

Ulrike Unterbruner & Gernot Unterbruner

Wirkung verarbeitungsfördernder multimedialer Programmgestaltung auf den Lernprozess von 10- bis 12-Jährigen

Zusammenfassung

Aufbauend auf der Theorie zum Multimedia-Lernen nach Mayer (2001) und der Cognitive-Load-Theorie wurde ein multimediales Forschungsmodul (Vögel des Waldes) für 10- bis 12jährige Kinder konzipiert und auf seine Lernwirksamkeit untersucht. Mit dem stärker verarbeitungsfördernden Design der Versuchsgruppe erzielten die Versuchspersonen signifikant höhere Lernzuwächse. Subjektive Einschätzungen wie Spaß beim Bearbeiten oder eine generelle Akzeptanz für neue Medien zeigten hingegen keinen Einfluss auf den Lernerfolg.

Abstract

Based on the cognitive theory of multimedia learning (Mayer 2001) and the cognitive load theory a multimedia module (birds of the forest) was constructed for 10- to 12year old children. It was investigated whether the program was able to enhance learning. The experimental group learned significantly better through a design concentrating on information processing. Subjective factors like fun while playing the program or a general acceptance for new media did not show any influence on the learning process.

Theoretische Grundlagen der Multimedia-Gestaltung

Ausgehend von der Theorie der dualen Kodierung von Paivio (1986, Clark & Paivio 1991) hat Mayer (2001) seine Theorie zum Multimedia-Lernen formuliert, die zahlreiche Ansatzpunkte für die Konstruktion von multimedialen Lernangeboten liefert (vgl. Abb. 1). Danach kann Information verbal (words) und piktoral (pic-

erschienen in:

Klee, r., Sandmann, A., Vogt, H. (Hrsg.) (2005).
Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik. Band 2.
Innsbruck, Wien, Bozen: StudienVerlag, S. 181-194

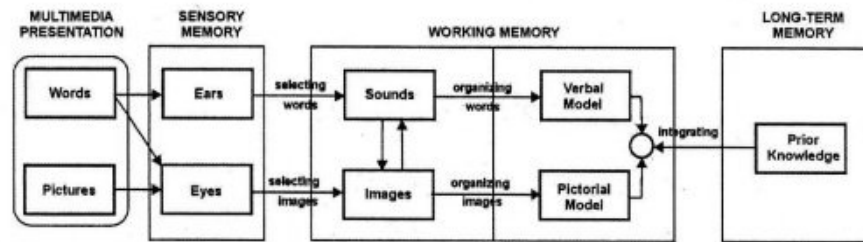


Abb. 1: Kognitive Theorie des Multimedia-Lernens nach Mayer (2001, S. 44)

tures) vorliegen und wird über einen visuellen bzw. auditiven Kanal aufgenommen. Bei Sprache (Text oder gesprochenes Wort) ist sowohl eine visuelle wie auch auditive Verarbeitung möglich. Im Arbeitsgedächtnis (working memory) gibt es zwei Verarbeitungssysteme (auditory/verbal und visual/pictorial channel), die in enger Wechselwirkung arbeiten. Durch Selektions- und Organisationsprozesse werden piktorale bzw. verbale Modelle (vgl. propositionales Modell, Schnotz/Bannert 1999) gebildet. Durch Integration mit im Langzeitgedächtnis (long-term memory) vorliegendem Vorwissen (prior knowledge) werden entsprechende kohärente mentale Modelle konstruiert.

Der textuellen/propositionalen und pictoralen Verarbeitung sind dabei durch das Arbeitsgedächtnis Grenzen gesetzt. Die Cognitive Load Theorie (CLT; vgl. Sweller 1999, 2002, Sweller et al. 1998, Paas et al. 2003) liefert eine gute theoretische Basis für die Analyse von Lernprozessen in multimedialen Lernumgebungen. Sowohl die Struktur der Information als auch die „kognitive Architektur“ der Lerner stehen im Mittelpunkt des Interesses. Es wird von 3 Formen von „Cognitive Load“ ausgegangen: intrinsic, extraneous und germane load*) (vgl. Paas, Renkl & Sweller 2003, Renkl & Atkinson 2003).

„Intrinsic load“ ist abhängig vom jeweiligen Material, seinem Schwierigkeits- bzw. Komplexitätsgrad und den individuellen Voraussetzungen des Lernalters und ist somit nicht veränderbar. Die Art der Informationspräsentation hingegen kann einen ineffektiven „extraneous load“ erzeugen, indem das Arbeitsgedächtnis mit Aktivitäten blockiert wird, die mit den eigentlichen Verarbeitungsprozessen nichts zu tun haben. „Extraneous load“ behindert Lernen und führt zu „cognitive overload“, der Überforderung des Lernalters auf Grund der begrenzten Kapazität

* Mayer/Moreno (2003) bevorzugen die Termini representational holding (intrinsic load), incidental processing (extraneous load) und essential processing (germane load).

des Arbeitsgedächtnisses. Die Vermeidung von „extraneous load“ durch geeignete Instruktionsdesigns ist daher von zentraler Bedeutung und umso entscheidender, je größer der „intrinsic load“ eines multimedialen Lernangebotes ist.

