

Strategische Verarbeitung beim Lernen mit Text und Hypertext

Strategic Processing in Learning with Text and Hypertext

Tobias Richter¹, Johannes Naumann¹,
Marion Brunner² und Ursula Christmann²

¹Universität zu Köln, ²Universität Heidelberg

Zusammenfassung: Beim Lernen mit Hypertext müssen Lernende ihren Lernweg selbstständig zusammenstellen und auf verschiedene Knoten verteilte Lerninhalte zu einer kohärenten Gegenstandsrepräsentation integrieren. Diese Anforderungen sollten durch den Einsatz kognitiver und metakognitiver Lernstrategien besser bewältigt werden können. In diesem Beitrag werden Ergebnisse aus einer experimentell-korrelativen Untersuchung zur Rolle von Lernstrategien beim Lernen mit linearem Text und Hypertext berichtet. Psychologiestudierenden ($N = 30$) wurden studiumsnahe Lernaufgaben gestellt, die anhand eines Hypertexts oder eines inhaltsgleichen Lineartexts zu bearbeiten waren. Lernerfolgsmaße wurden über eine Inhaltsanalyse von Lernskripten ermittelt. Der Strategieneinsatz während der Textrezeption wurde über Protokolle lauten Denkens erfasst. Zusätzlich wurde das Navigationsverhalten in Logfiles aufgezeichnet. Der Einsatz kognitiver Lernstrategien erwies sich unabhängig von der Textstrukturvariante als lernförderlich. Zudem ließ sich der positive Effekt kognitiver Lernstrategien beim Lernen mit Hypertext partiell auf ein gründlicheres und systematischeres Navigationsverhalten zurückführen. Demnach ist eine aktiv-strategische Verarbeitung für Hyper- und Lineartextrezeption gleichermaßen funktional, wird aber bei der Hypertextrezeption in einer spezifischen Weise umgesetzt.

Schlüsselwörter: Hypertext, Lernen, Lernstrategien, Navigationsverhalten, Textverständnis

Summary: Learning from hypertext requires learners to decide on a selection and order of nodes to be visited and to integrate the contents of different nodes into a coherent situational representation. These demands should be accomplished more easily by adopting cognitive and metacognitive strategies. The present study focuses on the role of such strategies in learning with text and hypertext. Thirty psychology students worked on tasks similar to everyday study activities, with the text materials presented in a hypertext or linear text version. Learning outcomes were determined by a content analysis of learning scripts. The use of learning strategies was detected by think-aloud protocols. In addition, navigation behavior was recorded in log files. Results show that cognitive strategies promoted learning independently of text type. Moreover, the positive effect of cognitive strategies in learning from hypertext was partially mediated by a more thorough and more systematic navigation behavior. Apparently, active and strategic processing is equally efficient for learning from text and hypertext, but it is implemented in a hypertext-specific way.

Keywords: Learning strategies, hypertext, learning, navigation behavior, text comprehension

1 Einleitung

In der Forschung zum Lernen mit neuen Medien gilt es als Konsens, dass ein effektives Lernen mit Hypertext ein hohes Maß an strategischer Verarbeitung und Selbststeuerung von Lernprozessen erfordert (Foltz, 1996). Gleichwohl sind die strategischen Komponenten des Lernens mit Hypertext bislang noch kaum aus der theoretischen Perspektive der Lernstrategieforschung betrachtet worden, die sich in den letzten drei Jahrzehnten als spezifisch pädagogisch-psychologische Ergänzung kognitionspsychologischer Modelle des Lernens herausgebildet hat (Wild, 2000). Unter Lernstrategien lassen sich alle diejenigen kognitiven Prozesse oder Verhaltensweisen zusammenfassen, die Lernende intentional einsetzen, um ein bestimmtes Lernziel zu erreichen. Praktisch alle gängigen Lernstrategiekonzeptionen sind in erster Linie im Hinblick auf das Lernen mit klassischen Lehrmedien – insbesondere linearen Lehrbuchtexten im Printmedium – entwickelt und überprüft worden (für einen Überblick vgl. Wild, 2000). Zumindest die Konstrukte der so genannten kognitionspsychologisch begründeten Ansätze sind aber auf das Lernen mit Hypertext sinnvoll übertragbar (vgl. Flender & Christmann, 2002). Eine Verbindung von Lernstrategie- und Hypertextforschung verspricht eine theoretisch transparente Beschreibung selbstgesteuerter Lernprozesse beim Umgang mit Hypertext, deren Bedeutung zwar häufig hervorgehoben, aber selten präzise expliziert wird. Dieser Beitrag beschäftigt sich mit einer vergleichenden Untersuchung der Rolle kognitiver und metakognitiver Lernstrategien beim Lernen mit Text und Hypertext, wie sie in kognitionspsychologisch begründeten Lernstrategiekonzeptionen systematisiert werden (Pintrich, Smith, Garcia & McKeachie, 1991; Weinstein & Mayer, 1986).

1.1 Zur Rolle kognitiver Lernstrategien beim Lernen mit Hypertext

Kognitive Lernstrategien sind intentional gesteuerte Lernprozesse, die sich unmittelbar auf den Lernstoff beziehen und das Verstehen, Behalten und Abrufen von Lerninhalten fördern sollen. Im Anschluss an Weinstein und Mayer (1986) und Pintrich et al. (1991) kann man innerhalb der kog-

nitiven Lernstrategien zwischen Wiederholungsstrategien, Organisationsstrategien, Elaborationsstrategien und Strategien des kritischen Denkens (vgl. Pintrich et al., 1991) unterscheiden. Aufgrund ihrer besonderen textstrukturellen Merkmale erfordern Hypertexte vor allem den Einsatz von kognitiven Strategien, die sich als Organisationsstrategien und Elaborationsstrategien einordnen lassen. *Organisationsstrategien* dienen der Strukturierung des Lernstoffs und äußern sich z. B. darin, dass Lernende sich einen Überblick über die Inhalte eines Lehrtexts verschaffen, wichtige und unwichtige Inhalte unterscheiden und sich den Textaufbau grafisch veranschaulichen. Beim Lernen mit Hypertext beschränken sich Organisationsstrategien jedoch nicht auf die Strukturierung von Inhalten, sondern erstrecken sich auch darauf, dass sich Lernende einen Überblick über die Hyperlinkstruktur und die zur Verfügung stehenden Navigationsmöglichkeiten verschaffen. Für das Lernen mit Hypertext sollten Organisationsstrategien von entscheidender Bedeutung sein, denn eine zuverlässige Vorstellung über die inhaltliche und technische Struktur eines Hypertexts ist eine wichtige Voraussetzung dafür, sich zielbezogen im Hypertext zu bewegen und relevante Informationen aufzufinden. Der Einsatz von Organisationsstrategien sollte damit direkt zu einer Reduzierung von Orientierungsproblemen führen und indirekt die zusätzliche kognitive Belastung durch Navigationsprozesse reduzieren – zwei Probleme, die seit Beginn der Hypertextforschung als wesentliche potenzielle Nachteile dieser Textform genannt werden (vgl. Conklin, 1987). Unter *Elaborationsstrategien* sind Lernaktivitäten zu fassen, die Lernende zur Verbesserung einer vorwissensgestützten Verarbeitung von Textinformationen einsetzen können. Elaborationsstrategien tragen zur Konstruktion einer integrierten (Sachverhalts-)Repräsentation von Textinformation und Vorwissen bei, fördern also das Textverständnis auf der Repräsentationsebene des Situationsmodells (vgl. van Dijk & Kintsch, 1983). Beispiele für Elaborationsstrategien sind die gezielte Suche nach Vorwissen im Gedächtnis, das Paraphrasieren von Textinhalten, die Generierung inhaltlicher «Brücken» zur Verknüpfung von Teilinhalten oder die Formulierung von Fragen an den Text. Beim Lernen mit Hypertext sollten derartige Strategien den Lernerfolg verbessern, weil ihr Einsatz die Integration von Teilinformationen erleichtern kann, die im Hyper-

text auf verschiedene Knoten verteilt sind. Während ein gut gestalteter linearer Lehrtext Lernenden vielfältige globale Kohärenzhilfen anbietet, welche die Konstruktion eines übergreifenden Situationsmodells erleichtern (z. B. Schnotz, 1994), stehen in Hypertexten derartige Hilfen definitionsgemäß nur in sehr begrenztem Umfang zur Verfügung. Mit Hilfe von Elaborationsstrategien können Lernende Kohärenzlücken aktiv schließen, die durch das Fehlen einer vorgegebenen Rezeptionsreihenfolge und die Aufteilung von Informationen auf einzelne Knoten entstehen können. Eine spezifisch auf das Lernen mit Hypertext zugeschnittene Elaborationsstrategie besteht z. B. darin, dass sich Lernende bei jeder Seite fragen, was die neuen Informationen mit den Inhalten bereits gelesener Seiten zu tun haben.

1.2 Zur Rolle metakognitiver Strategien beim Lernen mit Hypertext

Metakognitive Strategien beziehen sich nicht direkt auf Lerninhalte, sondern auf Lernprozesse selbst und dienen der Optimierung der bewussten Kontrolle des Lerngeschehens. In Anlehnung an den Begriff der metakognitiven Fähigkeiten (metacognitive skills) aus der entwicklungspsychologischen Metakognitionsforschung unterscheidet man zwischen metakognitiven Strategien der Planung, Überwachung und Regulation von Lern- und Verstehensprozessen (Brown, Bransford, Ferrara & Campione, 1983). Die Anwendung von *Planungsstrategien* beginnt bei der Formulierung eines allgemeinen Lernziels und setzt sich in der Übertragung dieses Lernziels in konkrete Unterziele und Lernschritte fort. *Überwachungsstrategien* können während des Lernens dazu eingesetzt werden, die Lernzielverfolgung zu überprüfen und Verstehensschwierigkeiten zu erkennen (comprehension monitoring). *Regulationsstrategien* sind an die Ergebnisse von Überwachungsstrategien gekoppelt. Sie bestehen in Maßnahmen, die Lernende ergreifen können, um Abweichungen vom vorgegebenen Lernziel oder Verstehensschwierigkeiten zu beheben. Da Hypertexte als Lehrmedien ein hohes Maß an Selbststeuerung nicht nur ermöglichen, sondern auch fordern, liegt die Lernförderlichkeit metakognitiver Strategien auf der Hand. Planungsstrategien dürften insbesondere dann relevant sein, wenn offene Lernaufgaben (in

Abgrenzung zu geschlossenen Lernaufgaben) zu bearbeiten sind, wobei es empirische Hinweise darauf gibt, dass gerade offene Lernaufgaben für das Lernen mit Hypertext vorteilhaft sind (Vollmeyer & Burns, 2002). Die Anwendung von Planungsstrategien kann bei offenen Lernaufgaben darin bestehen, dass Lernende selbstständig ein Lernziel und eine entsprechende globale Navigationsstrategie generieren, die während des Lernens in Form von Unterzielen und lokalen Navigationsstrategien konkretisiert werden. Überwachungsstrategien helfen dabei, die Lernzielrelevanz von Informationen einzuschätzen und zwischen effizienten und ineffizienten Navigationspfaden zu unterscheiden. Zudem werden durch metakognitive Überwachung Verstehenslücken mit höherer Wahrscheinlichkeit bewusst, die dann durch entsprechende Regulationsstrategien, wie z. B. das gezielte Aufsuchen von Knoten, die die fehlende Information enthalten, behoben werden können. Die Anwendung aller drei metakognitiven Strategien gemeinsam sollte also zur Vermeidung von Orientierungsproblemen beitragen, die Effizienz des Lernens im Hinblick auf das individuelle Lernziel verbessern und die Konstruktion eines kohärenten Situationsmodells unterstützen.

