

Brünken, Roland; Leutner, Detlev  
**Aufmerksamkeitsverteilung oder Aufmerksamkeitsfokussierung? Empirische Ergebnisse zur "Split-Attention-Hypothese" beim Lernen mit Multimedia**  
*Unterrichtswissenschaft 29 (2001) 4, S. 357-366*



Quellenangabe/ Reference:  
Brünken, Roland; Leutner, Detlev: Aufmerksamkeitsverteilung oder Aufmerksamkeitsfokussierung? Empirische Ergebnisse zur "Split-Attention-Hypothese" beim Lernen mit Multimedia - In: Unterrichtswissenschaft 29 (2001) 4, S. 357-366 - URN: urn:nbn:de:0111-opus-77209 - DOI: 10.25656/01:7720

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-opus-77209>

<https://doi.org/10.25656/01:7720>

in Kooperation mit / in cooperation with:

**BELTZ JUVENTA**

<http://www.juventa.de>

#### Nutzungsbedingungen

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

#### Terms of use

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

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

#### Kontakt / Contact:

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

Digitalisiert

---

# 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

---

Roland Brünken, Detlev Leutner

# **Aufmerksamkeitsverteilung oder Aufmerksamkeitsfokussierung? Empirische Ergebnisse zur „Split-Attention-Hypothese“ beim Lernen mit Multimedia**

Attention Splitting or Attention Focussing?  
Empirical Results Concerning the „Split-Attention Hypothesis“  
in Learning with Multimedia

---

*Zur Überprüfung einer von Mayer & Moreno (1998) vorgeschlagenen Theorie des Wissenserwerbs beim Lernen mit multimedialen Lehr-Lernsystemen bearbeiteten n = 40 Schüler eine visuelle bzw. audiovisuelle Variante eines multimedialen Lehrsystems, das die Funktionalität des Herz-Kreislaufsystems anhand von Texten und Bildern erläuterte. In Übereinstimmung mit der Theorie zeigte sich zwar, daß Schüler, die mit dem rein visuellen Lehrmaterial arbeiteten, weniger Wissen in bezug auf textuell präsentierte Information erwarben als Schüler mit audiovisuellem Lehrmaterial, der Wissenserwerb in bezug auf bildlich präsentierte Information unterschied sich jedoch nicht zwischen den Lehrmaterialbedingungen. Die Ergebnisse führen zu der Interpretation, daß die rein visuelle Präsentation von Lehrmaterial, zu einer kognitiven Überlastung führt, die die Schüler zu reduzieren scheinen, indem Sie ihre Aufmerksamkeit auf die bildlich präsentierte Information fokussieren und die textuelle Information vernachlässigen. Die kognitive Überlastung kann durch die audiovisuelle Präsentation des Lehrmaterials vermieden werden.*

*Based on a theory of knowledge acquisition with multimedia learning systems proposed by Mayer & Moreno (1998), an experiment was conducted with 40 high-school students, working with a visual or an audio-visual variant of a multimedia learning system containing textual and pictorial information about the functionality of the blood-circulation-system. As expected by the theory, students working with the only-visual learning material acquired less knowledge concerning the textually presented information than students working with the audio-visual learning material, but knowledge acquisition concerning the pictorially presented information was equal for both groups. The results lead to the interpretation, that the only-visual presentation of text and pictures produces cognitive overload, which students seem to reduce by focusing their attention on pictorial information while neglecting textual information. However, cognitive overload can be effectively reduced by audio-visual presentation of information.*

## **1. Einleitung**

Moderne multimediale Lehr-Lernsysteme vermitteln Lehrstoffe zunehmend nicht mehr nur in visueller, sondern auch in auditiver Form. Aus pädä-

gogisch-psychologischer Perspektive knüpft sich daran die Frage, ob und inwieweit die audiovisuelle Präsentation bildlicher und textueller Lehrmaterialien lernfördernder ist als eine nur visuelle Präsentation des gleichen Materials (Weidenmann, 1997).