Der anzustrebende, lernfördernde „germane load“ wird ebenfalls vom Material bestimmt und setzt ein Instruktionsdesign voraus, das der Architektur des menschlichen Lernens gerecht wird und somit den Aufbau mentaler Modelle und Automation unterstützt. An der Entwicklung von Messinstrumenten für cognitive load wird gearbeitet (vgl. z.B. Paas et al. 2003, Brünken et al. 2003).

„Instructional designers have come to recognize the need for multimedia instruction that is sensitive to cognitive load.“

Zahlreiche Forschungsergebnisse unterstreichen diese Forderung von Mayer/Moreno (2003, S. 43) und bieten gleichzeitig praktikable Richtlinien zur Vermeidung von „cognitive overload“ bei der Konstruktion multimedialer Lernangebote.

Häufig entstehen Probleme durch Überforderung der Lernenden bzw. deren Arbeitsgedächtnis durch parallele und/oder überfrachtete Darbietung von Informationen. Der „split attention effect“ beispielsweise, eine Überforderung der kognitiven Kapazität durch Darbietung der Informationen in nur einem Kanal (z.B. Animation und *geschriebener* Text) lässt sich durch „off-loading“ verhindern (z.B. Animation und *gesprochenen* Text; vgl. auch Cooper 1998). Gegen Überfrachtung einer multimedialen Einheit mit nicht wirklich nötiger Information (z.B. zusätzliche Bilder oder Texte, Hintergrundmusik) wird empfohlen sich auf diejenigen Informationen zu beschränken, die für den intendierten Lernprozess unerlässlich sind (vgl. auch „coherence principle“, Mayer 2001). Bei Thematiken mit einem hohen „intrinsic load“ kann ein Segmentieren der Informationen kombiniert mit einer individuellen Steuerung der Verarbeitungsgeschwindigkeit lernfördernd sein, ebenso wie ein voraus gegangenes Training grundlegender Elemente bzw. Komponenten, die in einer multimedialen Einheit gebraucht werden. Durch Berücksichtigung derartiger Gestaltungsprinzipien kann „extraneous“ und zum Teil auch „intrinsic load“ reduziert werden, was Kapazitäten der Lerner für die tatsächliche Informationsverarbeitung freistellt.

Allerdings zeigen Untersuchungen (vgl. Kalyuga et al. 2003), dass multimediale Instruktionen nicht für alle Lerner gleich zu bewerten sind. Verarbeitungsanregende Designs, die bei Lernern mit geringem themenspezifischem Vorwissen cognitive load reduzieren, können diesen bei erfahrenen Lernern (Experten) erhöhen. Dieser „expertise reversal effect“ lässt sich – so Kalyuga et al. (2003) – nur vermeiden, indem Instruktionsdesigns bzw. Lernumgebungen (noch) stärker auf das Niveau der intendierten Lerner abgestimmt werden. Schnotz & Bannert (1999)

weisen auch darauf hin, dass eine Kombination von Bild und Text in (multimedialen) Lernumgebungen nicht per se erfolgreich sei. Forschungsergebnisse zeigen, dass Visualisierungen besonders für schlechte Leser und Lerner mit geringem Vorwissen hilfreich sind. Gute Leser mit höherem Vorwissen können durch Hinzufügen einer nicht anforderungsadäquaten Visualisierung zu einem Text bei der Konstruktion eines mentalen Modells aber auch gestört werden.

Forschungsanlage

In der vorliegenden Untersuchung geht es um die Auswirkungen unterschiedlicher Programmdesigns auf den Wissenszuwachs der Lerner. Dabei wird ein Programmteil in seiner Lernwirksamkeit untersucht, bei dem Informationen über Videoteile, Bilder, Text und Ton in einer verarbeitungsfördernden Art präsentiert werden und deren Abfolge zum Teil vom Benutzer gesteuert werden kann. Außerdem werden die Art des Benutzerverhaltens, diverse Lernermerkmale, sowie Einschätzungen der Lerner zum Lernprozess und zum Programm in ihren Auswirkungen und auf mögliche Zusammenhänge hin untersucht (vgl. Abb. 2).

