

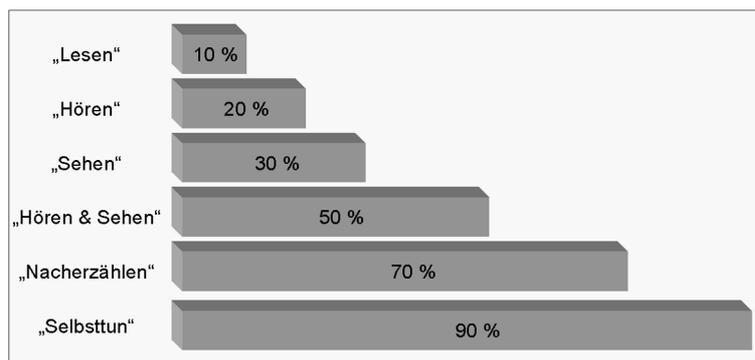
Dr. Andreas Holzinger, IMI, Universität Graz und IICM, TU Graz

„Effektivität von Multimedia - Motivation, Aufmerksamkeit und Arousal.“

Viele Autoren die über die Effektivität von Multimedia schreiben, stützen sich auf eine naive Summierungstheorie: Multimedia sei einfach deshalb so effizient, weil alle Sinneskanäle angesprochen werden. In dieser Euphorie wird oft vergessen, dass Motivation, Aufmerksamkeit und Arousal wichtigere – wenn auch genauso umstrittene - Determinanten für eine Erhöhung der Lerneffizienz sind.

1. Summierungstheorie

Eine weitverbreitete Annahme lautet: „Multimedia spricht mehrere Sinneskanäle des Menschen an ... und darum verbessert sich das Behalten“. Bild 1 zeigt die populärste Darstellung. Viele Publikationen und Vorträge stützen sich gerne auf diese naive Annahme.



Allerdings ist eine solche Darstellung problematisch. Wahrscheinlich sind deshalb keine wissenschaftlichen Quellen für diese Abbildung auffindbar. Im Bild 1 geraten nämlich Sinnesmodalität und Codierung durcheinander: Sehen und Hören sind **modalitätsspezifische Aktivitäten**. Lesen und Nacherzählen jedoch **codespezifische Aktivitäten**. Diese Annahme basiert auf einer naiven Summierungstheorie der Beteiligung der Sinneskanäle, die sich wiederum auf eine historische einfache Realismustheorie stützt (vgl. Weidenmann (1997), p.68). In dieser Theorie wird einfach angenommen, dass der reale Gegenstand höherwertig gegenüber seiner symbolischen Darstellung ist.

Wenn schon eine Darstellung wie Bild 1 verwendet wird, dann müssen zumindest die Zahlenangaben relativiert werden. Es muss genau hinterfragt werden, was mit „Lesen“, „Sehen“, etc. gemeint ist. Unterschiedliche Wahrnehmungssituationen lassen kaum vergleichbare Werte zu.

Für diese Summierungshypothese nach dem Motto „Viel hilft viel!“ (vgl. Jarz (1997), p.254) werden zwei Theorien als Argumentation angeführt: Die Theorie der Doppelcodierung (dual coding theory) von Paivio und die Theorie der Hemisphären-Spezialisierung.

1.1 Theorie der Doppelcodierung (z. B. Paivio (1986))

Die empirisch unterlegte Theorie der Doppelcodierung [W1] postuliert einen Gedächtnisvorteil, wenn Inhalte eine verbale *und* eine bildliche Codierung im mentalen Repräsentationssystem des Menschen erfahren (vgl. Paivio (1986)). Multimedia-Entwickler stützen sich in ihrer Argumentation für die Vorteile der Multimedialität häufig auf diese Theorie (vgl. Schulmeister (1997), p.88).

Die zentrale Aussage dieser Theorie ist die Existenz zweier unterschiedlicher kognitiver Codierungen für verbale und nicht-verbale Informationen (vgl. Clark & Craig (1992), p.27f.).

Das verbale System ist für das Lesen und Hören von Begriffen, also für sprachliche Informationen zuständig. Die Verarbeitung erfolgt sequentiell. Die Einheiten, in denen die Informationen gespeichert sind, werden als Logogene bezeichnet. Das nicht-verbale System ist für die Verarbeitung bildhafter Informationen zuständig. Dabei stehen verschiedene Teile eines Objektes gleichzeitig (simultan) zur Weiterverarbeitung zur Verfügung. Daher kann es mental in verschiedenen Dimensionen (Farbe, Größe etc.) modifiziert werden (synchrone Verarbeitung). Die Speicherung erfolgt in Imagenen (vgl. Hasebrook (1995), p. 102).