1.3 Untersuchungen zu kognitiven und metakognitiven Strategien beim Lernen mit Hypertext

Bislang liegen nur wenige Untersuchungen vor, die sich mit der Rolle kognitiver und metakognitiver Lernstrategien beim Lernen mit Hypertext beschäftigen. Theoretisch wird dabei kaum auf die Unterscheidungen aus kognitionspsychologisch begründeten Lernstrategiekonzeptionen zurückgegriffen. Verheij, Stoutjesdijk und Beishuizen (1995) konnten zeigen, dass sich «Tiefenverarbeiter» und «Oberflächenverarbeiter», die anhand eines am Lernstil-Konzept orientierten Fragebogens identifiziert worden waren, hinsichtlich ihres Navigationsverhaltens bei einfachen Suchaufgaben unterschieden. In einer Reihe von Untersuchungen wurde versucht, Lernende allein aufgrund ihres Navigationsverhaltens einem bestimmten Typus von Strategienutzern zuzuordnen (für einen Überblick s. Lawless & Brown, 1997). Dieses Vorgehen ist methodisch problematisch, weil über die Validität von Logfile-Daten als Indikatoren des Strate-

gieneinsatzes bislang praktisch noch nichts bekannt ist. Zwar gibt es Hinweise darauf, dass linear strukturierte Navigationspfade mit einem höheren Lernerfolg assoziiert sind und als Indikatoren eines gründlicheren und systematischeren Navigationsverhaltens in Frage kommen, während eine sprunghafte Navigation und der häufige Gebrauch von Backtracks auf eine mangelnde Orientierung im Hypertext verweisen (McEneaney, 2001; Richter, Naumann & Noller, 2003). Ob und in welchem Ausmaß diese anhand von Logfiles ermittelbaren Navigationsmerkmale mit dem Einsatz von Lernstrategien in Verbindung stehen, ist jedoch eine empirische Frage, die bislang nicht geklärt ist.

Stiller und Mate (2003) untersuchten die Frage, ob eine frei selegierbare Informationsabfolge, wie sie für Hypertexte typisch ist, gegenüber einer vorgegebenen linearen Informationsabfolge den Einsatz von Lernstrategien und den Lernerfolg fördert. In der Tat ergaben sich Hinweise auf einen verstärkten Einsatz bildbezogener Lernstrategien, wenn ein bebildeter Hypertext anstelle eines bebilderten linearen Texts rezipiert wurde. Allerdings wurde der Strategieneinsatz retrospektiv per Fragebogen erfasst, weshalb die Strategiemasse nicht unbedingt den tatsächlichen Strategieneinsatz widerspiegeln. Zudem berichten Stiller und Mate (2003) keine Zusammenhänge von Strategiemassen und Lernleistung. Eine Untersuchung, in der Effekte einer kognitiven Lernstrategie auf Lernerfolgsmasse betrachtet wurde, stammt von Zumbach und Reimann (2002). In diesem Experiment führte das Training einer Selbstbefragungsstrategie, die nach der hier verwendeten Terminologie als Elaborationsstrategie einzuordnen ist, zu tendenziell schlechteren Ergebnissen als die Induktion von Lernzielen durch ein Goal-Based Scenario. Zumbach und Reimann (2002) interpretieren ihre Befunde allerdings nicht als Beleg gegen die Wirksamkeit von Selbstbefragungsstrategien, sondern erklären den schlechteren Lernerfolg der Trainingsgruppe damit, dass die Trainingsteilnehmer/innen die vermittelten Strategien nicht anwendeten.

Die Annahme einer lernförderlichen Wirksamkeit metakognitiver Strategien beim Lernen mit Hypertext wird bislang einzig durch ein Trainingsexperiment von Bannert (2003b) gestützt. In diesem Experiment hatte ein Training metakognitiver Strategien im Vergleich zu einer Kontrollgruppe nicht nur verstärkte metakognitive Aktivi-

täten während des Lernens zur Folge, sondern auch verbesserte Leistungen in einem Test mit Transferaufgaben. Zudem zeigten sich Zusammenhänge von metakognitiven Aktivitäten, die über Analysen von Videoprotokollen lauten Denkens ermittelt wurden, mit den Leistungen bei den Transferaufgaben und einem Test zu Faktenwissen.

Von Ausnahmen abgesehen liefern die wenigen vorliegenden Untersuchungen zur Rolle kognitiver und metakognitiver Lernstrategien beim Lernen mit Hypertext also bestenfalls indirekte Hinweise auf die Lernwirksamkeit dieser Strategien, weil Beziehungen zwischen Lernstrategieeinsatz und Lernerfolg in der Regel gar nicht betrachtet werden. Die Aussagekraft der meisten Untersuchungen zu kognitiven Strategien leidet zudem darunter, dass zur Erfassung des Strategieneinsatzes Methoden mit zweifelhafter Validität verwendet werden: Logfile-Analysen sind für sich betrachtet zu unspezifisch und noch zu wenig erprobt, um daraus zuverlässige Rückschlüsse auf den Einsatz von Lernstrategien ziehen zu können (vgl. Flender & Naumann, 2002), während retrospektive Selbsteinschätzungen potenziellen Erinnerungsfehlern und anderen Verzerrungen ausgesetzt sind (vgl. Ericsson & Simon, 1993). Demnach besteht nach wie vor ein erheblicher Bedarf an Untersuchungen, die sich in theoretisch und methodisch stringenter Weise mit der Rolle von Lernstrategien beim Lernen mit Hypertext auseinandersetzen. Die Methode des lauten Denkens verspricht in diesem Zusammenhang eine vergleichsweise valide Erfassung des Lernstrategieeinsatzes.

1.4 Lautes Denken als Methode zur Erfassung des Lernstrategieeinsatzes

Die von Ericsson und Simon (1993) zunächst zur Erforschung von Problemlöseprozessen entwickelte Methode des lauten Denkens besteht im Kern darin, dass die Probanden gebeten werden, alles laut zu äußern, was sie während der Aufgabenbearbeitung denken. Die so entstehenden Protokolle lauten Denkens werden dann inhaltsanalytisch ausgewertet. Zur Erfassung des Lernstrategieeinsatzes bietet die Methode des lauten Denkens eine Reihe von Vorteilen. Gegenüber Fragebogenverfahren zeichnet sich die Methode

dadurch aus, dass sie «online», d. h. während des Lernens eingesetzt werden kann, wodurch potenzielle Erinnerungsfehler ausgeschaltet werden. Zudem wird von den Probanden/innen nicht verlangt, ihre Lernaktivitäten anhand von vorgegebenen Antwortkategorien zu beschreiben, die aus Sicht der Befragten möglicherweise gar nicht passend oder relevant sind. Anders als Logfile-Daten liefert die Methode des lauten Denkens inhaltlich spezifische Daten, anhand derer mit einer vergleichsweise hohen Augenscheinvalidität auf den Einsatz bestimmter kognitiver Strategien geschlossen werden kann (Rouet & Passerault, 1999). Die von einigen Autoren vorgebrachten Einwände gegen die Validität und Non-Reaktivität der Methode des lauten Denkens (vgl. Nisbett & Wilson, 1977) lassen sich entschärfen, wenn es bei der Anwendung der Methode gelingt, die Untersuchungssituation nicht als Kommunikationssituation zu gestalten sowie Interpretationen und Erklärungen seitens der Probanden zu minimieren (Crutcher, 1994). Zudem sollte der Anwendungsbereich auf Prozesse beschränkt werden, die sich aus den Inhalten des Arbeitsgedächtnisses rekonstruieren lassen (vgl. Ericsson & Simon, 1993). Als Maßnahmen, die Lernende intentional zur Verbesserung ihres Lernens einsetzen, erfüllen Lernstrategien dieses Kriterium par excellence (vgl. Richter, 2003, Kap. 2.3). Inzwischen ist das laute Denken in zahlreichen Untersuchungen zur Erfassung strategischer Aktivitäten beim Lernen aus Texten eingesetzt worden (vgl. Pressley & Afflerbach, 1995). Auch beim Lernen mit Hypertext scheint die Methode valide Indikatoren des Strategieneinsatzes zu liefern, die Fragebogenmaßen überlegen sind (vgl. Bannert, 2003a, b).

2 Fragestellung und Hypothesen

In der vorliegenden Untersuchung sollte die Rolle kognitiver und metakognitiver Lernstrategien beim Lernen mit Text und Hypertext untersucht werden. Praktisch alle Konzeptionen kognitiver und metakognitiver Lernstrategien sind im Hinblick auf das Lernen mit linearem Text entwickelt und überprüft worden (vgl. Wild, 2000). Ob diesen Lernstrategien beim Lernen mit Hypertext eine ähnliche oder sogar eine größere Relevanz als

beim Lernen mit linearem Text zukommt, ist eine Frage, die sich nur empirisch und über eine vergleichende Untersuchung beantworten lässt.

Der erste Schwerpunkt der Untersuchung lag auf der Vorhersage des Lernerfolgs durch den tatsächlichen Strategieneinsatz. Aus der Diskussion bisheriger Studien und der Literatur zu selbstreguliertem Lernen lassen sich bestimmte methodische Desiderata ableiten. So sollten Lernerfolgsmaße anhand der Bewältigung von komplexen, naturalistischen Lernaufgaben ermittelt werden. Obwohl es sich um eine experimentell-korrelative Laboruntersuchung handelte, war die Untersuchungssituation alltäglichen Lernsituationen sehr stark angenähert. Das Textmaterial behandelte ein Thema mit hoher Relevanz für die studentischen Teilnehmer/innen. Mit diesen Charakteristika sollten die motivationalen Voraussetzungen dafür geschaffen werden, dass überhaupt eine strategische Verarbeitung in nennenswertem Umfang stattfinden kann. Zur Erhebung des Strategieneinsatzes wurde auf die Methode des lauten Denkens zurückgegriffen.

Im zweiten Untersuchungsschwerpunkt wurden Annahmen zu zwei sequenziellen Merkmalen des Navigationsverhaltens überprüft, die als potenzielle Mediatoren für die Wirkung von Lernstrategien auf den Lernerfolg in Frage kommen. Dabei handelt es sich um die Nutzung linearer Sequenzen und Backtrack-Sequenzen, wie sie sich in individuellen Logfiles von Lernenden niederschlägt. Im Folgenden werden die Hypothesen zum ersten und zweiten Untersuchungsschwerpunkt nacheinander dargestellt und erläutert.