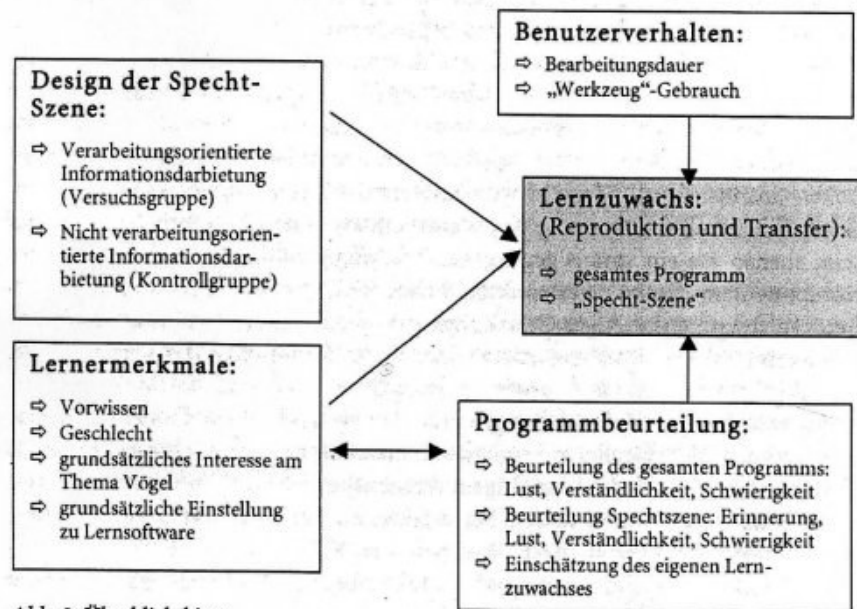


Abb. 2: Überblickskizze

Zur Konstruktion des Forschungsmoduls

Das Modul wurde für die Altersgruppe der 10- bis 12jährigen entwickelt. Es enthält in 9 „Szenen“ altersadäquate Informationen über Vögel wie auch ökologisch relevante Informationen über Spechte und Eulen. Es wurde aufbauend auf vorangegangenen Arbeiten konzipiert, in denen Programmaufbau, Navigation, aktivierende Elemente und Aufgabenstellungen formativ evaluiert worden sind (vgl. Unterbruner & Unterbruner 2002, Unterbruner 1999). Elemente, die sich als förderlich für eine aktive Informationsaufnahme herausgestellt hatten – wie „Werkzeuge“ (Lupe, Fernglas, Zauberbrille u.a.) und „Hypothesenfragen“ –, wurden wiederum eingesetzt. Die Leitfigur in Form eines Kobolds, der den Benutzer persönlich anspricht, wurde ebenfalls beibehalten. Auch Mayer (2001, 188) verweist unter Bezugnahme auf Reeves & Nass (1996) auf positive Effekte bei direkter Ansprache des Multimedia-Nutzers: Versuchspersonen engagieren sich stärker mit dem Gefühl sich in einer sozialen Interaktion zu befinden.

Bei der Gestaltung des Moduls (Versuchs- und Kontrollgruppe) wurden die Prinzipien des Multimedia-Designs (Mayer 2001, Mayer & Moreno 2003) berücksichtigt. So wurden Text und Abbildungen in räumlicher und zeitlicher Nähe präsentiert (spatial and temporal contiguity principle), Informationen auch akustisch angeboten (modality principle) und es erfolgte eine Konzentration auf die zentralen Inhalte (coherence principle), um „cognitive overload“ zu vermeiden.

Im Mittelpunkt des Forschungsinteresses stand der Programmteil, der Informationen zu Körperbau und Lebensweise der Spechte enthält („Specht-Szene“). Diese Informationen werden mittels einer Video-Sequenz, schriftlicher Informationen und zusätzlicher Abbildungen präsentiert. Für die Versuchsgruppe werden diese Informationen *verarbeitungsorientiert* dargeboten:

- Bei der Wiederholung der Videosequenz werden die Informationen im Sinne des „segmenting“ (Mayer & Moreno 2003) schrittweise dargeboten. Die Abfolge der Informationseinheiten bzw. die Bearbeitungsdauer wird individuell gesteuert.
- Direkte Bezüge zwischen Text und Video-Sequenz bzw. Abbildungen werden hergestellt und durch Pfeile verdeutlicht.
- „Werkzeuge“ unterstützen die aktive Informationsaufnahme.
- Die Leitfigur des Programms (Kobold) stellt problemorientierte Fragen zu den einzelnen Segmenten und gibt eine zusammenfassende Wiederholung am Ende dieses Programmteils (vgl. Modelling).

Die „Specht-Szene“ für die Kontrollgruppe war vom Inhalt her identisch und enthielt dieselbe Video-Sequenz, dieselben Abbildungen und Informationen wie die Versuchsgruppe. Allerdings wurden Video-Sequenz, Abbildungen und Text nicht in der verarbeitungsorientierten Form präsentiert, sondern auf „einen Blick“ nebeneinander dargeboten. Die Bearbeitungsdauer war wie bei der Kontrollgruppe individuell zu steuern.