In jüngster Zeit sind dazu erste Arbeiten veröffentlicht worden (Mayer, Moreno, Boire & Vagge, 1999; Moreno & Mayer, 1999; Mayer & Moreno, 1998; Pyter & Issing, 1996), die sich mit der Frage befassen, inwieweit der Erwerb von Wissen von der Art des angesprochenen Sinneskanals abhängt. Die bislang vorliegenden Untersuchungen finden generell Lernvorteile für eine audiovisuelle gegenüber einer rein visuellen Informationspräsentation.

Die genannten Untersuchungen basieren auf einem von Mayer & Moreno vorgeschlagenen theoretischen Modell der „Dual Processing Systems in Working Memory“ (Mayer & Moreno, 1998), in dem kognitionspsychologische Überlegungen zum Lernen mit Texten und Bildern (vgl. Mayer, 1997; Paivio, 1986), gedächtnispsychologische Untersuchungen zur Verarbeitung auditiver und visueller Information (vgl. Baddeley, 1986) und Arbeiten zur Arbeitsgedächtnisbelastung (vgl. Mousavi, Low & Sweller, 1995; Chandler & Sweller, 1991) zu einem Modell der Informationsverarbeitung beim Lernen mit Multimedia verbunden werden.

Die Kernannahme des Modells besagt, daß eine gleichzeitige visuelle Präsentation von Texten und Bildern eine simultane Informationsverarbeitung im visuellen Arbeitsgedächtnis erfordert. Dabei müssen die hier verfügbaren, begrenzten Aufmerksamkeitsressourcen auf die bildliche und textuelle Information verteilt werden. Mayer & Moreno (1998) bezeichnen dies als „Split-Attention-Effekt“. Die auditive Präsentation der textuellen und die gleichzeitige visuelle Präsentation der Bildinformation erlauben hingegen eine Verarbeitung der Bilder im visuellen Arbeitsgedächtnis und eine gleichzeitige Verarbeitung der Texte im phonologischen Arbeitsgedächtnis. Die Verteilung der Information auf den auditiven und den visuellen Kanal sollte demnach, im Vergleich zur nur visuellen Präsentation, zu einer Verringerung des *cognitive load* (Chandler & Sweller, 1991) im visuellen Arbeitsgedächtnis führen, die wiederum in einer Erhöhung der Leistungen beim Wissenserwerb resultiert.

Die hier vorzustellende Untersuchung soll einen Beitrag zur empirischen Überprüfung des vorgeschlagenen Modells leisten. Dabei standen zwei Fragen im Vordergrund: Ein Problem der bislang vorliegenden Untersuchungen liegt in der geringen Länge der untersuchten Instruktionssequenzen (z.B. bei Mayer & Moreno, 1998: ca. 3 min) und der damit verbundenen Frage der Generalisierbarkeit der Ergebnisse auf realistischere Lernsituationen längerer zeitlicher Dauer. Ein Ziel unserer Untersuchung war daher die Replikation der von Mayer & Moreno (1998) berichteten Effekte beim Lernen mit deutlich längeren Instruktionssequenzen.

Die zweite Fragestellung bezieht sich auf die zur Überprüfung des Wissenserwerbs verwendeten Testaufgaben. In vorangegangenen Untersuchungen

(Brünken, Steinbacher & Leutner, 2000; Brünken, Steinbacher, Schnotz & Leutner, 2000) konnten wir im Zusammenhang mit Untersuchungen zur Lernwirksamkeit bildlicher versus textueller Informationspräsentation in computerbasierten Lehr-Lernsystemen nachweisen, daß die Leistungen beim Wissenserwerb mit solchen Systemen auch von der Art der Aufgabenstellung abhängt. Im Gegensatz zu Mayer & Moreno (1998) haben wir daher in unserer Untersuchung den Wissenserwerb in Bezug auf die sprachlich (textuell oder auditiv) und die bildlich präsentierte Information getrennt erfaßt. Unser Ziel war zu klären, ob der von Mayer & Moreno (1998) berichtete Nachteil rein visueller Informationspräsentation bildlich und textuell präsentierte Information gleichermaßen betrifft.