Die Aktivierung der jeweiligen Systeme ist nach Paivio zunächst von der Art des Reizes abhängig. Das Lesen des Wortes „Baum“ aktiviert zunächst das verbale System, aber es löst auch eine bildhafte Vorstellung aus. Ebenso spricht das Bild eines Baumes zunächst eine nicht-verbale Codierung an. In einem weiteren Schritt wird jedoch auch der entsprechende Begriff im verbalen System aktiviert. Außerdem können weitere Imagenen oder Logogene assoziativ verknüpft werden (Garten, Haus, ...). Eine doppelte Codierung erhöht nun nach Paivio die Behaltenswahrscheinlichkeit. Nach seinen Untersuchungen erfolgt diese jedoch nur bei konkreten Begriffen oder leicht zu benennenden Bilddarstellungen (z. B. Baum), nicht aber bei abstrakten Begriffen (z. B. Operations Research), bei denen keine adäquate nicht-verbale Repräsentation verknüpft werden kann.

1.2. Die Theorie der Hemisphärenspezialisierung (z. B. Ornstein, 1974):

Nachgewiesen ist eine Spezialisierung bestimmter Hirnregionen. Zahlreiche neurophysiologische und neuropsychologische Experimente weisen auf eine

Trennung des Gehirns in die linke und rechte Hemisphäre hin (z. B. durch Experimente von Robert Ornstein und Roger Sperry). Dabei ist die linke Hemisphäre stärker analytisch/abstrakt, die rechte dagegen ganzheitlich/konkret ausgerichtet. Beide Hirnhälften ergänzen sich gegenseitig (vgl. z. B. Springer & Deutsch (1985), oder [W2]).

Der Neocortex des Menschen ist funktionell so organisiert, daß die mentalen Präsentationen einer topographischen Aufteilung folgen. Beispielsweise wird die Verarbeitung von Sprache in anderen Hirnarealen durchgerührt als die Verarbeitung von Bildern. Für den Bereich des „Multimedialen Lernens“ wird oft vereinfacht angenommen, daß eine gleichzeitige Reizung verschiedener - möglichst vieler - Hirnareale im Gegensatz zur einfachen Reizung lediglich eines Areals die Lerneffizienz erhöht.

Über die Art und Weise, wie unser Gedächtnis auf psychologischer Ebene genau arbeitet, ist aber noch immer relativ wenig bekannt: *"One might hope that research on the fundamentals of learning would provide guidance for the instructional designer. However, it is also a fact of life that we know very little about the detailed mechanisms for learning ... (Hammond (1993), p. 53)"*.

Viele Befunde sprechen dafür, dass Multimedia allein den „Lernerfolg“ nicht direkt verbessern kann. Daraus können wir subsumieren, dass der - vielgesuchte - Nürnberger Trichter auch durch Einsatz von Multimedia nicht realisierbar ist. Chancen liegen aber offenbar in einer verstärkten **Motivation**, verbesserten **Aufmerksamkeit** und höherem **Arousal** (Anregung). Durch richtigen Einsatz von Multimedia kann eine intensivere Beschäftigung mit dem Lerninhalt erzielt werden, und damit (über diesen Umweg) doch ein Erfolg für das Lernen und Behalten erreicht werden (vgl. Holzinger (1997), p.39).

Ausserdem können beispielsweise durch Simulationen am Bildschirm - blicken wir nur in den Bereich der Mathematik - Vorgänge sichtbar gemacht werden, die im traditionellen „Kreide-Unterricht“ an der klassischen Tafel einfach nicht darstellbar sind (vgl. Holzinger (1998), p.48).

2. Motivation

In den meisten Lerntheorien (für eine Übersicht über Lerntheorien siehe Baumgartner & Payr (1994), p. 101ff) nimmt Motivation [W3] eine Schlüsselstellung ein. Beispielsweise betont Weiner (1990), dass behavioristische Theorien eher zur extrinsischen Motivation tendieren (z. B. Belohnungen) und kognitivistische Theorien eher zu intrinsischen Theorien (z. B. Zielorientiertheit).

Motivation wird nur zu gerne als Argument für den Einsatz von Multimedia genommen. Dabei wird bereitwillig auf die Beispiele Fernsehen und Computerspiele verwiesen, bei denen selbst sonst Lernunwillige „motiviert“ werden und sich stundenlang damit beschäftigen.

Malone (1981) untersuchte (intrinsische) Motivation bei Computerspielen und isolierte drei wichtige Qualitäten, die durchaus wesentlich für „multimediales Lernen“ sind: Herausforderung (challenge), Fantasie und Neugierde. Wenn es gelingt, den Content in eine derart „motivierende“ Umgebung zu bringen, kann durchaus ein besserer Lernerfolg erzielt werden.