Einer der wichtigsten lernerseitigen Faktoren für das Textverständnis auf Situationsmodellebene ist das inhaltliche Vorwissen (z. B. McNamara & Kintsch, 1996), das sich auch beim Lernen mit Hypertext immer wieder als starker Prädiktor erwiesen hat (z. B. McDonald & Stevenson, 1998). Bei Bannert (2003b) war das inhaltliche Vorwissen zudem mit dem Einsatz metakognitiver Strategien deutlich korreliert. Daraus folgt, dass das inhaltliche Vorwissen für eine aussagekräftige Überprüfung von Annahmen zu Effekten kognitiver und metakognitiver Lernstrategien auf den Lernerfolg zu kontrollieren ist. Für den Effekt des inhaltlichen Vorwissens wurde folgende Haupteffekt-Hypothese formuliert:

Hypothese 1. Je umfangreicher das individuell verfügbare inhaltliche Vorwissen ist, umso höher

ist der Lernerfolg beim Lernen mit Text und Hypertext, und zwar sowohl in quantitativer als auch in qualitativer Hinsicht.

Es ist denkbar, dass Lernende mit höherem Vorwissen stärker von Hypertexten profitieren als Lernende mit niedrigem Vorwissen, weil sie sich besser im Hypertext orientieren und die Inhalte verschiedener Knoten leichter integrieren können (z. B. Carmel, Crawford & Chen, 1992; Gerdes, 1997). Auf der anderen Seite gibt es aber auch Befunde, die darauf hindeuten, dass Lernende mit niedrigem Vorwissen von gut strukturierten Hypertexten bzw. Hypertexten mit klaren Navigationshilfen profitieren (McDonald & Stevenson, 1998; Möller & Müller-Kalthoff, 2000). Als Erkundungsfrage wurde daher überprüft, ob zusätzlich zu dem nach Hypothese 1 erwarteten Haupteffekt eine ordinale Interaktion von inhaltlichem Vorwissen und Textstruktur vorliegt, die entweder auf einen größeren positiven Effekt des Vorwissens beim Lernen mit Hypertext oder umgekehrt auf einen größeren positiven Effekt des Vorwissens beim Lernen mit linearem Text zurückgeht.

Für kognitive und metakognitive Lernstrategien, wie sie in kognitionspsychologisch begründeten Lernstrategiekonzeptionen beschrieben werden, wurde angenommen, dass sie sowohl für das Lernen mit Text als auch Hypertext lernförderlich sind, und zwar über den angenommenen positiven Effekt des inhaltlichen Vorwissens hinaus. Daraus ergibt sich zunächst folgende Haupteffekt-Hypothese:

Hypothese 2. Je intensiver kognitive Lernstrategien (Hypothese 2a) und metakognitive Lernstrategien (Hypothese 2b) während des Lernens eingesetzt werden, umso höher ist der Lernerfolg beim Lernen mit Text und Hypertext, und zwar sowohl in quantitativer als auch in qualitativer Hinsicht. Die positiven (Haupt-)Effekte des Einsatzes kognitiver und metakognitiver Strategien sollten einen Erklärungszugewinn gegenüber dem inhaltlichen Vorwissen erbringen, sich also unter Kontrolle des inhaltlichen Vorwissens nachweisen lassen.

Wenn Hypertexte Selbstregulation und strategische Verarbeitung in höherem Maße erforderlich machen als lineare Texte (Foltz, 1996), dann sollten die in Hypothese 2 angenommenen positiven Effekte des Einsatz kognitiver und metakognitiver Strategien beim Lernen mit Hypertext stärker sein

als beim Lernen mit linearem Text. Diese Annahme, die einer ordinalen Interaktion von Textstruktur und Strategieneinsatz entspricht, wurde in Form einer Erkundungsfrage überprüft.

Bei den folgenden Annahmen handelt es sich um Teilerklärungen für den Wirkmechanismus kognitiver und metakognitiver Strategien. Eine Überprüfung dieser Hypothesen ist damit nur dann sinnvoll, wenn Hypothesen 2a und 2b gestützt werden können. Als potenzielle Mediatoren für die Wirkung des Strategieneinsatzes beim Lernen mit Hypertext wurden lineare Sequenzen und Backtrack-Sequenzen im Navigationsverhalten von Lernenden angenommen.

Lineare Sequenzen sind definiert als Abfolgen von zwei oder mehr aufeinander folgenden Seiten in einem Logfile. Sie können demnach nur dann auftreten, wenn ein Hypertext ein in Teilen lineares Vorgehen erlaubt (z. B. die Seitenfolge A-B-C). Dies ist bei den meisten Hypertexten in nicht unerheblichem Maße der Fall, etwa immer dann, wenn Knoten über mehrere Seiten verteilt sind oder am Ende eines Knotens andere Knoten zur weiterführenden Lektüre genannt werden. Wenn der Navigationspfad von Lernenden einen hohen Anteil solcher linearer Sequenzen aufweist, deutet dies auf eine gründlichere Beschäftigung mit komplexen Lerninhalten, auf einen kohärenteren Lernweg und auf eine bessere Orientierung im Hypertext hin. Lineare Sequenzen kommen im individuellen Navigationspfad häufiger vor, wenn extensive Suchprozesse und unsystematisches Surfen vermieden werden (können). Lernende, die das Angebot linearer Pfade ignorieren, können die Inhalte komplexerer Knoten dagegen nicht angemessen verstehen, verfolgen einen insgesamt weniger kohärenten Lernweg und verfügen über eine schlechtere Orientierung im Hypertext. In einer vorangegangenen Untersuchung hat sich gezeigt, dass sich anhand der Anzahl linearer Sequenzen in den individuellen Logfiles der Lernerfolg vorhersagen lässt, und zwar auch dann, wenn man die Gesamtzahl besuchter Seiten auspartialisiert (Richter et al., 2003). Wir nehmen an, dass genau diejenigen Merkmale des Lernprozesses, die durch lineare Sequenzen indiziert werden sollen, durch den Einsatz kognitiver und metakognitiver Strategien unterstützt werden. Die beschriebene Indikatorfunktion von linearen Sequenzen sollte allerdings nur für das Lernen mit Hypertext gelten, nicht aber für das Lernen mit

linearem Text, bei dem ein lineares Vorgehen sehr weitgehend vorgegeben ist. Aus diesen Annahmen ergibt sich die folgende Interaktionshypothese:

Hypothese 3. Je intensiver Lernende beim Lernen mit Hypertext kognitive Lernstrategien (Hypothese 3a) und metakognitive Lernstrategien (Hypothese 3b) einsetzen, umso mehr nutzen sie bei ihrer Navigation lineare Sequenzen. Beim Lernen mit linearem Text sollte kein derartiger Zusammenhang auftreten.

Im Unterschied zu linearen Sequenzen indiziert ein hoher Anteil von Backtracks in einem individuellen Logfile Orientierungsprobleme und zielloses Navigieren. Backtracks sind definiert als Sequenzen, die von einem Ausgangsknoten zu einem anderen Knoten und wieder zurückführen, bei mehr als dreischrittigen Backtracks über dieselben Seiten in umgekehrter Reihenfolge (ein Beispiel für eine fünfschrittige Backtrack-Sequenz: A-C-G-C-A). Backtracks können Bestandteil eines sinnvollen Explorationsverhaltens sein. Wenn sie gehäuft auftreten, sind sie jedoch ein Anzeichen für eine Navigation nach dem Versuch-und-Irrtum-Prinzip, die keiner übergreifenden Navigationsstrategie folgt und bei der die Navigationshilfen eines Hypertexts nur unzureichend genutzt werden. Entsprechend haben sich in einer vorangegangenen Untersuchung negative Zusammenhänge zwischen der Anzahl von Backtracks und dem Lernerfolg ergeben (Richter et al., 2003). Die Eigenschaften des Lernprozesses, die von Backtracks indiziert werden, gehören zu denjenigen negativen Eigenschaften, die angemessenermaßen durch den Einsatz kognitiver und metakognitiver Strategien abgeschwächt werden. Auch hier gilt jedoch, dass die beschriebene Indikatorfunktion auf das Lernen mit Hypertext beschränkt ist, denn beim Lernen mit Lineartext sollten keine der beschriebenen Orientierungs- und Navigationsprobleme auftreten. Hier könnten Backtracks im Gegenteil auf ein erneutes Durchgehen wichtiger oder schwieriger Inhalte verweisen, was im Allgemeinen als lernförderliches, strategisches Vorgehen angesehen werden kann (Goldman & Saul, 1990). Aus diesen Annahmen ergibt sich die folgende Interaktionshypothese:

Hypothese 4. Je intensiver Lernende beim Lernen

mit Hypertext kognitive Lernstrategien (Hypothese 4a) und metakognitive Lernstrategien (Hypothese 4b) einsetzen, umso weniger nutzen sie bei ihrer Navigation Backtrack-Sequenzen. Beim Lernen mit linearem Text wird dagegen kein oder sogar ein positiver Zusammenhang von Strategieneinsatz und Backtracks erwartet.

Wenn die Nutzung von linearen Sequenzen und Backtracks eine Teilerklärung für die Wirksamkeit von kognitiven und metakognitiven Strategien beim Lernen mit Hypertext darstellt, sollte sich anhand der beiden Navigationskennwerte auch der Lernerfolg vorhersagen lassen. Auch bei diesem Erklärungsschritt ist aus den genannten Gründen aber von differenziellen Zusammenhängen beim Lernen mit Hypertext und mit linearem Text auszugehen. Daraus ergeben sich die folgenden beiden Interaktionshypothesen:

Hypothese 5. Je intensiver Lernende beim Lernen mit Hypertext lineare Sequenzen nutzen, umso höher ist ihr Lernerfolg, und zwar sowohl in quantitativer als auch in qualitativer Hinsicht. Beim Lernen mit linearem Text sollten dagegen keine derartigen Zusammenhänge auftreten.

Hypothese 6. Je intensiver Lernende beim Lernen mit Hypertext Backtracks nutzen, umso niedriger ist ihr Lernerfolg, und zwar sowohl in quantitativer als auch in qualitativer Hinsicht. Beim Lernen mit linearem Text sollten dagegen keine oder sogar positive Zusammenhänge der Nutzung von Backtracks und Lernerfolg auftreten.

In den Hypothesen 2, 3 und 4 wird nicht zwischen einzelnen Typen kognitiver und metakognitiver Strategien unterschieden, da die Ableitung von Vorhersagen für einzelne Strategietypen vor dem Hintergrund des momentanen Stands der Forschung und Theoriebildung kaum sinnvoll erscheint. Gleichwohl wurden die Häufigkeiten einzelner Strategietypen beim Lernen mit Text und Hypertext ermittelt. Diese explorativen Analysen sollten erste Hinweise auf die relative Wichtigkeit bestimmter kognitiver und metakognitiver Strategien geben, wobei auch die Frage beantwortet werden sollte, ob sich Art und Zusammensetzung der angewandten Strategien zwischen dem Lernen mit linearem Text und dem Lernen mit Hypertext unterscheiden.

3 Methode

3.1 Stichprobe

An der Untersuchung nahmen 30 Studierende (24 Frauen, 6 Männer) im Grundstudium der Psychologie (Hauptfach) der Universitäten Heidelberg und Köln gegen die Bescheinigung von Versuchspersonen-Stunden und ein geringes Entgelt teil. Die Probanden/innen (Pbn) waren im Mittel 24.7 Jahre alt ($SD = 6.1$).