Zu Lernermerkmalen

Zahlreiche Untersuchungen zeigen, dass bei der Computernutzung geschlechtsspezifische Unterschiede existieren. Weibliche Personen nutzen demzufolge Computer weniger intensiv und haben eine weniger positiv computerbezogene Einstellung als männliche (vgl. z.B. Dickhäuser 2001, Feierabend & Klingler 1998, Deutsche Shell 2000). Auch Krüger (2002) stellt im Rahmen seiner Untersuchung zum computergestützten Gentechnik-Unterricht in der Sekundarstufe II fest, dass Mädchen Computer im Allgemeinen signifikant seltener nutzen als Jungen. Die Erwartungen an den PC-gestützten Gentechnikunterricht konzentrierten sich bei den Jungen stärker auf die Arbeit mit dem Computerprogramm, bei den Mädchen hingegen auf die inhaltliche Auseinandersetzung mit dem Thema Gentechnik. Bestimmend für das Wissen, das die Jugendlichen über gentechnische Inhalte erwarben, waren allerdings nur die Faktoren Schulleistung und Interesse an der Gentechnik.

Befragungen von jüngeren Kindern zeigen weniger ausgeprägte geschlechtsspezifische Unterschiede. Jungen und Mädchen im Alter von 6 bis 13 Jahren erklären sich der Studie „Kinder und Medien 2002“ zu folge zu 67 % bzw. 59 % als PC-Nutzer.

Während sich beim Surfen im Internet kaum geschlechtsspezifischen Unterschiede zeigen, gibt es doch klare Präferenzen bei der Art der PC-Nutzung für Jungen (Computerspiele, Programmieren) und für Mädchen (Texte Schreiben, Nachschlagewerk, Lernprogramme, Chatten; vgl. Shell 2000, Feierabend/Klingler 1998, Kinder und Medien 2002).

Das vorliegende Forschungsmodul fällt in die Kategorie Lernprogramme/edutainment. Es war daher interessant zu erfahren, ob Jungen und Mädchen unterschiedlich darauf reagieren, unterschiedlich damit arbeiten würden und ob dies Auswirkungen auf deren Lernprozesse haben würde.

Interesse als gegenstandsbezogener Teil der Motivation (vgl. Krapp & Prenzel 1992) kann die Rezeption des Programms ebenso beeinflussen wie eine grundsätzlich positive oder negative Einstellung zu Lernsoftware. Die SchülerInnen wur-

den daher gefragt, ob sie sich grundsätzlich für diese Thematik (Vögel und andere Tiere des Waldes) interessieren würden.

Das Vorwissen spielt bei Lernprozessen generell eine bedeutsame Rolle. Im Sinne der Cognitive Load Theory erhöht themenspezifisches Vorwissen die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses und führt daher weniger rasch zum „cognitive overload“. Mehr Vorwissen lässt daher intensivere Lernprozesse erwarten. „Experten“, für die ein „expertise reversal effect“ eintreten könnte, waren nicht zu erwarten, da die 11jährigen Versuchspersonen bis zum Zeitpunkt der Untersuchung keinen systematischen Unterricht zu den Vögeln des Waldes (Spechte, Eulen) gehabt hatten. Dennoch war ein unterschiedlich hohes Vorwissen aus dem Sachunterricht der Volksschule, aus Medien und/oder Familie anzunehmen.

Zur Programmbeurteilung

Hier ging es um die Evaluation des Programms durch die SchülerInnen. Von Interesse war einerseits wie groß die Akzeptanz für das Forschungsmodul war (Spaß beim Bearbeiten) und wie die 11jährigen ihre Lernleistung subjektiv eingeschätzten. Auch galt es Feedback über Verständlichkeit und über den Grad der Anstrengung beim Bearbeiten zu erhalten – für das gesamte Programm wie auch für die „Specht-Szene“ bei Versuchs- und Kontrollgruppe im Einzelnen. Andererseits sollte aber auch überprüft werden, ob Zusammenhänge zwischen diesen subjektiven Programmbeurteilungen und dem jeweiligen Wissenszuwachs existierten.

Fragestellungen zur Untersuchung

Im Mittelpunkt stand, was und wie Kinder mit dem Programm lernen. Im Detail lauteten die Fragen:

- Beeinflusst das Multimedia-Design den Wissenszuwachs?
- Unterscheiden sich die Wissenszuwächse in Abhängigkeit von Geschlecht und Vorwissen, von grundsätzlichem Interesse für die Thematik und Akzeptanz von Lernsoftware?
- Spielen subjektive Einschätzungen der Versuchspersonen eine Rolle hinsichtlich des Wissenszuwachses?