Basierend auf der Theorie von Mayer & Moreno (1998) wird dabei erwartet, daß Lerner, denen textuelle und bildliche Lehrmaterialien in audiovisueller Form (auditive Textpräsentation und visuelle Bildpräsentation) präsentiert werden, im Vergleich zu Lernern, denen dieselben Lehrmaterialien nur in visueller Form (visuelle Präsentation von Text und Bild) präsentiert werden, mehr Wissen sowohl in bezug auf die textuell präsentierte Information (Hypothese 1), als auch in bezug auf die bildlich präsentierte Information (Hypothese 2) erwerben.

## **2. Methode**

### *2.1 Versuchspersonen und Design*

Am Experiment nahmen 40 Schüler der gymnasialen Oberstufe eines Thüringer Gymnasiums teil (22 Jungen und 18 Mädchen). Das Durchschnittsalter der Schüler betrug 16;8 Jahre ( $SD = 0;10$ ). Als experimentelles Design wurde ein 2-Gruppen-Design mit einer unabhängigen Variable gewählt (Präsentationsmodalität: audiovisuell vs. nur visuell). Die Schüler wurden zufällig den zwei Untersuchungsgruppen zugewiesen ( $n_1$  (audiovisuell) = 20;  $n_2$  (nur visuell) = 20). Als abhängige Variablen wurde der Wissenserwerb mittels lehrzielorientierter Tests (Klauer, 1987) erhoben. Zur Kontrolle möglicher Vorwissenseffekte (Mayer, 1997) wurde vor der Bearbeitung des Lehrprogramms das domänenspezifische Vorwissen erhoben.

### *2.2 Material*

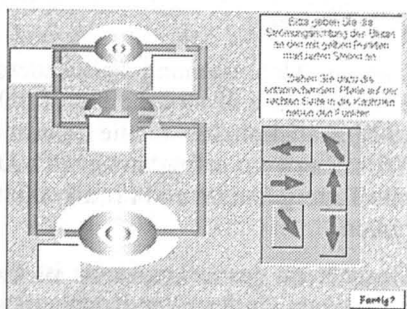
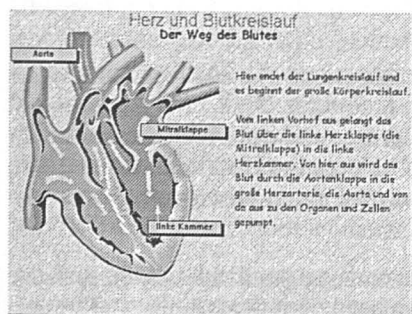
Das zur Untersuchung verwendete computerbasierte Lehrsystem „Herz-Kreislaufsystem“ wurde mit Toolbook-Instructor 2 für PC (Asymetrix, 1997) realisiert. Sowohl die Lehrmaterialpräsentation als auch die Tests zum Wissenserwerb erfolgten am PC. Die PC-Nutzung erfolgte mausgesteuert, alle Testergebnisse und Protokolldaten wurden automatisch vom System erhoben.

Gegenstand des Lehrsystems ist die Erläuterung der Bestandteile und der Funktionalität des Herz-Kreislaufsystems bezüglich der beteiligten Organe,

