeitungsprozesse unterstützen lässt.

In einer experimentellen Untersuchung zum Lernen mit Hypertexten wurden zwei Faktoren systematisch variiert: die Gestaltung der zur Verfügung gestellten Navigationshilfe (alphabetische Titelübersicht vs. vernetzte Titelübersicht) und die Anregung mentaler Verarbeitungsprozesse auf Grundlage einer Verarbeitungshilfe (Faktenlernen vs. Kohärenzerschließen). Wir erwarteten, dass die vernetzte Titelübersicht die strukturelle Orientierung im Hypertext erleichtert und im Mittel zu besseren Lernleistungen führt als die alphabetische Titelübersicht. Entsprechend erwarteten wir, dass die Anregung zum Kohärenzerschließen die konzeptuelle Orientierung im Hypertext unterstützt und im Mittel zu besseren Lernleistungen führt als die Anregung zum Faktenlernen. In Bezug auf eine mögliche Wechselwirkung erwarteten wir, dass die Anregung zum Kohärenzerschließen beim Lernen mit der alphabetischen Titelübersicht zu einem vergleichsweise größeren Zuwachs im Zusammenhangswissen führt, als die Anregung zum Kohärenzerschließen beim Lernen mit der vernetzten Titelübersicht.

Die Hypothese, dass Lernen mit vernetzter Titelübersicht zu besseren Lernleistungen führt als Lernen mit alphabetischer Titelübersicht ließ sich nur in der Tendenz bestätigen. Das keine weitergehenden Lernerfolge mit der vernetzten Titelübersicht erzielt werden konnten führen wir darauf zurück, dass der verwendete Hypertext mit 15 Informationseinheiten eine vergleichsweise niedrige strukturelle Komplexität aufweist (vgl. im Gegensatz dazu z.B. Möller & Müller-Kalthoff, 2000). Unabhängig von der zur Verfügung gestellten Navigationshilfe könnte es den untersuchten Personen daher verhältnismäßig leicht gefallen sein, sich im Hypertext strukturell zu orientieren. Damit korrespondiert die Beobachtung, dass sich nur geringe Unterschiede im Navigationsverhalten der untersuchten Gruppen zeigten.

Die für diese Arbeit zentrale Annahme, dass die Anregung zum Kohärenzerschließen zu besseren Lernleistungen führt als die Anregung zum Faktenlernen, konnte bestätigt werden. Wie im Falle herkömmlicher Texte gelingt es auch im Falle von Hypertexten, das Lernen über Maßnahmen der externen Gestaltung hinaus durch die Vermittlung mentaler Verarbeitungsstrategien zu unterstützen. Während der Bearbeitung von Hypertexten kann die systematische Anregung zum Kohärenzerschließen den Erwerb von Zusammenhangswissen fördern und dem Problem der konzeptuellen Desorientierung entgegenwirken. In der durchgeführten Untersuchung hatte die Anregung zum Kohärenzerschließen aber nicht nur verbesserte Lernleistungen mit Blick auf den Erwerb von Zusammenhangswissen zur Folge, sondern auch mit Blick auf den Erwerb von Faktenwissen (vgl. Tabelle 3). Dieses Ergebnis führen wir darauf zurück, dass eine erfolgreiche Erarbeitung der Zusammenhänge zwischen verschiedenen Informationseinheiten eines Hypertextes und ihrer Bedeutung letztlich nicht ohne eine vertiefte Verarbeitung der Informationseinheiten selbst vorgenommen werden kann.

Die erwartete Wechselwirkung, dass der Unterstützung des Kohärenzerschließens beim Lernen mit der alphabetischen Titelübersicht eine besondere Bedeutung hinsichtlich des Erwerbs von Zusammenhangswissen zu-

kommt, ließ sich nicht bestätigen. Vielmehr konnte der größte Wissenszuwachs unter der Bedingung *Kohärenzerschließen* und *vernetzte Titelübersicht* beobachtet werden. War die anfänglich formulierte Hypothese vom Gedanken an die größere Notwendigkeit des Kohärenzerschließens in einer nur schwach strukturierten Lernumgebung getragen, so zeugt das beobachtete Ergebnis eher von der Praktikabilität und Synergie der genannten Kombination von Bedingungen.