Untersuchungsdesign und Methodik

Die Untersuchung wurde mit 11-jährigen Mädchen und Jungen aus Salzburger Gymnasien durchgeführt (n = 139; 46 Mädchen, 93 Jungen).

Ein Vortest diente der Erhebung des Vorwissens der SchülerInnen zu den Programminhalten. Mit einem strukturierten free recall-Test, der 9 allgemein formulierte, offene Fragen zu den 9 „Szenen“ enthielt, wurde das aktiv verfügbare Wissen erhoben. Die Ergebnisse wurden inhaltsanalytisch ausgewertet, die Kategorien in Bezug auf die im Modul existierenden Informationseinheiten definiert.

Zwei Wochen später bearbeiteten die SchülerInnen in Einzelarbeit das Programm. Ihre Bearbeitungsdauer wie auch der Gebrauch der „Werkzeuge“ wurden mit einem im Hintergrund laufenden Programm, dem sog. Navigationsprotokoll, dokumentiert. Unmittelbar im Anschluss an die Bearbeitung wurde den SchülerInnen ein Fragebogen zur Beurteilung des gesamten Programms wie auch der „Specht-Szene“ im Besonderen vorgelegt, in dem es um Verständlichkeit, Schwierigkeit, Lustgewinn, eigene Einschätzung des Lernzuwachses, grundsätzliches Interesse am Thema, grundsätzliche Einstellung zu Lernsoftware ging.

Zwei Wochen später erfolgte der Nachtest zur Erhebung des Wissenszuwachses. Dieser Nachtest war identisch mit dem Vortest (strukturierter free recall-Test, vgl. „retention“, Abb. 3) und wurde ergänzt durch zwei weitere Fragen, in denen die Anwendung des in der „Specht-Szene“ erworbenen Wissens intendiert war (vgl. „transfer“, Abb. 3). So mussten die SchülerInnen beispielsweise ihr Wissen über den Zusammenhang von Körperbau und Lebensweise beim Specht auf einen anderen Vogel (Baumläufer) übertragen.

Der Wissenszuwachs durch die Bearbeitung des Programms wurde durch den Vergleich zwischen Vor- und Nachtest eruiert (= Differenz der in Vor- und Nachtest genannten Informationseinheiten). Die Daten wurden mittels t-Tests und Varianzanalysen geprüft, Korrelationen wurden errechnet.

Vortest	Strukturierter free recall-Test Inhaltsanalytische Auswertung
Nach 2 Wochen: Bearbeitung des Programms, unmittelbar anschließend: Nachtest 1	Navigationsprotokoll Fragebogen zur Programmbeurteilung
Nach 2 Wochen: Nachtest 2	Strukturierter free recall-Test analog Vortest + 2 Transfer-Fragen; Inhaltsanalytische Auswertung; Statistische Auswertung (Varianzanalysen, t-Tests)

Abb. 3: Untersuchungsdesign und Methodik

Ergebnisse

Der Wissenszuwachs war bei den SchülerInnen der Versuchsgruppe – bezogen auf das gesamte Programm – mit $M = 3,56$ signifikant höher als bei der Kontrollgruppe mit $M = 1,69$ ($p < .01$). Auch bei den Wissenszuwächsen bei der „Specht-Szene“ allein lagen die Mittelwerte der Versuchsgruppe ($M = 1,05$) deutlich über denen der Kontrollgruppe ($M = 0,24$) ($p < .01$).

Geschlechtsspezifische Unterschiede bezüglich Wissenszuwachs ließen sich feststellen: Die Mädchen hatten signifikant höhere Wissenszuwächse. Es gab allerdings keine „Interaktionen“ zwischen Geschlecht einerseits und Versuchs-/Kontrollgruppe andererseits, d.h. dass das Programm für Mädchen und Jungen gleichermaßen wirkt.

Die SchülerInnen wurden entsprechend ihres Vorwissens in drei Cluster eingeteilt („sehr gutes“, „gutes“ und „wenig“ Vorwissen). SchülerInnen aller drei Cluster zeigten signifikante Zuwächse beim Wissenszuwachs, allerdings sind die Unterschiede zwischen den Clustern nicht signifikant. Tendenziell scheinen die SchülerInnen mit „wenig Vorwissen“ am meisten zu profitieren. Hingegen hatten SchülerInnen mit „sehr gutem Vorwissen“ in der Versuchsgruppe geringere Wissenszuwächse als jene mit „schlechtem Vorwissen“ und in der Kontrollgruppe zeigte sich kaum einen Wissenszuwachs (vgl. Abb. 4).

Die Beantwortung der Transfer-Aufgaben korreliert mit dem Wissenszuwachs: Die SchülerInnen mit höherem Wissenszuwachs beantworteten auch die Transfer-Fragen häufiger richtig. Hier besteht allerdings kein Unterschied zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe. Versuchspersonen mit „sehr gutem Vorwissen“ beantworteten die Transfer-Fragen signifikant besser als diejenigen mit „schlechtem Vorwissen“ (Vorwissen als Prädiktor für Problemlöseleistung – vgl. z.B. Kroß & Lind 2000, Lind & Friege 2003).