der Prozesse des Bluttransports (Druckaufbau, Strömungsbeeinflussung) sowie der elektrochemischen Prozesse der Herzerregung und ihrer elektrokardiographischen Ableitung. Das Programm besteht aus insgesamt 32 Bildschirmseiten, von denen 28 Seiten zum Lehrtext gehörten (plus vier Seiten mit Instruktionen). Jede Seite beinhaltet eine abgeschlossene Informationseinheit, die sowohl textuell/sprachlich als auch bildlich dargestellt ist. Die jeweiligen Inhalte sind dabei so gewählt, daß die textuell/sprachliche Information in erster Linie die beteiligten physiologischen Strukturen beschreiben (z.B. die Teile des Herzens), die zugehörige Bildinformation in erster Linie Informationen zu Prozessabläufen enthält (z.B. die Flussrichtung des Blutes; die Kontraktionsrichtungen des Herzens etc.). Dadurch sollte erreicht werden, daß sich die Informationsteile einerseits aufeinander beziehen, andererseits jedoch möglichst geringe inhaltliche Redundanz erzeugen. Alle verwendeten Grafiken sind realistische Bilder von mittlerem Realitätsgehalt (Schnotz, 1998) und enthalten neben ikonischen Deskriptoren (Pfeile, Punkte) vereinzelt auch sprachliche Beschreibungen (Fachtermini), soweit diese zum Verständnis der Bilder notwendig sind. Die Bildschirmpräsentation der textuellen und bildlichen Information erfolgt in zwei getrennten Bereichen des Bildschirms, bildliche Information jeweils in der linken, textuelle Information in der rechten Bildschirmhälfte. Die Operationalisierung der unabhängigen Variablen „Präsentationsmodalität“ erfolgte durch den Einsatz zweier Systemvarianten. In der Variante „nur visuell“ wurden bildliche und textuelle Information wie beschrieben simultan visuell präsentiert (Abbildung 1, links) in der Variante „audiovisuell“ wurde die textuelle Information ausgeblendet und statt dessen ein Audiofile eingespielt, in dem eine weibliche Stimme den jeweiligen Text vorlas. Die Präsentationszeiten wurde in beiden Varianten parallelisiert, indem die Präsentationsdauer einer Bildschirmseite jeweils der Länge des entsprechenden Audiofiles entsprach. Anschließend wurde die Seite automatisch weitergeblättert.

Abbildung 1:

Screenshots aus dem CBT „Herz-Kreislaufsystem“ (im Original farbig); links: Beispielseite aus dem Lehrmaterialteil der „nur visuellen“ Variante des CBT; rechts: Beispielseite aus dem Bildverständnistest.



### 2.3 Testaufgaben

Zur Überprüfung des Wissenserwerbs wurden zwei lehrzielorientierte Tests (Klauer, 1987) entwickelt, die den Wissenserwerb in bezug auf die gelesenen/gehörten Texte und die gesehenen Bilder getrennt abprüften. Die Aufgaben des ersten „Textverständnistests“ (TVT) wurden als vierstufige Multiple-Choice-Aufgaben des Typs  $n$  aus  $N$  entwickelt. Dabei konnten von den angebotenen 4 Antwortalternativen  $0 \leq n \leq 4$  Alternativen richtig sein. Der TVT wurde in zwei kriteriumsorientierten Parallelvarianten entwickelt. Jeder Test bestand aus 15 Items und enthielt insgesamt 30 richtige und 30 falsche Antwortalternativen. Anzahl und Position richtiger und falscher Antwortalternativen wurden über die Items randomisiert.

Der zweite „Bildverständnistest“ (BVT) zur Überprüfung des Wissenserwerbs in bezug auf die präsentierte Bildinformation wurde ebenfalls kriteriumsorientiert in Form von Drag & Drop-Aufgaben realisiert. Dabei wurde zunächst eine Zufallsauswahl von Grafiken aus dem Lehrsystem gezogen, und aus den ausgewählten Grafiken wurden alle Beschriftungen entfernt (Symbole und Bezeichnungen). Die so präparierten Grafiken wurden den Probanden mit der Instruktion präsentiert, die Bilder jeweils in Hinblick auf Symbole und Bezeichnungen zu ergänzen. Dabei stand Ihnen eine „Toolbox“ zur Verfügung, in der sich in ungeordneter Reihenfolge die fehlenden Bildelemente befanden. Die Probanden konnten diese mittels Mausclick markieren und an definierte Zielpositionen ziehen. Insgesamt wurden 6 Grafiken mit 24 zu ergänzenden Objekten gezeigt (Abbildung 1, rechts).

### 2.4 Durchführung

Die Untersuchung fand als parallele Einzeluntersuchung im Multimedia-Labor der beteiligten Schule an 10 Pentium-166-PC mit 15 Zoll Farbmonitoren statt. Die Präsentation der akustischen Komponenten erfolgte mittels Kopfhörer. Die Versuchspersonen wurden jeweils zufällig auf die verfügbaren Arbeitsplätze verteilt, auf denen jeweils eine der beiden Programmversionen installiert war. Die Installation der Versionen auf den einzelnen PCs wurde nach jeder Sitzung variiert. Die Untersuchung erfolgte im Rahmen der normalen Schulstunden des Informatikunterrichts ohne Zeitbegrenzung. Die durchschnittliche Untersuchungsdauer betrug ca. 60 Minuten. Die systemgesteuerte Präsentationszeit des Lehrsystems betrug 920 Sekunden.