Insgesamt konnte in der vorliegenden Arbeit damit gezeigt werden, wie Probleme des Lernens mit Hypertexten durch die Anregung mentaler Verarbeitungsprozesse zumindest teilweise überwunden werden können. Besondere Bedeutung kommt in diesem Zusammenhang dem Kohärenzerschließen zu. Das wiederholte Vergegenwärtigen von Zusammenhängen zwischen einzelnen Informationseinheiten, das Herstellen von Bezügen zum Gesamtthema, die Identifizierung von Informationsbedürfnissen und die gezielte Informationssuche unterstützten die Konstruktion eines „roten Fadens“, der die einzelnen Informationseinheiten eines Hypertextes zu einem kohärenten Ganzen verbindet.

Probleme können aber nicht nur in Verbindung mit dem Lernen mit Hypertexten beobachtet werden. Auch das Lernen mit anderen Formen externer Repräsentationen weist neben seinen spezifischen Potenzialen seine eigenen Probleme auf. In den letzten Jahren konnte in zahlreichen Untersuchungen demonstriert werden, dass die Verwendung bildhafter Repräsentationen, dynamisch-interaktiver Repräsentationen und multipler Repräsentationen oft nicht zu den Lernleistungen führt, die aufgrund theoretischer Analysen ihrer Potenziale zu erwarten gewesen wären (z.B. Ainsworth, Wood & Bibby, 1996; Lewalter, 1997; Lowe, 1998; Schnotz & Bannert, 1999; Schnotz, Böckheler, Grzondziel, Gärtner & Wächter, 1998). In vielen Fällen werden bildhafte Repräsentationen lediglich oberflächlich verarbeitet, bleiben Möglichkeiten dynamisch-interaktiver Repräsentationen ungenutzt und werden multiple Repräsentationen nicht systematisch zueinander in Beziehung gesetzt.

Wir gehen davon aus, dass es auch in diesen Fällen nur dann gelingen wird, optimale Bedingungen für ein erfolgreiches Lernen zu schaffen, wenn die Forschung zu externen Gestaltungsmaßnahmen um eine Forschung zu mentalen Verarbeitungsstrategien ergänzt wird. Innerhalb einer solchen Forschung wäre zumindest dreierlei zu leisten. Erstens wäre mit Blick auf verschiedene Repräsentationen das Wechselspiel zwischen externen Gestaltungsmaßnahmen und mentalen Verarbeitungsstrategien zu untersuchen, um die Potenziale des Lernens mit neuen Medien systematisch maximieren und die Probleme systematisch minimieren zu können. Zweitens wäre zu beschreiben, welche (Teil-) Verarbeitungsstrategien repräsentationsübergreifend und welche repräsentationsspezifisch zu nutzen sind. Drittens wären Verarbeitungshilfen zu entwickeln, die dazu geeignet sind, die korrespondierenden Verarbeitungsstrategien systematisch anzuregen und damit die gewünschten Lernprozesse zu unterstützen.

In der Vergangenheit wurde Lehrenden und Lernenden oft versprochen, dass sich mit Hilfe der neuen Medien Lernerfolge schnell und ohne Mühe erzielen lassen. Demgegenüber zeichnet sich im Lichte des gegenwärtigen Standes der Forschung ab, dass erfolgreiches Lernen mit neuen Medien nicht nur eine zielgruppenorientierte Gestaltung dieser Medien erfordert, sondern auch die Entwicklung und Vermittlung medienorientierter Lernstrategien. Dynamische und interaktive Repräsentationen sollten von Lernenden auf der Grundlage solcher Strategien nicht mehr nur als unterhaltsam sondern vor allem als informativ erlebt werden können.