Das Interesse an der Thematik (Vögel und andere Tiere des Waldes) war bei den Mädchen größer als bei den Jungen. 76 % der Mädchen, die „viel“ und „sehr viel“ Interesse äußerten, standen 54 % der Jungen gegenüber. Die Frage nach der grundsätzlichen Einstellung zu Lernsoftware wurde sehr positiv beantwortet: 89 % der Mädchen und 74 % der Jungen glaubten, dass sie mit solchen und ähnlichen Computerprogrammen „sehr gut“ und „gut“ lernen können. Es existieren aber keine Korrelationen zwischen Interesse bzw. Einstellung zu Lernsoftware und dem Wissenszuwachs.

Die Akzeptanz des Programms war sehr hoch. Insgesamt gaben 70 % der SchülerInnen an, dass ihnen das Bearbeiten des Programms „sehr viel“ und „viel“ Spaß gemacht hatte. Mädchen waren bei ihrer Beurteilung euphorischer: 71 % äußerten „sehr viel“ Spaß, bei den Jungen sind dies nur 38 %. Versuchs- und

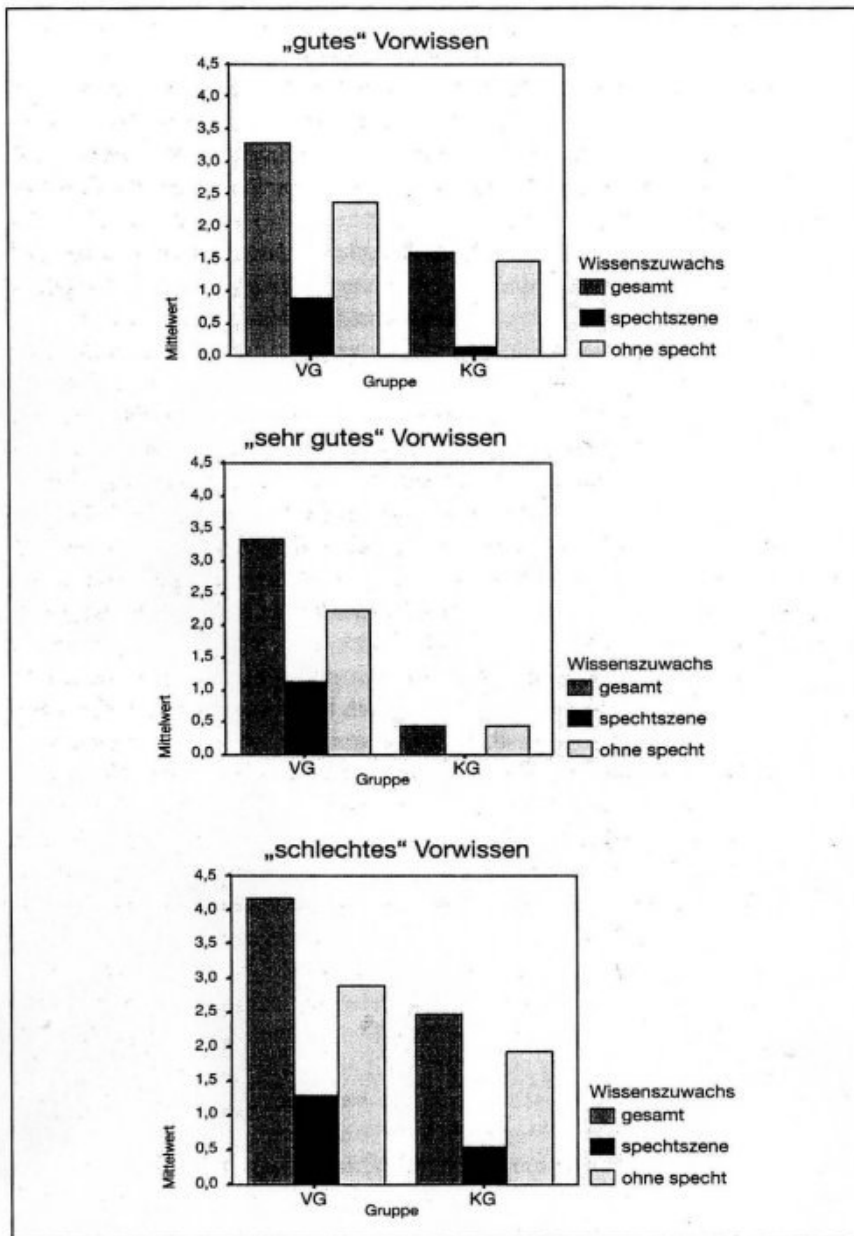


Abb. 4: Wissenszuwachs in Relation zum Vorwissen (Mittelwerte, n = 139)

Kontrollprogramm wurden hingegen gleichermaßen erlebt, „sehr viel“ Spaß wurde von 47 % der SchülerInnen der Versuchsgruppe und von 51 % der Kontrollgruppe geäußert.