Alle Probanden starteten das Programm gleichzeitig. Zunächst erschien ein Bildschirm zur Eingabe von Personenmerkmalen (Alter, Geschlecht), anschließend wurde der TVT-Vortest präsentiert. Die schriftliche Instruktion zu diesem Test forderte die Probanden auf, nicht zu raten und nur dann eine Antwort auszuwählen, wenn Sie sich der Richtigkeit der Antwort vollständig sicher seien. Nach Abschluss des Vortests erfolgte die Präsentation des Lehrmaterials in jeweils einer der beiden Varianten. Im Anschluß daran erfolgte die Präsentation der Aufgaben zum TVT-Nachtest und BVT in rando-

misiertes Reihenfolge. Dadurch erfolgte die Präsentation aller Aufgaben des Nachtests für jeden Probanden in einer anderen Reihenfolge.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Messwerte und Analyseverfahren

Die Bearbeitungszeiten der Testaufgaben wurden automatisch protokolliert. Zur Bewertung der Testleistungen im TVT wurde sowohl die Auswahl einer richtigen Antwort als auch die Nichtauswahl einer falschen Antwort mit einem Punkt bewertet. Die Auswahl einer falschen Antwort sowie die Nichtauswahl einer richtigen Antwort wurden mit einem Minuspunkt bewertet. Die Bewertung der Ergebnisse im BVT erfolgte analog für Auswahl bzw. Nichtauswahl eines Elements sowie richtige und falsche Positionierung im Bild. Zur Testauswertung wurden die erreichten Punktwerte getrennt nach Testteil summiert (TVT(Vor) und TVT(Nach): max. 60 Punkte; BVT: max. 24 Punkte). Als abhängige Variable in bezug auf den TVT wurde der Differenzwert (Leistungszuwachs) zwischen Vor- und Nachtest ermittelt.

Alle Signifikanztests wurden entsprechend der „Split-Attention-Hypothese“ einseitig auf einem Signifikanzniveau von  $\alpha = 0.05$  durchgeführt. Die statistischen Analysen zum Wissenserwerb erfolgten getrennt für beide abhängigen Variablen mittels t-Test.

#### 3.2 Ergebnisse

Die Bearbeitungszeit der Testaufgaben betrug bei der Versuchsgruppe „audiovisuell“ im Mittel 591.73 Sekunden ( $SD = 107.93$ ), bei der Versuchsgruppe „nur visuell“ 667.80 Sekunden ( $SD = 201.17$ ). Der Unterschied ist statistisch nicht signifikant ( $t = 1.547$ ).

Hinsichtlich des TVT-Vortests zeigten sich ebenfalls keine Unterschiede zwischen den Untersuchungsgruppen. Während die Versuchsgruppe „audiovisuell“ im Mittel 32.925 Punkte im Vortest erzielte ( $SD = 8.24$ ), erreichte die Versuchsgruppe „nur visuell“ im Mittel 32.625 Punkte ( $SD = 7.27$ ). Dieser Unterschied ist ebenfalls nicht signifikant ( $T(38) = .122$ ).

In bezug auf den Wissenszuwachs (TVT-Differenzwert) zeigte - in Übereinstimmung mit der „Split-Attention-Hypothese“ - die Versuchsgruppe „audiovisuell“ mit einem Zuwachs von 16.00 Punkten ( $SD = 8.28$ ) im Mittel einen höheren Anstieg der Leistungen vom TVT-Vortest zum TVT-Nachtest als die Versuchsgruppe „nur visuell“, deren mittlerer Wissenszuwachs 10.68 Punkte ( $SD = 9.71$ ) betrug. Der Unterschied ist statistisch signifikant ( $t(38)=1.87$ ;  $p=.035$ ;  $d = .59$ ). Hinsichtlich des Wissenserwerbs in bezug auf den BVT entsprechen die Ergebnisse jedoch nicht den theoretischen Erwartungen. Während die Probanden der audiovisuellen Präsentationsbedingung im Mittel 13.25 von 24 möglichen Punkten im BVT erreichten ( $SD = 3.37$ ),



erreichten die Probanden der nur visuellen Präsentationsbedingung 12.8 Punkte im BVT (SD = 3.16). Der Unterschied ist statistisch nicht signifikant ( $t(38) = .403$ ).