## Literatur

- Ainsworth, S., Wood, D. & Bibby, P. (1996). Co-ordinating multiple representations in computer based learning environments. In P. Brna, A. Paiva & J. Self (Eds.), *Proceedings of the European Conference on Artificial Intelligence in Education* (pp. 336-342). Lisbon: Colibri.
- Anglin, G. J., Towers, R. L. & Levie, W. H. (1996). Visual message design and learning: The role of static and dynamic illustrations. In D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research for educational communications and technology* (pp. 755-794). New York, NY: Macmillan.
- Ballstaedt, St.-P. (1994). *Lerntexte und Teilnehmerunterlagen* (2. Aufl.). Weinheim: Beltz Verlag.
- Ballstaedt, St.-P. (1997). *Wissensvermittlung: Die Gestaltung von Lernmaterial*. Weinheim: Beltz Verlag.
- Chen, C. & Rada, R. (1996). Interacting with hypertext: A meta-analysis of experimental studies. *Human-Computer Interaction*, 11, 125-156.
- Cheng, P. C.-H. (1998). Grafische Enkodierung von Gesetzmäßigkeiten durch Diagramme als Verstehenshilfe beim naturwissenschaftlichen Lernen. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 12, 100-111.
- Conklin, J. (1987). Hypertext: An introduction and survey. *IEEE Computer*, 20, 17-41.
- Foltz, P. W. (1996). Comprehension, coherence, and strategies in hypertext and linear text. In J.-F. Rouet, J. J. Levonen, A. Dillon & R. J. Spiro (Eds.), *Hypertext and cognition* (pp. 109-136). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Dee-Lucas, D. (1996). Effects of overview structure on study strategies and text representations for instructional hypertext. In J.-F. Rouet, J. J. Levonen, A. Dillon & R. J. Spiro (Eds.), *Hypertext and cognition* (pp. 73-108). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Dee-Lucas, D. & Larkin, J. H. (1995). Learning from electronic texts: Effects of interactive overviews for information access. *Cognition and Instruction*, 13, 431-468.
- Gerdes, H. (1997). *Lernen mit Text und Hypertext*. Lengerich: Pabst Verlag.
- Hammond, N. (1993). Learning with hypertext: problems, principles and prospects. In C. McKnight, A. Dillon & J. Richardson (Eds.), *Hypertext: A psychological perspective* (pp. 51- 70). New York, NY: Ellis Horwood.
- Jonassen, D. H. (1993). Effects of semantically structured hypertext knowledge bases on user's knowledge structures. In C. McKnight, A. Dillon & J. Richardson (Eds.), *Hypertext: A psychological perspective* (pp. 153-168). New York, NY: Ellis Horwood.
- Jonassen, D. H. & Grabinger, R. S. (1990). Problems and issues in designing hypertext/ hypermedia for learning. In D. H. Jonassen & H. Mandl (Eds.), *Designing hypermedia for learning* (pp. 3-25). Berlin: Springer Verlag.

- Jonassen, D. H. & Wang, S. (1993). Acquiring structural knowledge from semantically structured hypertext. *Journal of Computer-Based Instruction*, 20, 1-8.
- Kintsch, W. & van Dijk, T. A. (1978). Toward a model of text comprehension and reproduction. *Psychological Review*, 85, 363-394.
- Kuhlen, R. (1991). *Hypertext. Ein nicht-lineares Medium zwischen Buch und Wissensbank*. Berlin: Springer Verlag.
- Larkin, J. H. & Simon, H. A. (1987). Why a diagram is (sometimes) worth ten thousand words. *Cognitive Science*, 11, 65-99.
- Lewalter, D. (1997). Kognitive Informationsverarbeitung beim Lernen mit computerpräsentierten statischen und dynamischen Illustrationen. *Unterrichtswissenschaft*, 25, 207-222.
- Lowe, R. K. (1998). Verarbeitungsanforderungen beim Verstehen komplexer animierter Bilder. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 12, 125-134.
- Mayer, R. E. (1994). Visual aids to knowledge construction: Building mental representations from pictures and workds. In W. Schnotz & R. W. Kulhavy (Eds.), *Comprehension of graphics* (pp. 125-138). Amsterdam: Elsevier Science Publishers.
- Mayer, R. E. (1997). Multimedia learning: Are we asking the right questions? *Educational Psychologist*, 32, 1-19.
- Möller, J. & Müller-Kalthoff, T. (2000). Lernen mit Hypertext: Effekte von Navigationshilfen und Vorwissen. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 14, 116-123.
- Park, O.-C. & Hopkins, R. (1993). Instructional conditions for using dynamic visual displays: A review. *Instructional Science*, 21, 427-449.
- Peeck, J. (1993). Increasing picture effects in learning from illustrated text. *Learning and Instruction*, 3, 227-238.
- Rouet, J. F. & Levonen, J. J. (1996). Studying and learning with hypertext: empirical studies and their implications. In J. F. Rouet, J. J. Levonen, A. Dillon & R. J. Spiro (Eds.), *Hypertext and cognition* (pp. 9-24). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Scheiter, K. (1999). *Ablenkung und volitionale Abschirmung beim Lernen und Problemlösen mit Hypertexten* (Unveröffentlichte Diplomarbeit). Göttingen: Psychologisches Institut der Universität Göttingen.
- Schnotz, W. (1997). Wissenserwerb mit Diagrammen und Texten. In L. J. Issing & P. Klimsa (Hrsg.), *Information und Lernen mit Multimedia* (2. Aufl., S. 85-105). Weinheim: Beltz Verlag.
- Schnotz, W. & Bannert, M. (1999). Einflüsse der Visualisierungsform auf die Konstruktion mentaler Modelle beim Text- und Bildverstehen. *Zeitschrift für Experimentelle Psychologie*, 46, 217-236.
- Schnotz, W., Böckheler, J., Grzondziel, H., Gärtner, I. & Wächter, M. (1998). Individuelles und kooperatives Lernen mit interaktiven animierten Bildern. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 12, 135-145.
- Spiro, R. S. & Jengh, J. C. (1990). Cognitive flexibility and hypertext: theory and technology for the nonlinear and multidimensional traversal. In D. Nix & R. Spiro (Eds.), *Cognition, education, and multimedia* (pp. 163-206). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Standton, N. A., Taylor, R. G. & Tweedie, L. A. (1992). Maps as navigational aids in hypertext environments: An empirical evaluation. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 1, 431-444.
- Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and Instruction*, 4, 295-312.