Wer viel Spaß beim Durcharbeiten des Moduls hatte, glaubte auch, viel gelernt zu haben. Es korrelieren aber weder Spaß noch subjektive Lerneinschätzung mit dem tatsächlichen Wissenszuwachs.

Die Verständlichkeit des Programms wurde hoch eingeschätzt, analog dazu empfanden zwei Drittel der SchülerInnen die Arbeit mit dem Programm auch nicht als anstrengend.

Das Benutzerverhalten beeinflusste den Wissenszuwachs: SchülerInnen, die sich länger mit dem Programm beschäftigten, verzeichneten einen höheren Wissenszuwachs. Die Bearbeitungsdauer war insgesamt kürzer als erwartet. Mädchen brauchten im Durchschnitt 11,5 Minuten, Jungen hingegen nur knapp 9 Minuten (erwartete Bearbeitungsdauer: ca. 15 Minuten).

Die Versuchspersonen der Versuchsgruppe investierten im Durchschnitt 10,3 Minuten, die der Kontrollgruppe 9 Minuten.

Diskussion der Ergebnisse

Die verarbeitungsorientierte Darbietungsform im Modul der Versuchsgruppe kann als lernfördernd betrachtet werden. Durch die Art der Segmentierung der Informationen und durch die Elemente zur Förderung aktiver Informationsaufnahme ist es offensichtlich gelungen, „germane load“ zu erzeugen bzw. die Entstehung von „cognitive overload“ zu reduzieren.

Interessant ist die Auswirkung des verarbeitungsorientierten Programmtails auf die Rezeption des gesamten Kapitels. Die SchülerInnen der Versuchsgruppe hatten signifikant höhere Wissenszuwächse nicht nur bei der „Specht-Szene“, der dritten von insgesamt 9 Szenen, sondern auch höhere Wissenszuwächse bei den darauf folgenden 6 weiteren Szenen. Eine Erklärung lässt sich möglicherweise in Anlehnung an van Merriënboer et al. (2003) finden, die von positiven Erfahrungen mit unterstützender Information berichten, die die Lerner vor der Bearbeitung ihrer eigentlichen Aufgabe erhielten. Mit dieser – nicht auf Algorithmen, sondern auf mentale Modelle oder kognitive Strategien abzielenden – „supportive information“ werden kognitive Schemata aufgebaut, die bei der Bewältigung der nachfolgenden Aufgabe abgerufen werden können. Bezogen auf das Forschungsmodul könnte dies bedeuten, dass das in der „Specht-Szene“ detailliert ausgeführte biologische Prinzip des Zusammenhangs zwischen Körperbau und Lebensweise eine „supportive information“ für die Verarbeitung der folgenden Informationen

(Eulen – lautlose Jäger der Nacht, Warum können Vögel überhaupt fliegen?) darstellt.

Auffallend sind die Wissenszuwächse der SchülerInnen mit „sehr gutem Vorwissen“, die deutlich hinter den Erwartungen zurück geblieben sind. Ein Deckelungseffekt kann nicht als Erklärung herangezogen werden, da von den im Programm enthaltenen 85 Informationseinheiten etwa nur ein Drittel von den SchülerInnen reproduziert worden ist. Vielmehr scheint hier ein „easy media-Effekt“ bei denjenigen SchülerInnen zu wirken, die glauben sich bereits gut auskennen. Sie bearbeiten das Programm zwar genau so gerne wie die SchülerInnen mit weniger Vorwissen (83 % äußerten „sehr viel“ und „viel Spaß“), weichen mit einer Bearbeitungsdauer von durchschnittlich 9,6 Minuten auch von den übrigen Versuchspersonen nicht ab („gutes Vorwissen“: 9,7 Minuten, „schlechtes Vorwissen“: 10,4 Minuten), bearbeiten das Programm aber möglicherweise nicht mit dem Anspruch gezielt Informationen aufzunehmen („... weil ich eh schon alles weiß!“).

Hier gilt es in weiterführenden Untersuchungen zu klären, wie verstärkt Anreize für ein gezielteres Lernen gegeben werden können. Dies gilt auch generell für die Frage, wie Programme für Kinder und Jugendliche gestaltet werden müssen, damit sie sich nicht nur „durchklicken“, sondern es mit Genuss und Konzentration bearbeiten.