Die Ergebnisse der Untersuchung konnten damit unsere Hypothese nur zum Teil bestätigen. Während sich in bezug auf den Textverständnistest der erwartete Vorteil der audiovisuellen gegenüber der nur visuellen Lehrmaterialpräsentation, d.h. der „Split-Attention-Effekt“, zeigte, konnten wir diesen Effekt in bezug auf den Bildverständnistest nicht nachweisen, obwohl die statistische Power zur Aufdeckung eines Effektes in gleicher Höhe wie beim TVT durchaus noch als befriedigend anzusehen ist ( $n_1=n_2 = 20$ ;  $d = .59$ ;  $\alpha$  (einseitig) = .05;  $1 - \beta = .57$ ) (Cohen, 1988; Faul & Erdfelder, 1992). Eine kovarianzanalytische Auswertung, bei der die Leistung im TVT-Vortest als Kovariable einbezogen wurde, zeigte darüber hinaus keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der Leistung im TVT-Vortest und der Leistung im BVT ( $F = .591$ ;  $p = .447$ ), ebenso keinen signifikanten Haupteffekt der Form der Lehrmaterialpräsentation (audiovisuell versus nur visuell) auf die Leistung im BVT ( $F = .388$ ;  $p = .537$ ).

Die gefundenen, statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen hinsichtlich des TVT lassen sich darüber hinaus weder auf unterschiedliche Lernzeiten (die programmbedingt identisch waren), noch auf verschieden lange Bearbeitungszeiten der Testaufgaben zurückführen, deren Unterschied sich, wie gezeigt, als statistisch nicht bedeutsam erwiesen hat.

#### 4. Diskussion

Die Befunde des Experiments zeigen, daß sich der nach Mayer & Moreno (1998) zu erwartende „Split-Attention-Effekt“ auch in umfangreichen multimedialen Lehr-Lernsystemen dann nachweisen läßt, wenn der Wissenserwerb bezüglich der textuell/sprachlich präsentierten Information betrachtet wird. Wird hingegen das erworbene Wissen in bezug auf die bildlich präsentierte Information betrachtet, unterscheiden sich die Probanden der beiden Präsentationsbedingungen nicht.

Wie läßt sich das Ausbleiben des Effektes in bezug auf die Bildinformation erklären?

Geht man in Übereinstimmung mit der von Mayer & Moreno (1998) vorgeschlagenen Theorie davon aus, daß (1) die Probanden der nur visuellen Präsentationsbedingung in bezug auf ihr visuelles Arbeitsgedächtnis kognitiv höher belastet waren (durch die visuelle Präsentation von Text und Bild) als die Probanden der audiovisuellen Bedingung (denen nur die Bilder visuell präsentiert wurden) und daß (2) der Wissenserwerb in Zusammenhang steht mit der Höhe der kognitiven Belastung, dann folgt aus unseren Daten, daß die für die Verarbeitung der *bildlichen Information* zur Verfügung stehende kognitive Kapazität in beiden Präsentationsbedingungen annähernd gleich

gewesen sein muß, wogegen die für die Verarbeitung der *textuellen Information* verfügbare kognitive Kapazität bei den Probanden der nur visuellen Präsentationsbedingung deutlich geringer war als bei den Probanden der audio-visuellen Lehrmaterialpräsentation. Bei nur visueller Präsentation von Texten und Bildern verfügen die Probanden also offensichtlich über nicht genügend Kapazität, um sowohl die bildliche als auch die textuelle Information simultan vollständig zu verarbeiten (*cognitive overload*). Die erhaltenen Befunde lassen sich dahingehend interpretieren, daß die Probanden bei ausschließlich visueller Darbietung von bildlichen und textuellen Lehrmaterialien ihre Aufmerksamkeit auf die Bildinformation fokussieren und die visuell präsentierten Texte vernachlässigen.