3.2 Textmaterial

Als Textmaterial wurden ein umfangreicher Lehr-Hypertext (230 Bildschirmseiten, 190 Glossareinträge und 57 Einträge im Literaturverzeichnis) und ein inhaltsgleicher linearer Lehrtext zum Inhaltsgebiet «Visuelle Wahrnehmung» verwendet, die beide computergestützt am Bildschirm dargeboten wurden. Das Inhaltsgebiet «Visuelle Wahrnehmung» ist fester Bestandteil der Diplom-Vorprüfung in Allgemeiner Psychologie. Damit war für alle Pbn eine hohe (Studiums-)Relevanz des Textthemas gegeben. In der Hypertextversion waren neun Teilgebiete des Inhaltsgebiets (Wahrnehmung von Form, Farbe, Raum etc.) in Form mehrerer autonomer Textmodule realisiert, die durch 504 in den Text eingebettete Verknüpfungen inhaltlich aufeinander bezogen waren. Zusätzliche Navigationsmöglichkeiten waren über nicht-lineare Navigationshilfen (z. B. dynamisches Inhaltsverzeichnis, Übersichtskarten für jedes Teilgebiet, grafischer Browser) und lineare Navigationshilfen (Backtrack-Funktion und History-List) gegeben. Damit hatte der verwendete Hypertext eine hierarchische Struktur, die jedoch durch eine Vielzahl heterarchischer Hyperlinks (cross-reference links) aufgebrochen war. Ein linearer Durchgang durch den gesamten Hypertext wurde nicht unterstützt. Allerdings waren die Inhalte einzelner Knoten über mehrere aufeinander folgende Seiten verteilt, die linear rezipiert werden konnten (aber nicht mussten). Am Ende jedes Knotens wurde den Lernenden eine Übersicht über verwandte Knoten angeboten. Mit diesen Strukturmerkmalen sollte ein prototypischer, gut gestalteter Lehr-Hypertext realisiert werden, was nach den Ergebnissen einer Expertenbefragung auch gelungen ist (vgl. Flender & Christmann, 2000). Im Gegensatz zur Hypertextversion waren in der linearen Textversion keine Hyperlinks enthalten. Die neun Teilthemen waren in Form aufeinander folgender Kapitel angeordnet, wobei sich die Reihenfolge der Kapitel wie auch der einzelnen Unterabschnitte an gängigen Lehrbuchdarstellungen (Kebeck, 1997; Rock, 1998) orientierte. Die Navigationsmöglichkeiten in der linearen Textversion waren weitgehend auf das «Vor- und Zurückblättern» um eine Bildschirmseite beschränkt. Darüber hinaus war jede Seite lediglich mit dem Inhaltsver-

zeichnis verlinkt, von dem aus die einzelnen Kapitel und Unterkapitel des Texts angesteuert werden konnten.

3.3 Durchführung

Die Untersuchung wurde in Einzelsitzungen von jeweils fünf Stunden Dauer durchgeführt. Der erste Untersuchungsteil diente der Erhebung des inhaltlichen Vorwissens und verschiedener Kontrollvariablen (s. Erfassung von Kontrollvariablen). Nach einer 15-minütigen Pause begann dann der zweite, experimentelle Untersuchungsteil. In einer 15-minütigen Übungsphase beschäftigten sich die Pbn zunächst mit einem psychologischen Lehr-Hypertext bzw. einem inhaltsgleichen linearen Lehrtext zum Thema «Alter». Dieser Übungstext hatte einen geringeren Umfang als das experimentelle Textmaterial, war ansonsten aber strikt analog strukturiert und gestaltet. Damit hatten die Pbn die Möglichkeit, sich schon vor den eigentlichen experimentellen Durchgängen mit den Strukturprinzipien und der Funktionalität des jeweiligen Lehrmediums vertraut zu machen. Zugleich sollten die Pbn bereits während der Beschäftigung mit dem Übungstext laut denken, um auch mit dieser ungewohnten Aufgabe vertraut zu werden. Im Sinne der Empfehlungen von Ericsson und Simon (1993) wurden die Pbn instruiert, möglichst alles laut auszusprechen, was sie denken, kontinuierlich zu sprechen, dabei Planungen und Erklärungen zu vermeiden und die Sprechsituation nicht als soziale Gesprächssituation aufzufassen. Bei Sprechpausen, die länger als eine Minute dauerten, wurden die Pbn aufgefordert, weiter zu sprechen.

Die im Anschluss an die Übungsphase durchgeführten drei experimentellen Durchgänge bestanden aus je einer halbstündigen Textrezeptions- und Textproduktionsphase, in denen die Pbn jeweils eine Lernaufgabe zu bearbeiten hatten. Die Lernaktivitäten und das laute Denken der Pbn in den Rezeptionsphasen wurden auf Video aufgezeichnet. Die Lernaufgaben waren im Sinne einer Maximierung der ökologischen Validität in das Szenario der Vorbereitung auf die mündliche Vordiplomprüfung in Allgemeiner Psychologie eingebettet. Die Pbn sollten sich vorstellen, dass die Prüfer/innen bestimmte Anforderungen stellen, die in den vorgegebenen Lernaufgaben zusammengefasst waren. Die Pbn sollten nun den Hypertext bzw. den linearen Text im Hinblick auf die Aufgabenstellung bearbeiten und im Anschluss mit einem Textverarbeitungsprogramm am Computer ein Lernskript verfassen, wie es in einer studentischen Lerngruppe zur Prüfungsvorbereitung eingesetzt werden könnte. Im Einzelnen waren (1) eine Aufgabe zu bearbeiten, in der ein Teilbereich der visuellen Wahrnehmung von Grund auf erarbeitet und möglichst strukturiert und folgerichtig dargestellt werden sollte (Strukturierungsaufgabe, z. B. «Stellen Sie die wichtigsten wahrnehmungspsychologischen Experimente zur Farbwahrnehmung möglichst

strukturiert dar»), (2) eine Aufgabe, in der aus zwei Teilbereichen der visuellen Wahrnehmung Informationen ausgewählt und integriert werden sollten (Integrationsaufgabe, z. B. «Verbinden Sie Beschreibungen und Erklärungen relevanter Konstanzphänomene mit entsprechenden Experimenten zur Raumwahrnehmung»), und (3) eine Aufgabe, in der die beiden Anforderungen aus den beiden anderen Aufgaben anhand zweier weiterer Inhaltsbereiche simultan zu bewältigen waren (Kombinationsaufgabe). Die Kombinationsaufgabe wurde immer als letztes gestellt, während die Reihenfolgen von Strukturierungs- und Integrationsaufgabe ausbalanciert wurden. Auch die Kombinationen von Aufgabeninhalten und Aufgabentyp wurden über ein lateinisches Quadrat ausbalanciert.

3.4 Erfassung lernerseitiger Prädiktorvariablen

Vorwissen. Das inhaltliche Vorwissen wurde über einen Wissenstest mit 12 Multiple-Choice-Items erhoben, mit denen die richtige Bedeutung zentraler Begriffe der Wahrnehmungspsychologie (z. B. «Wahrnehmungstäuschung», «Tiefensehen») erfragt wurde. In einer unabhängigen Stichprobe von 85 Psychologiestudierenden erreichte der Test eine interne Konsistenz (Cronbachs α) von .69 bei einer mittleren Itemschwierigkeit von .25.

Einsatz kognitiver und metakognitiver Strategien. Der Einsatz kognitiver und metakognitiver Strategien wurde über eine inhaltsanalytische Auswertung der vollständig transkribierten Protokolle lauten Denkens erfasst. Die Protokolle wurden auf der Basis von Unterbrechungen im Äußerungsfluss sowie inhaltlicher Gesichtspunkte in insgesamt 11950 Aussageeinheiten (Idea Units) segmentiert ($M = 398$, $SD = 286$), die die Analyseeinheiten für die inhaltsanalytische Auswertung bildeten. Die inhaltsanalytische Kodierung erfolgte auf der Grundlage eines hierarchisch angelegten Kategoriensystems mit den Oberkategorien *Kognitive Strategien* und *Metakognitive Strategien*. Innerhalb der kognitiven Strategien wurde zwischen *Elaborationsstrategien*, *Organisationsstrategien* und *Strategien kritischen Denkens* differenziert (vgl. z. B. Pintrich et al., 1991). Als Indikatoren auf den Einsatz einer Elaborationsstrategie wurden alle Äußerungen gewertet, mit denen ausdrücklich auf eigenes Vorwissen Bezug genommen, ein Sachverhalt mit eigenen Beispielen oder Metaphern veranschaulicht oder eine wissensgestützte Inferenz, Frage oder Erwartung formuliert wurde (z. B. «fragt sich, wieso Blau so weit verschoben ist»; «okay, also positives Ergebnis»). Als Indikatoren für Organisationsstrategien wurden solche Äußerungen gewertet, die eine aktive Rekonstruktion der Struktur oder Gliederung des Lernstoffs bzw. der Linkstruktur des Texts beinhalten (z. B. «Experiment von Palmer – das müsste jetzt ja gleich kommen»; «<Raum> ist hier unten»). Als Indikator

für Strategien kritischen Denkens galten solche Äußerungen, in denen die zu lernenden Inhalte und Argumente anhand eigener Überzeugungen bewertet oder im Hinblick auf ihre Plausibilität eingeschätzt wurden (epistemologische Einschätzungen, vgl. Richter, 2003; z. B. «oh, ich war der Ansicht, dass man mit einem Auge sehr schlecht räumlich wahrnehmen kann»; «rot, grün, blau? Ich dachte, rot, gelb, blau!»). Innerhalb der metakognitiven Strategien wurde zwischen *Planungs-*, *Überwachungs-* und *Regulationsstrategien* unterschieden (vgl. z. B. Pintrich et al., 1991). Als Indikatoren für Planungsstrategien wurden solche Äußerungen gewertet, in denen thematisiert wurde, welche Lerninhalte in welcher Reihenfolge, in welcher Gründlichkeit oder auf welche Weise rezipiert werden sollten (z. B. «ich schau' jetzt erstmal die relevanten Worte und Begriffe nach»; «ich brauch' jetzt noch einen richtigen guten Versuch»). Als Indikatoren für Überwachungsstrategien dienten Äußerungen, in denen Verständnisprobleme festgestellt oder die Schwierigkeit bzw. Aufgabenrelevanz von Lerninhalten eingeschätzt wurden (z. B. «was ist denn bitte <Tachistoskops>? Keine Ahnung»; «das ist eine nützliche Information»). Als Indikatoren für Regulationsstrategien galten Äußerungen, die auf eine gezielte Veränderung und Anpassung des Lernvorgangs in der Folge metakognitiver Überwachungsprozesse hindeuteten (z. B. «ich glaub', das mit den Konturen muss ich noch mal genauer machen»; «ach so, da sollte ich mir erst mal die Konstanzphänomene anschauen»).

Als weitere Kategorien wurden Äußerungen über Navigationsentscheidungen (ohne erkennbaren Bezug zu einer Lernstrategie), metakommunikative Kommentare, affektive und emotionsregulative Äußerungen, Lesephasen und Fragen an die Versuchsleiter berücksichtigt. Die Interrater-Reliabilität (Fleiss κ) für die Unterscheidung von kognitiven Strategien, metakognitiven Strategien und den übrigen Kategorien betrug .58 (ermittelt für fünf Kodierer anhand von zwei Protokollen mit insgesamt 683 Analyseeinheiten). Die Häufigkeiten der Einzelstrategien wurden zu je einem Gesamtwert für kognitive bzw. metakognitive Strategien aggregiert. Als Prädiktoren wurden Residualwerte aus Einfachregressionen der Summenwerte für kognitive bzw. metakognitive Strategien auf die Gesamtzahl von Äußerungen pro Protokoll verwendet, d. h. die Anzahl strategieindikativer Äußerungen bereinigt um interindividuelle Unterschiede in der allgemeinen Eloquenz.