Literatur

- Brünken, R., Plass, J., Leutner, D. (2003). Direct Measurement of Cognitive Load in Multimedia Learning. *Educational Psychologist*, 38 (1), 53–61.
- Clark, J., Paivio, A. (1991). Dual coding theory and education. *Educational Psychology Review*, 3, 149–210.
- Deutsche Shell (Hrsg.) (2000). Jugend 2000. 13. Shell-Jugendstudie, Band 1, Opladen: Leske und Budrich.
- Dickhäuser, O. (2001). Computernutzung und Geschlecht. Ein Erwartung-Wert-Modell. Münster u.a.: Waxmann (Pädagogische Psychologie und Entwicklungspsychologie, Bd. 26).
- Feierabend, S., Klingler, W. (1998). Voll digital – Jugendwelten im Umbruch? JIM 98: Eine bundesweite Repräsentativbefragung von Jugendlichen. Baden-Baden: Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest.
- Kalyuga, S., Ayres, P., Chandler, P., Sweller, J. (2003). The Expertise Reversal Effect. *Educational Psychologist*, 38 (1), 23–32.
- „Kinder und Medien“ (2002). http://www.aktion-familien-online.de/body_index.html [11.11.2003].

- Krapp, A., Prenzel, M. (Hrsg.) (1992). Interesse, Lernen, Leistung. Neuere Ansätze zur pädagogisch-psychologischen Interessenforschung. Münster: Aschendorff.
- Kroß, A., Lind, G. (2000). Aufgabenkultur und Kompetenzerwerb im Biologieunterricht. In: Bayrhuber, H., Unterbruner, U. (Hrsg.) (2000). Lehren und Lernen im Biologieunterricht. Innsbruck-Wien-München: StudienVerlag, 210–225.
- Krüger, D. (2002). Lernen im computergestützten Gentechnikunterricht. Feldstudie zum Einsatz des Computers in der Sekundarstufe II. In: Klee, R., Bayrhuber, H. (Hrsg.). Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik. Band 1. Innsbruck: Studienverlag, 159–172.
- Lind, G., Friege, G. (2003). Wissen und Problemlösen – Eine Untersuchung zur Frage des „trägen Wissens“. In: *Empirische Pädagogik*, 17 (1), 57–85.
- Mayer, R. (2001). *Multimedia Learning*. New York: Cambridge University Press.
- Mayer, R., Moreno, R. (2003). Nine Ways to Reduce Cognitive Load in Multimedia Learning. In: *Educational Psychologist*, 38 (1), 43–52.
- van Merriënboer, J., Kirschner, P., Kester, L. (2003). Taking the Load Off a Learner's Mind: Instructional Design for Complex Learning. *Educational Psychologist*, 38 (1), 5–13.
- Paas, F., Tuovinen, J., Tabbers, H., Van Gerven, P. (2003). Cognitive Load Measurement as a Means to Advance Cognitive Load Theory. *Educational Psychologist*, 38 (1), 63–71.
- Paivio, A. (1986). *Mental Representations: A Dual-Coding Approach*. New York: Oxford University Press.
- Reeves, B., Nass, C. (1996). *The media equation*. New York: Cambridge University Press.
- Renkl, A., Atkinson, R. (2003). Structuring the transition from example study to problem solving in cognitive skill acquisition: a cognitive load perspective. *Educational Psychologist*, 38 (1), 15–22.
- Schnotz, W. (1998). Imagination beim Sprach- und Bildverstehen. *Neue Sammlung*, 38, 141–154.
- Schnotz, W., Bannert, M. (1999). Einflüsse der Visualisierungsform auf die Konstruktion mentaler Modelle beim Bild- und Textverstehen. *Zeitschrift für experimentelle Psychologie*, 46, 216–235.
- Sweller, J. (1999). *Instructional design in technical areas*. Melbourne: ACER Press.

- Sweller, J. (2002). Visualisation and instructional design. <http://www.iwm-kmrc.de/workshops/visualization/sweller.pdf> [16.5.03].
- Sweller, J., van Merriënbroer, J., Paas, F. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10, 251–296.
- Unterbruner, G. (1998). Lernt man mit den neuen Informationstechnologien besser? *Erziehung und Unterricht* 3–4, 216–229.
- Unterbruner, U. (1999). Einsatz verschiedener Aufgabentypen beim interaktiven Lernen am Computer (Klasse 5 bis 7). In: Bayrhuber, H. u.a. (Hrsg.). *Lernen im Biologieunterricht*. 12. Internationale Tagung der Sektion Biologiedidaktik des Verbandes Deutscher Biologen. Salzburg, S. 55–56.
- Unterbruner, U., Unterbruner, G. (2002). Multimedia im Ökologieunterricht: Lernprozesse und Programmgestaltung. In: Klee, R., Bayrhuber, H. (Hrsg.). *Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik*. Band 1. Innsbruck: Studien-Verlag, 187–198.