Die aufmerksamkeitslenkende Funktion von Bildern ist im übrigen ein empirisch gut gesicherter Befund (vgl. Peek, 1994), der in vielen Anwendungen systematisch zur Förderung des Wissenserwerbs eingesetzt wird. In der von uns durchgeführten Untersuchung scheint diese Aufmerksamkeitslenkung einen selektiven „Split-Attention-Effekt“ hervorzurufen, indem die Aufmerksamkeit des Lernalers auf die Bildinformation hin und von der Textinformation weg gelenkt wird. Dadurch steht genügend kognitive Kapazität zur erfolgreichen Bearbeitung der bildlichen Information zur Verfügung, nicht jedoch zur Verarbeitung der textuellen Information. Die kognitive Überlastung und die dadurch induzierte und aus instruktionaler Perspektive wenig wünschenswerte Aufmerksamkeitsfokussierung bei rein visueller Informationspräsentation wird allerdings in der audiovisuellen Präsentationsbedingung durch die Verteilung der Information auf das auditive und das visuelle Arbeitsgedächtnis vermieden. Während die Bilder in diesem Fall visuell verarbeitet werden, können die gesamten verfügbaren Aufmerksamkeitsressourcen des auditiven Systems auf die Verarbeitung der Texte verwendet werden. Dies resultiert in einem deutlichen Anstieg des diesbezüglichen Wissenserwerbs in der audiovisuellen Präsentationsbedingung.

Einerseits zeigen die Ergebnisse unserer Untersuchung also in Übereinstimmung mit den bislang vorliegenden Arbeiten, daß die audiovisuelle Präsentation von bildlichen und textuellen Lehrmaterialien zur Reduktion der kognitiven Belastung beim Lerner führen. Andererseits legen unsere Ergebnisse darüber hinaus aber nahe, daß die „Split-Attention-Hypothese“ nicht im Sinne einer gleichmäßigen Aufmerksamkeitsverteilung auf bildliche und textuelle Information verstanden werden kann, sondern eher zu einer Aufmerksamkeitsfokussierung auf eine jeweils dominierende Informationsart zu führen scheint.

Inwieweit sich diese Hypothese bestätigen läßt, müssen weitere Untersuchungen zeigen. Hierbei bietet sich unseres Erachtens neben der instruktionalen Aufmerksamkeitslenkung (z.B. in der Form, daß der Lerner darauf hingewiesen wird, daß die textuelle Information besonders wichtig sei) auch eine direkte Beobachtung des Lernerverhaltens (z.B. mit Hilfe von Blickbewegungsmessungen) an.