- Sweller, J. & Chandler, P. (1994). Why some material is difficult to learn. *Cognition and Instruction*, 12, 185-233.
- Tergan, O. S. (1997). Hypertext und Hypermedia: Konzeptionen, Lernmöglichkeiten, Lernprobleme. In L. J. Issing & P. Klimsa (Hrsg.), *Information und Lernen mit Multimedia* (2. Aufl., S. 123-138). Weinheim: Beltz Verlag.
- Thomas, E. L. & Robinson, H. A. (1972). *Improving reading in every class: A sourcebook for teachers*. Boston, MA: Allyn & Bacon Publishers.
- van Dijk, T. & Kintsch, W. (1983). *Strategies of discourse comprehension*. New York, NY: Academic Press.
- Whalley, P. (1993). An alternative rhetoric for hypertext. In C. McKnight, A. Dillon & J. Richardson (Eds.), *Hypertext: A psychological perspective* (pp. 7-17). New York, NY: Ellis Horwood.
- Weidenmann, B. (1994). *Lernen mit Bildmedien* (2. Aufl.). Weinheim: Beltz Verlag.
- Weidenmann, B. (1997). Verlangen die neuen Medien ein neues Lernen? In S. Höfling & H. Mandl (Hrsg.), *Lernen für die Zukunft, Lernen in der Zukunft: Wissensmanagement in der Bildung* (S. 88-96). München: Hanns-Seidel-Stiftung.

Anschrift der Autoren:

Rolf Plötzner  
Institut für Wissensmedien  
Konrad-Adenauer-Straße 40, 72072 Tübingen  
Tel.: 0 70 71/97 92 03, Fax: 0 70 71/97 91 00  
E-Mail: r.ploetzner@iwm-kmrc.de

Julia Härder  
Universität Freiburg, Psychologisches Institut  
Niemensstraße 10, 79085 Freiburg  
Tel.: 07 61/2 03 91 64, Fax: 07 61/2 03 24 96  
E-Mail: haerder@psychologie.uni-freiburg.de

## **Liebe AbonnentInnen,**

ab 1. Januar 2002 stellen wir die Bezugspreise dieser Zeitschrift auf Euro um. Gleichzeitig sehen wir uns leider gezwungen, die Bezugspreise zu erhöhen. Ab 2002 kostet das Abonnement € 59,-. Die Versandkosten betragen € 4,20 im Inland und € 10,50 im Ausland.

Wir hoffen auf Ihr Verständnis

Juventa Verlag