3.5 Erfassung von Lernerfolgsmaßen

Der Lernerfolg wurde über eine inhaltsanalytische Auswertung der Lernskripte ermittelt, die von den Pbn gemäß der Aufgabenstellungen im Anschluss an die Rezeptionsphasen zu erstellen waren. Berichtet werden Ergebnisse zu zwei komplementären Maßen für den qualitativen Lernerfolg, Verarbeitungsgüte und Elaborationsgrad, und zu ei-

nem Maß für quantitativen Lernerfolg, d. h. den Umfang des erworbenen Wissens. Die *Verarbeitungsgüte* wurde über vierstufige Ratings von komplementären Kriterien der Verarbeitungsgüte ermittelt, die sich aus der SOLO-Taxonomie von Biggs und Collis (1982) ableiten lassen (SOLO: Structure of the Observed Learning Outcome). Im Einzelnen handelt es sich um (1) die Berücksichtigung zentraler Aspekte, (2) die Unterscheidung von Wichtigem und Unwichtigem, (3) die inhaltliche Korrektheit, (4) die Nennung mehrerer vs. einzelner Gesichtspunkte und (5) die Verfolgung einer übergreifenden Perspektive. Die inhaltsanalytischen Ratings für die einzelnen Kriterien wurden zu einer Skala aggregiert. Die Ermittlung von Interrater-Übereinstimmungen für die inhaltsanalytische Ermittlung von Lernerfolgskriterien erfolgte anhand von Textprodukten aus einer separaten Untersuchung mit ähnlichen Aufgabenstellungen. Die Grundlage für die Ermittlung der Interrater-Übereinstimmung für das Lernerfolgskriterium Verarbeitungsgüte bildeten fünf Texte mit insgesamt 150 Ratings von fünf Ratern, für die paarweise Reliabilitätskoeffizienten bestimmt wurden. Für die Einzelratings wurde im Mittel ein Prozentsatz von 75 % übereinstimmender Ratings erzielt, die interne Konsistenz (Cronbachs α) der Gesamtskala lag auf der Personenebene bei .95. Zur Gewinnung des Kriteriums *Elaborationsgrad* wurden die von den Pbn erstellten Lernskripte zunächst in Idea Units segmentiert, d. h. in Aussageeinheiten von der Komplexität einfacher Hauptsätze. Im Mittel enthielten die Gesamttex-te zu allen drei Aufgaben 132.4 Idea Units ($SD = 38.4$). Auf inhaltsanalytischem Weg wurden diejenigen (inhaltlich korrekten) Idea Units identifiziert, deren Inhalt über die im Text genannten Informationen hinausging (Inferenzen, Problematisierungen, Metabemerkungen und explizite Verweise auf eigenes Vorwissen). Weiterhin wurden diejenigen Idea Units ermittelt, die die rhetorisch-argumentative Stellung von Teilinformationen im Gesamtzusammenhang anzeigen (rhetorische Explikationen, Signaling, thematische Sätze und Zielangaben, vgl. Meyer, 1975; Schnotz, 1994). Diese beiden Typen von Idea Units spiegeln eigenständige Integrations- und Strukturierungsleistungen der Pbn wider und sind damit als Indikatoren für Verstehensleistungen auf Situationsmodell-ebene anzusehen (vgl. McNamara & Kintsch, 1996). Für die Kodierung beider Kategorien ergab sich in der Erprobungsstichprobe eine mittlere Interrater-Reliabilität (Cohens κ) von .86 (bestimmt als Median paarweiser Kappa-Koeffizienten für fünf Kodierer und fünf Texte mit insgesamt 860 Idea Units). Zur Bildung der Kriteriumsvariable *Elaborationsgrad* wurden die Häufigkeiten beider Kategorien ausgezählt, aufsummiert und die summierten Häufigkeiten einer logarithmischen Transformation (natürlicher Logarithmus) unterzogen, um die Verteilung zu symmetrisieren und den Einfluss von Ausreißern im oberen Bereich abzumildern (vgl. z. B. Berry, 1988). Die Kriteriumsvariable *Wissensumfang* als quantitatives Lernerfolgsmaß war über die Häufigkeit (sachlich korrekter) inhaltsbezo-

gener Idea Units operationalisiert, die gleichfalls logarithmisch transformiert wurden. Für die Unterscheidung von inhaltsbezogenen und nicht-inhaltsbezogenen Idea Units (z. B. Kommentare zur Untersuchungssituation, Selbstkommentare etc.) betrug die mittlere Interrater-Reliabilität .68 (bestimmt als Median paarweiser κ -Koeffizienten für fünf Texte und fünf Rater).

3.6 Erfassung von Navigationskennwerten über Logfile-Daten

Die Abfolgen der im Hypertext bzw. im linearen Text besuchten Seiten wurden in Form individueller Logfiles aufgezeichnet, aus denen mit Hilfe des Logfile-Analyseprogramms LOGPAT (Richter et al., 2003) für jede/n Pbn die Anzahl zweischrittiger linearer Sequenzen und die Anzahl dreischrittiger Backtracks ermittelt wurde. Mit zweischrittigen linearen Sequenzen und dreischrittigen Backtracks wurde in beiden Fällen der einfachste und damit häufigste Subtyp der jeweiligen Kategorie gewählt. In unsere Analysen gingen beide Navigationskennwerte in Form von (standardisierten) Residualwerten aus Einfachregressionen auf die Gesamtzahl besuchter Seiten ein.

3.7 Erfassung von Kontrollvariablen

Lesefähigkeiten, Computer Literacy und computerbezogene Einstellungen sind drei Gruppen lernerseitiger Merkmale, die für das Lernen mit dem Computer generell relevant sind. Um die Vergleichbarkeit der experimentellen Gruppen hinsichtlich dieser Merkmale zu überprüfen, wurde die Effizienz von Teilprozessen des Leseverstehens mit dem computergestützten Diagnostikum ELVES (Effizienz des Leseverstehens bei Erwachsenen nach dem Strategiemodell, Richter & van Holt, in Druck; zu einem Vorläuferinstrument s. Flender & Naumann, 2002) sowie theoretisches und praktisches Computerwissen, Computerängstlichkeit und computerbezogene Einstellungen mit dem Inventar zur Computerbildung (INCOBI, Richter, Naumann & Groeben, 2001) erfasst. Für keine der Kontrollvariablen ergaben sich Mittelwerts- oder Streuungsunterschiede zwischen Hyper- und Lineartextgruppe (alle $p > .10$, zweiseitige Testung).

3.8 Versuchsplan und Auswertungsdesigns

Versuchsplan. In der vorliegenden Untersuchung lernten die Pbn entweder mit einem Lehr-Hypertext oder einem inhaltsgleichen linearen Lehrtext (Zufallsgruppenfaktor Textstruktur). Dabei waren nacheinander drei Lernaufgaben zu bearbeiten: eine Strukturierungsaufgabe, eine In-

tegrationsaufgabe und eine Kombinationsaufgabe (s. Abschnitt Durchführung). Die als Meßwiederholungsfaktor variierten Aufgabentypen bleiben in den hier berichteten Analysen unberücksichtigt. Alle Kriteriumsvariablen wurden über die drei Aufgaben aggregiert. Zur Kontrolle durchgeführte Analysen mit dem Aufgabenfaktor führten nicht zu substantiellen Änderungen in den hypothesenrelevanten Ergebnissen.

Zusätzlich zu dem experimentellen Faktor Textstruktur wurden mit dem inhaltlichen Vorwissen, dem Einsatz kognitiver Strategien und dem Einsatz metakognitiver Strategien im ersten Analyseschritt drei vor oder während des Lernens erhobene Lernermerkmale als Prädiktoren eingesetzt. Als Kriterien dienten hier die drei Lernerfolgsmaße Verarbeitungsgüte, Elaborationsgrad und Wissensumfang. Im zweiten Analyseschritt wurden der Faktor Textstruktur und die beiden Navigationskennwerte Anzahl linearer Sequenzen und Anzahl von Backtracks als Kriterien berücksichtigt. Im dritten Analyseschritt wurden der Faktor Textstruktur und die beiden Navigationskennwerte als Prädiktoren und die drei Lernerfolgsmaße als Kriterien verwendet.

Auswertungsdesign für den ersten Analyseschritt. Zur Überprüfung der Hypothesen und Erkundungsfragen zu Vorwissen und Strategiemaßen als Prädiktoren des Lernerfolgs wurden neben Haupteffekten auch Interaktionen des Textstrukturfaktors mit den Strategievariablen und der Vorwissensvariable berücksichtigt. Die Hypothesenprüfung erfolgte über eine Sequenz hierarchisch geschichtelter Regressionsmodelle, mit denen eine Überprüfung des Inkrements einer oder mehrerer Prädiktorvariablen möglich ist (vgl. Cohen, Cohen, West & Aiken, 2003, Kap. 5.3). Gemäß der Logik der zu überprüfenden Hypothesen und Erkundungsfragen wurden zuerst der Haupteffekt des Vorwissens (1), dann die Haupteffekte des Textstrukturfaktors und der Strategievariablen (2) und schließlich die Interaktionen von Strategievariable und Textstruktur sowie von Vorwissen und Textstruktur in das Modell einbezogen (3). Um die Informationshaltigkeit des Datensatzes nicht zu überlasten, wurden die Hypothesen und Erkundungsfragen zur Rolle kognitiver und metakognitiver Strategien in getrennten Modellen überprüft. Die Teststärke für den globalen Effekt aller fünf Prädiktorvariablen im vollständigen Modell beträgt .72, wenn man die gegebenen Stichprobengröße und ein α -Niveau von .10 zugrunde legt und von einem großen globalen Effekt in der Population ausgeht ($f^2 = .35$ bzw. $R = .51$ nach den Empfehlungen von Cohen, 1988). Signifikanztests für einzelne Parameter haben in diesem Modell eine Teststärke von .66, wenn man ein α -Niveau von .05 (einseitige Testung) zugrunde legt und von einem mittleren Effekt in der Population ausgeht ($f^2 = .15$ bzw. $R = .36$). Die Teststärke-Analysen wurden mit dem Programm GPOWER (Erdfelder, Faul & Buchner, 1996) durchgeführt.

Auswertungsdesign für den zweiten Analyseschritt. Die Überprüfung der Hypothesen zu den Beziehungen von Strategiemaßen und Navigationskennwerten beruht ebenfalls auf Regressionsanalysen mit Interaktionen des kategorialen Prädiktors Textstruktur und den Strategiemaßen. Die Teststärke für den globalen Effekt aller drei Prädiktorvariablen beträgt .82 (bei $\alpha = .10$ und einem großen Effekt). Signifikanztests für einzelne Parameter haben in diesem Modell eine Teststärke von .66 (bei $\alpha = .05$, einseitig, und mittleren Effekten).