## Literatur

- Asymetrix (1997). *Toolbook Instructor II* (Computer Programm für PC). Bellevue, WA (USA): Asymetrix Learning Systems, Inc.
- Brünken, R., Steinbacher, S. & Leutner, D. (2000). Räumliches Vorstellungsvermögen und Lernen mit Multimedia. In: D. Leutner & R. Brünken (Hg.). *Neue Medien in Unterricht, Aus- und Weiterbildung* (37-46). Münster: Waxmann.
- Brünken, R., Steinbacher, S., Schnotz, W. & Leutner, D. (2001). Mentale Modelle und Effekte der Präsentations- und Abrufkodalität beim Lernen mit Multimedia. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 15, 16-27.
- Baddeley, A.D. (1986). *Working Memory*. Oxford (U.K.): Oxford University Press.
- Chandler, P. & Sweller, J. (1991). Cognitive load theory and the format of instruction. *Cognition and Instruction*, 8, 293-332.
- Cohen, J. (1998). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2. ed.). Hillsdale: Erlbaum.
- Faul, F. & Erdfelder, E. (1992). *GPOWER: A priori, post-hoc and compromise power analysis for MS-DOS* (Computer Programm für PC). Bonn: Universität Bonn, Institut für Psychologie.
- Klauer, K. J. (1987). *Kriteriumsorientierte Tests*. Göttingen: Hogrefe.
- Mayer, R. E. (1997). Multimedia learning: are we asking the right questions? *Educational Psychologist*, 32, 1-19.
- Mayer, R.E., Moreno, R., Boire, M. & Vagge, S. (1999). Maximizing constructivist learning from multimedia communications by minimizing cognitive load. *Journal of Educational Psychology*, 91, 638-643.
- Mayer, R.E. & Moreno, R. (1998). A split-attention effect in multimedia learning: evidence for dual processing systems in working memory. *Journal of Educational Psychology*, 90, 312-320.
- Moreno, R. & Mayer, R.E. (1999). Cognitive principles of multimedia learning: the role of modality and contiguity. *Journal of Educational Psychology*, 91, 358-368.
- Mousavi, S.Y., Low, R. & Sweller, J. (1995). Reducing cognitive load by mixing auditory and visual presentation modes. *Journal of Educational Psychology*, 87, 319-334.
- Paivio, A. (1986). *Mental representations: a dual coding approach*. New York: Oxford University Press.
- Peeck, J. (1994). Wissenserwerb mit darstellenden Bildern. In B. Weidenmann (Hrsg.), *Wissenserwerb mit Bildern* S. 59-94). Bern: Huber.
- Pyter, M. & Issing, L. (1996). Textpräsentation in Hypertext - Empirische Untersuchung zur visuellen und audiovisuellen Sprachdarbietung in Hypertext. *Unterrichtswissenschaft*, 2, 177-186.
- Schnotz, W. (1998). Visuelles Lernen. In D.H. Rost (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie* (S. 556-560). Weinheim: Beltz.
- Weidenmann, B. (1997). Multimedia: Mehrere Medien, mehrere Codes, mehrere Sinneskanäle? *Unterrichtswissenschaft*, 25, 197-206.

## Anhang

*Beispielaufgaben des Textverständnistests (kursiv: falsche Antworten).*

- Was sind die Aufgaben des Blutes?
  - Transport von Sauerstoff
  - Transport von CO<sub>2</sub>
  - Transport von Stoffwechselabfallprodukten
  - Transport von Neurotransmittern

- Leiten Arterien ...
  - Blut vom Herzen weg
  - Blut dem Herzen zu
  - *Sauerstoffreiches Blut dem Herzen zu*
  - *Sauerstoffarmes Blut vom Herzen weg*
- Wo befindet sich die Aortenklappe?
  - Zwischen der linken Herzkammer und der Aorta
  - *Zwischen der großen Hohlvene und dem rechten Vorhof*
  - *Zwischen dem rechtem Vorhof und rechter Herzkammer*
  - *Zwischen dem linken Vorhof und der linken Herzkammer*
- Was passiert während der Austreibungsphase?
  - Die Taschenklappen öffnen sich
  - Blut wird in die Kreisläufe gepumpt
  - *Die AV-Klappen öffnen sich*
  - *Blut wird in die Herzkammern gepumpt*
- Wie gelangt das sauerstoffreiche Blut in den Körperkreislauf?
  - Durch die Aorta
  - Durch die große Herzarterie
  - *Durch die große Hohlvene*
  - *Durch die obere Herzarterie*
- Wodurch wird die Funktion des Herzens reguliert?
  - Durch das Nervensystem
  - Durch die Tätigkeit des Sinusknotens
  - *Durch den Bedarf an Nährstoffen*
  - *Durch den Bedarf an Sauerstoff*
- Was wird durch das EKG gemessen?
  - Die elektrische Erregung des Herzens
  - Die Ausbreitung der elektrischen Erregung am Herzen
  - *Die Kontraktion des Herzens*
  - *Der Kontraktionszustand des Herzens*

Anschrift der Autoren:

Dr. Roland Brünken, Prof. Dr. Detlev Leutner

Universität Erfurt, Lehrstuhl für Instruktionspsychologie

Postfach 90 02 21, 49105 Erfurt

Telefon: 0361 737 1405, email: [bruenken][leutner]@ipsych.ph-erfurt.de.

Das Computerprogramm „Herz-Kreislauf“ wurde von Dr. Roland Brünken, Tobias Gall und Katja Mayer, Lehrstuhl für Instruktionspsychologie, PH Erfurt, entwickelt.