Auswertungsdesign für den dritten Analyseschritt. Auch die Überprüfung der Hypothesen zu den Beziehungen von Navigationskennwerten und Lernerfolgsmaßen erfolgte anhand von Regressionsanalysen mit Interaktionen des kategorialen Prädiktors Textstruktur mit der Anzahl linearer Sequenzen bzw. der Anzahl von Backtracks, wobei für beide Navigationskennwerte getrennte Modelle formuliert wurden. Die Teststärke in diesen Designs entspricht derjenigen in den Modellen für den zweiten Analyseschritt.

4 Ergebnisse

Zur Überprüfung aller hypothesenrelevanten Effekte wurde ein α -Niveau von .05 (einseitige Testung) zugrunde gelegt. Im Folgenden werden durchgängig standardisierte Regressionskoeffizienten berichtet. Ein Überblick über Deskriptivstatistiken und Interkorrelationen sämtlicher Prädiktor- und Kriteriumsvariablen findet sich in Tabelle 1.

4.1 Häufigkeiten einzelner Strategietypen bei Hyper- und Linartextrezeption

Unabhängig von der Textstruktur der gelesenen Texte traten die betrachteten Strategietypen in den Protokollen lauten Denkens unterschiedlich häufig auf. Bei den kognitiven Strategien waren Elaborationsstrategien und Organisationsstrategien mit mittleren Häufigkeiten von 17.9 ($SD = 19.2$) bzw. 14.7 ($SD = 12.2$) deutlich häufiger als Strategien kritischen Denkens, die im Mittel nur 3.1 mal ($SD = 5.1$) vorkamen; für beide Vergleiche: $t(29) > 5.8$, $p < .001$. Die Häufigkeiten von Elaborations- und Organisationsstrategien unterschieden sich nicht; $t(29) > 0.8$, $p = .44$. Bei den metakognitiven Strategien waren Planungs- und Überwachungsstrategien mit mittleren Häufigkeiten von 40.5 ($SD = 34.5$)

Tabelle 1: Deskriptivstatistiken und Interkorrelationen für alle Prädiktorvariablen (Variablen 1 bis 6) und Kriteriumsvariablen (Variablen 7 bis 9).

	<i>M</i>	<i>SD</i>	Interkorrelationen								
			1	2	3	4	5	6	7	8	
1 HT/LT (dummykodiert: LT = 0, HT = 1)	0.50	0.51									
2 Vorwissen	3.27	2.00	.00								
3 Kognitive Strategien (std. Residuen)	.00	1.00	.10	.13							
4 Metakognitive Strategien (std. Residuen)	.00	1.00	.08	.16	.53**						
5 Lineare Sequenzen (std. Residuen)	.00	1.00	-.81***	.11	.01	-.10					
6 Backtracks (std. Residuen)	.00	1.00	.72***	.14	-.05	.26	-.80***				
7 Verarbeitungstiefe	2.57	0.67	-.04	.44*	.49**	.31	.11	-.01			
8 Elaborationsgrad (log.)	0.99	0.65	.03	.28	.54**	.26	-.14	.23	.55**		
9 Wissensumfang (log.)	3.77	0.28	-.20	.72***	.36	.12	.34	-.10	.57**	.38*	

Anmerkung: HT = Hypertext, LT = Lineartext. Vorwissen: Testscores zu wahrnehmungspsychologischem Begriffswissen. Kognitive/ Metakognitive Strategien (std. Residuen): *z*-standardisierte Anzahl von Äußerungen nach Auspartialisierung der Gesamtzahl von Äußerungen; Lineare Sequenzen/Backtracks (std. Residuen): *z*-standardisierte Anzahl von Äußerungen nach Auspartialisierung der Gesamtzahl besuchter Seiten; Elaborationsgrad: Anzahl von Inferenzen (logarithmiert); Wissensumfang: Anzahl inhaltsbezogener Idea Units (logarithmiert).

p* < .05, *p* < .01, ****p* < .001.

bzw. 29.1 (*SD* = 24.5) deutlich häufiger als Regulationsstrategien mit 2.8 (*SD* = 4.9); für beide Vergleiche: *t* (29) > 7.2, *p* < .001. Zudem traten Planungsstrategien häufiger auf als Überwachungsstrategien; *t* (29) > 3.1, *p* < .01. Demgegenüber zeigten sich keine Unterschiede zwischen Hypertext- und Lineartextgruppe, und zwar weder in den Häufigkeiten kognitiver und metakognitiver Strategien insgesamt noch in den Häufigkeiten einzelner Strategietypen; für alle Vergleiche: *t* (28) < 1.6; *p* > .10, Cohens *d* < 0.02. Dieses Ergebnis rechtfertigt die Verwendung aggregierter Werte als Indikatoren des Einsatzes kognitiver und metakognitiver Strategien in den Auswertungsmodellen zur Überprüfung der Hypothesen 2, 3 und 4.

4.2 Analyseschritt 1: Vorwissen und Lernstrategien als Prädiktoren von Lernerfolg

Die Ergebnisse des ersten Analyseschritts sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Ergebnisse für den Prädiktor Vorwissen. Mit Ausnahme der Modelle für die Kriteriumsvariable Elaborationsgrad zeigten sich die nach Hypothese 1 erwarteten positiven Haupteffekte des inhaltlichen Vorwissens auf den Lernerfolg (Kriterium Verarbeitungsgüte: $\beta = 0.43$, *p* < .05; Kriterium Elaborationsgrad: $\beta = 0.24$; Kriterium Wissensumfang: $\beta = 0.71$, *p* < .001). Sowohl der mittlere Effekt des

Vorwissens auf die Verarbeitungsgüte als auch der varianzstarke Effekt auf den Wissensumfang blieben auch nach Einbeziehung des Faktors Textstruktur, der Strategiemaße und der Interaktionsterme erhalten. Die im Sinne einer Erkundungsfrage überprüften Interaktionen von Textstruktur und Vorwissen waren in einem Fall, nämlich für das Kriterium Verarbeitungsgüte, signifikant (im Modell für kognitive Strategien: $\beta = 0.31$, *p* < .05). Diese Interaktion beruht darauf, dass in der Hypertextgruppe das inhaltliche Vorwissen einen deutlichen positiven Effekt hatte (einfacher Steigungskoeffizient im Modell für kognitive Strategien: $\beta = 0.64$, *p* < .01), während der Effekt in der Lineartextgruppe nicht vorhanden war ($\beta = 0.01$, *p* = .47).

Ergebnisse für den Prädiktor Einsatz kognitiver Strategien. Wie nach Hypothese 2a erwartet, zeigten sich in den Modellen für alle Kriteriumsvariablen Haupteffekte für den Einsatz kognitiver Strategien, die auch bei gleichzeitiger Aufnahme von Vorwissen, Textstruktur und den Interaktionen mit dem Faktor Textstruktur in das Modell in mittlerer Höhe erhalten blieben (Kriterium Verarbeitungsgüte: $\beta = 0.42$, *p* < .01; Kriterium Elaborationsgrad: $\beta = 0.48$, *p* < .01; Kriterium Wissensumfang: $\beta = 0.34$, *p* < .01). Die im Sinne der Erkundungsfrage überprüfte Interaktion des Einsatzes kognitiver Strategien mit dem Faktor Textstruktur war in einem Fall, nämlich für das Kriterium Wissensumfang, signifikant ($\beta = 0.23$, *p* < .05). Der Effekt für den Einsatz kognitiver Strategien war in der Hy-

Table 2: Einsatz kognitiver und metakognitiver Strategien, Vorwissen und Textstruktur zur Vorhersage von Verarbeitungsgüte, Elaborationsgrad und Wissensumfang: Hierarchische Regressionsanalysen (standardisierte Lösung).

	Modelle mit kognitiven Strategien			Wissensumfang			Modelle mit metakognitiven Strategien			Wissensumfang		
	Verarbeitungsgüte β (SE_{β})	t	Elaborationsgrad β (SE_{β})	t	β (SE_{β})	t	Verarbeitungsgüte β (SE_{β})	t	Elaborationsgrad β (SE_{β})	t	β (SE_{β})	t
Modell 1												
Vorwissen	0.43 (.17)	2.5*	0.24 (.19)	1.3	0.71 (.14)	5.3***						
Modellgüte	$R^2 = .18^*$		$R^2 = .06^*$		$R^2 = .51^{***}$							
Modell 2												
Vorwissen	0.36 (.16)	2.3*	0.17 (.17)	1.0	0.66 (.12)	5.5***	0.39 (.18)	2.2*	0.20 (.19)	1.1	0.70 (.14)	5.2***
HT/LT	-0.10 (.16)	-0.6	-0.06 (.17)	-0.4	-0.24 (.12)	-2.0*	-0.07 (.18)	-0.4	-0.03 (.19)	-0.1	-0.22 (.13)	-1.6 ⁺
Strategien	0.45 (.16)	2.8**	0.53 (.17)	3.2**	0.29 (.12)	2.4*	0.25 (.18)	1.4 ⁺	0.23 (.19)	1.2	0.03 (.14)	0.2
Modellgüte	$R^2 = .38^{**}$		$R^2 = .33^{**}$		$R^2 = .64^{***}$		$R^2 = .25$		$R^2 = .11$		$R^2 = .55^{***}$	
Modell 2 vs. 1	$\Delta R^2 = .20^*$		$\Delta R^2 = .27^*$		$\Delta R^2 = .13^*$		$\Delta R^2 = .07$		$\Delta R^2 = .05$		$\Delta R^2 = .04$	
Modell 3												
Vorwissen	0.33 (.15)	2.1*	0.16 (.17)	0.9	0.66 (.12)	5.5***	0.36 (.17)	2.2*	0.19 (.19)	1.0	0.70 (.14)	5.0***
HT/LT	-0.11 (.15)	-0.7	-0.07 (.16)	-0.4	-0.25 (.12)	-2.1*	-0.09 (.16)	-0.5	-0.03 (.19)	-0.2	-0.21 (.14)	-1.5 ⁺
Strategieinsatz	0.42 (.16)	2.7**	0.48 (.17)	2.8**	0.34 (.12)	2.8**	0.21 (.17)	1.3	0.19 (.19)	1.0	0.03 (.14)	0.2
HT/LT X Vorwissen	0.31 (.15)	2.0*	0.19 (.17)	1.1	-0.08 (.12)	-0.7	0.35 (.17)	2.1*	0.21 (.19)	1.1	-0.04 (.14)	-0.3
HT/LT X Strategien	-0.11 (.16)	-0.7	-0.20 (.17)	-1.2	0.23 (.12)	1.9*	-0.27 (.17)	-1.6 ⁺	-0.26 (.19)	-1.3 ⁺	-0.04 (.14)	-0.3
Modellgüte	$R^2 = .48^{**}$		$R^2 = .39^*$		$R^2 = .69^{***}$		$R^2 = .41^*$		$R^2 = .20$		$R^2 = .56^{***}$	
Modell 3 vs. 2	$\Delta R^2 = .10$		$\Delta R^2 = .06$		$\Delta R^2 = .05$		$\Delta R^2 = .16$		$\Delta R^2 = .06$		$\Delta R^2 = .00$	

Anmerkung: Verarbeitungsgüte: Ratings nach der SOLO-Taxonomie (Biggs & Collis, 1982); Elaborationsgrad: Anzahl von Inferenzen (logarithmiert); Wissensumfang: Anzahl inhaltsbezogener Idea Units (logarithmiert). Vorwissen: Testscores zu wahrnehmungspsychologischem Begriffswissen; HT/LT: Textstruktur kontrastkodiert (-1: Linear text, +1: Hypertext); Strategien: Residualwerte der Anzahl von Strategieäußerungen (kognitiv/metakognitiv) im lauten Denken nach Ausparcialisierung der Gesamtzahl von Äußerungen.

⁺ $p < .10$, * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$ (einseitige Testung).

pertextgruppe deutlich ausgeprägt (einfacher Steigungskoeffizient: $\beta = 0.57, p < .01$), in der Lineartextgruppe aber wesentlich schwächer und insignifikant (einfacher Steigungskoeffizient: $\beta = 0.12, p = .23$).

Ergebnisse für den Prädiktor Einsatz metakognitiver Strategien. Die nach Hypothese 2b erwarteten Haupteffekte für den Einsatz metakognitiver Strategien zeigten sich für keine der drei Kriteriumsvariablen. Im Modell für das Kriterium Verarbeitungsgüte deutet sich ein positiver Haupteffekt an ($\beta = 0.25, p < .10$), der sich aber im vollständigen Modell mit Interaktionstermen weiter abschwächt. Auch die im Sinne der Erkundungsfrage überprüften Interaktionen zwischen dem Einsatz metakognitiver Strategien und dem Faktor Textstruktur waren nicht signifikant. Da sich demnach weder der in Hypothese 2a postulierte, generell positive Effekt des Einsatzes metakognitiver Strategien noch die gemäß der Erkundungsfrage überprüfte Annahme eines stärkeren positiven Effekts in der Hypertextgruppe belegen ließ, erübrigt sich eine Überprüfung der Hypothesen zu Mediatoren der Wirkung metakognitiver Strategien (Teilhypothese 3b und 4b). Im folgenden Abschnitt werden daher nur Ergebnisse zum Wirkmechanismus kognitiver Strategien berichtet (Teilhypothese 3a und 4a).

4.3 Analyseschritt 2: Kognitive Strategien als Prädiktoren von Navigationskennwerten

Bei der Vorhersage von Navigationskennwerten ergab sich ein Interaktionseffekt von Textstruktur und Einsatz kognitiver Strategien für das Kriterium Anzahl zweischrittiger linearer Sequenzen ($\beta = 0.19, p < .05$), der wie in Hypothese 3a erwartet darauf zurückgeht, dass der Einsatz kognitiver Strategien nur in der Hypertextgruppe positiv mit der Anzahl linearer Sequenzen assoziiert war (einfacher Steigungskoeffizient $\beta = 0.32, p < .05$), in der Lineartextgruppe dagegen kein derartiger Zusammenhang bestand ($\beta = -0.06, p = .33$). Daneben zeigte sich ein starker Haupteffekt des Textstrukturfaktors. Bei der Lineartextrezeption wurden mehr lineare Sequenzen produziert als bei der Hypertextrezeption ($\beta = -.83, p < .001$). Der Anteil der durch das Modell erklärten Kriteriumsvarianz

war hoch ($R^2 = .70$). Auch der nach Hypothese 4 erwartete Interaktionseffekt im Modell für das Kriterium Anzahl von Backtracks war signifikant ($\beta = -0.32, p < .01$). Wie erwartet zeigte sich in der Hypertextgruppe ein deutlich negativer Effekt des Einsatzes kognitiver Strategien auf die Anzahl von Backtracks ($\beta = -0.50, p < .01$), während der einfache Steigungskoeffizient in der Lineartextgruppe insignifikant war ($\beta = 0.14, p = .20$). Darüber hinaus zeigte sich wiederum ein Haupteffekt des Textstrukturfaktors: In der Hypertextgruppe waren die Backtracks häufiger als in der Lineartextgruppe ($\beta = -0.32, p < .01$). Zusätzlich ergab sich ein insgesamt negativer Effekt von kognitiven Strategien auf die Anzahl von Backtracks ($\beta = -0.18, p < .05$), der allerdings durch die bereits berichtete Interaktion mit dem Faktor Textstruktur differenziert wird. Der Anteil erklärter Varianz im Modell betrug .24.

4.4 Analyseschritt 3: Navigationskennwerte als Prädiktoren von Lernerfolg

Wie nach Hypothese 5 erwartet, ergaben sich bei der Vorhersage des Lernerfolgs anhand von Navigationskennwerten für alle drei kriterialen Lernerfolgsmaße Interaktionen der Anzahl linearer Sequenzen mit dem Faktor Textstruktur, und zwar mit mittleren Effekten für die qualitativen Kriterien (Verarbeitungsgüte: $\beta = 0.38, p < .05$; Elaborationsgrad: $\beta = 0.35, p < .05$) und einem großen Effekt für das quantitative Kriterium Wissensumfang ($\beta = 0.60, p < .001$). Bei den Kriterien Verarbeitungstiefe und Wissensumfang bestanden erwartungskonform positive Zusammenhänge zwischen der Anzahl linearer Sequenzen und dem Lernerfolg (einfacher Steigungskoeffizient für Verarbeitungstiefe: $\beta = 1.10, p < .05$; Wissensumfang: $\beta = 1.83, p < .001$), während sich in der Lineartextgruppe keine entsprechenden Zusammenhänge finden ließen (beide $|\beta| < .21, p > .25$). Bei dem Kriterium Elaborationsgrad war in der Lineartextgruppe die Anzahl linearer Sequenzen negativ mit dem Kriterium assoziiert ($\beta = -0.66, p < .05$), während sich in der Hypertextgruppe kein entsprechender Zusammenhang ergab ($\beta = 0.52, p = .17$). Dieses Interaktionsmuster wird von Hypothese 5 nur teilweise vorhergesagt. Für das Kriterium Wissensumfang ergab sich zusätzlich zu den

hypothetisierten Effekten ein positiver Haupteffekt der Anzahl linearer Sequenzen ($\beta = 0.81, p < .01$), der aber durch die Interaktion mit dem Faktor Textstruktur differenziert wird. Der Anteil erklärter Varianz in den Modellen für Verarbeitungsgüte und Elaborationsgrad betrug .15 bzw. .14, im Modell für Wissensumfang .45.

Der nach Hypothese 6 erwartete Interaktionseffekt der Anzahl von Backtracks mit dem Faktor Textstruktur zeigte sich nur für das Kriterium Wissensumfang ($\beta = -0.39, p < .05$). In der Lineartextgruppe war die Anzahl von Backtracks erwartungskonform positiv mit dem Wissensumfang assoziiert ($\beta = 0.84, p < .05$), während der negative einfache Steigungskoeffizient in der Hypertextgruppe nicht signifikant war ($\beta = -0.28, p = .20$). Der Anteil erklärter Varianz des Kriteriums Wissensumfang betrug .19. Bei beiden qualitativen Lernerfolgskriterien verfehlte die hypothetisierte Interaktion dagegen die Signifikanzgrenze.

5 Diskussion

In dieser Untersuchung wurde überprüft, ob der Einsatz kognitiver und metakognitiver Lernstrategien beim Lernen mit Hypertext eine ähnlich positive oder sogar noch positivere Wirkung auf den Lernerfolg hat wie beim Lernen mit linearem Text. Eine zweite Frage lautete, inwieweit sich ein Effekt des Strategieneinsatzes beim Lernen mit Hypertext über ein gründlicheres und systematischeres Navigationsverhalten erklären lässt.

Während sich für den Einsatz metakognitiver Strategien keine Belege für eine lernfördernde Wirkung finden ließen, haben sich die Annahmen zur lernförderlichen Wirkung kognitiver Strategien weitgehend stützen lassen. Der Einsatz kognitiver Strategien hatte durchgehend positive Effekte auf die qualitativen Lernerfolgsmaße Verarbeitungsgüte und Elaborationsgrad sowie das quantitative Lernerfolgsmaß Wissensumfang. Auf den Wissensumfang scheinen kognitive Lernstrategien beim Lernen mit Hypertext sogar einen stärkeren Effekt zu haben als beim Lernen mit linearem Text. Diese Ergebnisse gewinnen dadurch an Aussagekraft, dass sich die positiven Effekte des Einsatzes kognitiver Strategien bei gleichzeitiger Kontrolle des inhaltlichen Vorwissens, d. h. als Inkrement zu dem verständnisfördernden Ef-

fekt des inhaltlichen Vorwissens, nachweisen ließen. Durch die Erfassung des Strategieneinsatzes über Protokolle lauten Denkens, d. h. während der Textrezeption («online»), stand ein inhaltlich spezifisches Maß für den Strategieneinsatz zur Verfügung, das als valider gelten kann als retrospektive Selbsteinschätzungen oder die üblicherweise verwendeten Navigationskennwerte. Da als Indikator für den Strategieneinsatz Residualwerte nach Auspartialisierung der Gesamtzahl von Äußerungen verwendet wurden, kann zudem eine Verfälschung durch die Redegewandtheit der Pbn ausgeschlossen werden. Für die Generalisierbarkeit der Befunde auf das akademische Lernen spricht die ökologische Validität der Untersuchung, die im Hinblick auf Inhalte, Lernaufgaben, Lernerfolgsmessung und nicht zuletzt ihre Dauer typischen Lernsituationen im Studium angenähert war. Auch oder vielleicht gerade unter derart realistischen Bedingungen ist der Einsatz kognitiver Strategien offensichtlich lernförderlich.

Für den Einsatz kognitiver Strategien ließ sich auch die angenommene Mediatorfunktion von linearen Sequenzen und Backtracks beim Lernen mit Hypertext weitgehend nachweisen. Mehr lineare Sequenzen und weniger Backtracks in den Logfiles können als Indikatoren einer gründlicheren Verarbeitung und eines systematischeren Navigationsverhaltens mit geringeren Orientierungsproblemen angesehen werden (Richter et al., 2003). Gerade die Navigationspfade derjenigen Pbn, die vermehrt kognitive Strategien einsetzten, enthielten mehr lineare Sequenzen und weniger Backtracks. Zudem waren diejenigen Lernenden, die von linearen Pfaden im Hypertext verstärkt Gebrauch machten, deutlich erfolgreicher als diejenigen, die lineare Pfade nur wenig nutzten. Sehr deutlich zeigte sich dieser Zusammenhang für das quantitative Lernerfolgskriterium Wissensumfang. Ein höherer Wissensumfang ging erwartungsgemäß auch mit weniger Backtracks einher. Eine methodische Einschränkung der Aussagekraft der Analysen zu Navigationskennwerten ist allerdings darin zu sehen, dass aufgrund der vergleichsweise kleinen Stichprobe keine vollständige Prüfung der angenommenen Mediationseffekte vorgenommen werden konnte. Für eine vollständige Testung von Mediationshypothesen wäre die Stärke der hypothetisierten indirekten Effekte zu ermitteln und auf Signifikanz zu prüfen (vgl. MacKinnon, Lockwood, Hoffman, West & Sheets,

2002). Nur mit einer bedeutend umfangreicheren Stichprobe hätten diese Signifikanztests aber eine hinreichende Teststärke.

In theoretischer Hinsicht kann man aus den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung den Schluss ziehen, dass kognitive Strategien für das Lernen mit Hypertext eine mindestens ebenso wichtige Bedeutung haben wie für das Lernen mit linearem Text. Das trifft insbesondere auf Organisations- und Elaborationsstrategien zu (Pintrich et al., 1991; Weinstein & Mayer, 1986), die die beiden am häufigsten eingesetzten Typen kognitiver Strategien darstellen. In konzeptueller Hinsicht lässt sich mit der Annahme dieser beiden Strategietypen das von der Theorie des Mediums her als bedeutsam erachtete strategische Vorgehen beim Umgang mit Hypertext präzise beschreiben. Für die plausible Annahme, dass kognitive Lernstrategien beim Lernen mit Hypertext eine *größere* Rolle spielen als beim Lernen mit linearem Text, haben sich dagegen nur Teilbelege ergeben. Daraus lässt sich aber nicht zwangsläufig der Schluss ziehen, dass die Annahme falsch ist. Zwar wurde in der hier berichteten Untersuchung Sorge für eine akzeptable Teststärke der hypothesenrelevanten Signifikanztests getragen. Die Überprüfung von Interaktionseffekten messfehlerbehafteter Variablen geht jedoch unweigerlich mit einer wesentlich niedrigeren Teststärke einher, als sie bei einer Überprüfung der entsprechenden Haupteffekte gegeben ist (Cohen et al., 2003). Neben der Verwendung einer größeren Stichprobe besteht eine mögliche Lösung dieses Problems in der Überprüfung der Interaktionsannahme auf der Ebene latenter Variablen.

Aus ähnlichen Gründen lässt sich aus dem Fehlen lernfördernder Effekte der metakognitiven Strategien nicht zwingend ableiten, dass diese Strategien für das Lernen mit Text und Hypertext irrelevant sind. Die Überprüfung von Effekten metakognitiver Strategien als Inkrement gegenüber dem inhaltlichen Vorwissen stellt einen vergleichsweise strengen Test dar, und Auswertungsdesign und Stichprobe waren nicht auf den Nachweis von Effekten im Bereich kleiner bis mittlerer Effektgrößen ausgelegt. Auch hier würde sich also eine Untersuchung an einer größeren Stichprobe empfehlen, zumal die Ergebnisse von Bannert (2003b) recht deutlich für die Relevanz metakognitiver Strategien sprechen.

Möglicherweise lässt sich das Lernen mit Hy-

perertext aber auch nur mit einer spezifischen Form metakognitiver Strategien unterstützen: Es ist denkbar, dass der Einsatz metakognitiver Strategien, wie sie in der vorliegenden Untersuchung erfasst wurden, für ein effektives Lernen mit Hypertext nicht optimal ist, sondern dass Hypertexte ganz bestimmte Planungs-, Überwachungs- und Regulationskompetenzen erfordern. Diese Frage lässt sich am besten über Trainingsexperimente klären, in denen metakognitive Strategien vermittelt werden, die auf die besondere Lernsituation beim Lernen mit Hypertext zugeschnitten sind.

Autorenhinweis

Die vorliegende Arbeit ist im Rahmen des von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Projekts «Verarbeitungsstrategien von traditionellen (linearen) Buchtexten und zukünftigen (nicht-linearen) Hypertexten» (Leitung: PD Dr. Ursula Christmann und Prof. Dr. Norbert Groeben) entstanden. Wir danken der DFG für ihre Unterstützung. Wir danken weiterhin Julia Herfordt, Inga Hoever, Heiko Schmidt, Yvonne Stropek, Nadine van Holt und Petra Wüst für ihre Hilfe bei der Datenerhebung und -aufbereitung. Die Kategoriensysteme, die für die Auswertung der Protokolle lauten Denkens und die inhaltsanalytische Ermittlung von Lernerfolgsmaßen verwendet wurden, können über den Erstautor angefordert werden.

Literatur

- Bannert, M. (2003a, August). *Assessment of metacognitive skills by means of thinking aloud and reflection prompts: Does the method affect learning performance?* Paper presented at the 10th Biannual Conference of the European Association of Learning and Instruction, Padova, Italy.
- Bannert, M. (2003b). Effekte metakognitiver Lernhilfen auf den Wissenserwerb in vernetzten Lernumgebungen. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 17, 13–25.
- Berry, D. A. (1988). Logarithmic transformations in ANOVA. *Biometrics*, 43, 439–456.
- Biggs, J. B. & Collis, K. F. (1982). *Evaluating the quality of learning: The SOLO taxonomy*. New York: Academic Press.
- Brown, A., Bransford, J., Ferrara, R. & Campione, J. (1983). Learning, remembering, and understanding. In

- J. H. Flavell & E. M. Markman (Eds.), *Handbook of child psychology, Vol. III: Cognitive development* (pp. 77–166). New York: Wiley.
- Carmel, E., Crawford, S. F. & Chen, H. (1992). Browsing in hypertext: A cognitive study. *IEEE Transactions on Systems, Man & Cybernetics*, 22, 865–884.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Cohen, J., Cohen, P., West, S. G. & Aiken, L. (2003). *Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences* (3rd ed.). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Conklin, J. (1987). Hypertext – An introduction and survey. *IEEE Computer*, 20, 17–41.
- Crutcher, R. J. (1994). Telling what we know: The use of verbal report methodologies in psychological research. *Psychological Science*, 5, 241–244.
- Erdfelder, E., Faul, F. & Buchner, A. (1996). GPOWER: A general power analysis program. *Behavior Research Methods, Instruments & Computers*, 28, 1–11.
- Ericsson, K. A. & Simon, H. A. (1993). *Protocol analysis: Verbal reports as data* (2nd, rev. ed.). Cambridge, MA: MIT Press.
- Flender, J. & Christmann, U. (2000). Hypertext: Prototypische Merkmale und deren Realisierung im Hypertext «Visuelle Wahrnehmung». *Medienpsychologie*, 12, 94–116.
- Flender, J. & Christmann, U. (2002). Zur optimalen Passung von medienpezifischen Randbedingungen und Verarbeitungskompetenzen/Lernstrategien bei linearen Texten und Hypertexten. In N. Groeben & B. Hurrelmann (Hrsg.), *Medienkompetenz: Voraussetzungen, Dimensionen, Funktionen* (S. 201–230). Weinheim: Juventa.
- Flender, J. & Naumann, J. (2002). Empirisches Beispiel: Erfassung allgemeiner Lesefähigkeiten und Rezeption nicht-linearer Texte: «PL-Lesen» und Logfile-Analyse. In N. Groeben & B. Hurrelmann (Hrsg.), *Lesekompetenz: Bedingungen, Dimensionen, Funktionen* (S. 59–79). Weinheim: Juventa.
- 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). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Gerdes, H. (1997). *Lernen mit Text und Hypertext*. Lengerich: Pabst.
- Goldman, S. R. & Saul, E. U. (1990). Flexibility in text processing: A strategy competition model. *Learning and Individual Differences*, 2, 181–219.
- Kebeck, G. (1997). *Wahrnehmung: Theorien, Methoden und Forschungsergebnisse der Wahrnehmungspsychologie*. Weinheim: Juventa.
- Lawless, K. A. & Brown, S. (1997). Multimedia learning environments: Issues of learner control and navigation. *Instructional Science*, 25, 117–131.
- MacKinnon, D. P., Lockwood, C. M., Hoffman, J. M., West, S. G. & Sheets, V. (2002). A comparison of methods to test mediation and other intervening variable effects. *Psychological Methods*, 7, 83–104.
- McDonald, S. & Stevenson, R. (1998). Effects of text structure and prior knowledge of the learner on navigation in hypertext. *Human factors*, 40, 18–27.
- McEneaney, J. E. (2001). Graphical and numerical methods to assess navigation in hypertext. *International Journal of Human-Computer Studies*, 55, 761–786.
- McNamara, D. S. & Kintsch, W. (1996). Learning from text: Effects of prior knowledge and text coherence. *Discourse Processes*, 22, 247–288.
- Meyer, B. J. F. (1975). *The organization of prose and its effects on memory*. Amsterdam: North-Holland.
- Möller, J. & Müller-Kalthoff, T. (2000). Lernen mit Hypertext: Effekte von Navigationshilfen und Vorwissen. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 14, 116–123.
- Nisbett, R. E. & Wilson, T. D. (1977). Telling more than we can know: Verbal reports on mental processes. *Psychological Review*, 84, 231–259.
- Pintrich, P. R., Smith, D. A. F., Garcia, T. & McKeachie, W. J. (1991). Reliability and predictive validity of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ). *Educational and Psychological Measurement*, 53, 801–813.
- Pressley, M. & Afflerbach, P. (1995). *Verbal protocols of reading: The nature of constructively responsive reading*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Richter, T. (2003). *Epistemologische Einschätzungen beim Textverstehen*. Lengerich: Pabst.
- Richter, T. & van Holt, N. (in Druck). ELVES: Ein computergestütztes Diagnostikum zur Erfassung der Effizienz von Teilprozessen des Leseverstehens. *Diagnostica*.
- Richter, T., Naumann, J. & Groeben, N. (2001). Das Inventar zur Computerbildung (INCOBI): Ein Instrument zur Erfassung von Computer Literacy und computerbezogenen Einstellungen bei Studierenden der Geistes- und Sozialwissenschaften. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 48, 1–13.
- Richter, T., Naumann, J. & Noller, S. (2003). LOGPAT: A semi-automatic way to analyze hypertext navigation behavior. *Swiss Journal of Psychology*, 62, 113–120.
- Rouet, J. F. & Passerault, J. M. (1999). Analyzing learner-hypermedia interaction: An overview of online methods. *Instructional Science*, 27, 201–219.
- Rock, I. (1998). *Wahrnehmung: Vom visuellen Reiz zum Sehen und Erkennen*. Heidelberg: Spektrum. (Original erschienen 1984: Perception).
- Schnotz, W. (1994). *Aufbau von Wissensstrukturen: Untersuchungen zur Kohärenzbildung beim Wissenserwerb mit Texten*. Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Stiller, K. & Mate, G. (2003). Frei selektierbarer vs. linear vorgegebener Textabruf in Computerlernprogrammen. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 17, 43–54.
- Verheij, J., Stoutjesdijk, E. & Beishuizen, J. (1995). Se-

- arch and study strategies in hypertext. *Computers in Human Behavior*, 12, 1–15.
- Vollmeyer, R. & Burns, B. D. (2002). Goal specificity and learning with a hypermedia program. *Experimental Psychology*, 49, 98–108.
- van Dijk, T. A. & Kintsch, W. (1983). *Strategies of discourse comprehension*. New York: Academic Press.
- Weinstein, C. E. & Mayer, R. E. (1986). The teaching of learning strategies. In M. C. Wittrock (Ed.), *Handbook of research in teaching* (pp. 315–327). New York: MacMillan.
- Wild, K. P. (2000). *Lernstrategien im Studium: Strukturen und Bedingungen*. Münster: Waxmann.
- Zumbach, J. & Reimann, P. (2002). Enhancing learning from hypertext by inducing a goal orientation: Comparing different approaches. *Instructional Science*, 30, 243–267.

Dr. Tobias Richter
Universität zu Köln
Psychologisches Institut
Lehrstuhl Allgemeine Psychologie
Herbert-Lewin-Str. 2
D-50931 Köln
Tel. +49 221 470-2773
Fax +49 221 470-5002
E-mail tobias.richter@uni-koeln.de