Keller (1983) präsentierte das ARCS-Modell, das Motivation mit anderen Konzepten verknüpft: Attention (Aufmerksamkeit), Relevance (Relevanz), Confidence (Sicherheit) und Satisfaction (Befriedigung).

3. Aufmerksamkeit (Attention)

Aufmerksamkeit ist ein sehr wichtiges Konzept für erfolgreiche Instruktion und beschreibt Zustände des selektiven Wahrnehmens und Denkens. Aufmerksamkeit kann unwillkürlich geweckt werden (durch auffällige und vor allem neuartige Umgebungsstimuli) und willkürlich auf Stimuli gerichtet werden.

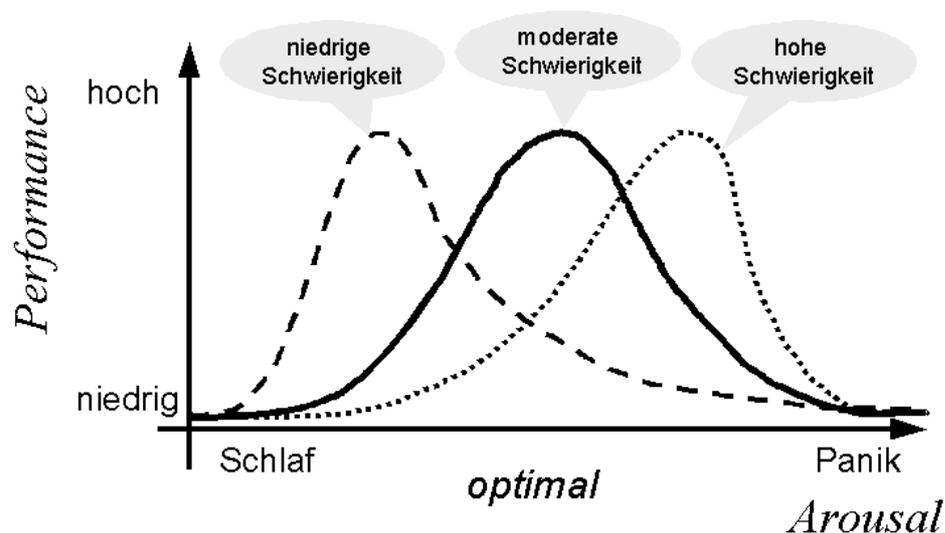
Broadbent (1958) ging ursprünglich von einer Filtertheorie aus: Aufmerksamkeit beschränkt die Informationsaufnahme auf einen Informationskanal. Kahnemann (1973) verwarf die Filtertheorie. Er meinte, Aufmerksamkeit kann in der Intensität variieren (deliberate allocation), auf verschiedene Stimuli aufgeteilt werden und wird immer auf neue, bewegte oder bedeutungsvolle Stimuli gerichtet. Wenn die Anforderungen der Stimuli zu hoch sind, reduziert sich die Aufmerksamkeit wieder.

4. Arousal (Anregung)

Der Begriff Arousal ist grundsätzlich mit Vorsicht zu verwenden, weil dieser sehr oft sehr unterschiedlich verwendet wird. Ursprünglich ist „Arousal“ zur Beschreibung eines „Anregungsniveaus“ verwendet worden. Allerdings umfasst die operationale Definition des Begriffs eine Vielzahl von abhängigen Variablen und das Anregungsniveau wird auf ungefähr 20 verschiedene Arten gemessen, von Fragebogen bis zu biochemischen Maßen (vgl. Gale (1987), p. 442 und Robbins (1997), p.58).

Trotz all dieser Probleme wird „Arousal“ auch weiterhin verwendet, wahrscheinlich aufgrund fehlender Alternativen und der bestehenden Notwendigkeit eines Konstruktes, das die Intensitätsdimension eines Verhaltens beschreibt. Das Arousal-Konzept ist eng verbunden mit Aufmerksamkeit (attention) und Motivation.

Zentral ist das – ebenfalls sehr umstrittene - Yerkes-Dodson Gesetz, das den Zusammenhang zwischen Arousal (Anregung) und Performance („Lerneffizienz“) wiedergibt (vgl. Yerkes & Dodson (1908), [W4]). Arousal wird dabei skaliert in „Anregungsniveaus“ von Koma über Tiefschlaf, leichter Schlaf, Schläfrigkeit, Entspannung, Munterkeit, Angeregtheit, Aufregtheit, Vigilanz, Angst, bis Schrecken reichend. Dazwischen wird ein „optimaler“ Anregungszustand definiert, der je nach Aufgabenschwierigkeit verschieden ist (siehe Bild 2).



Untersuchungen haben gezeigt, dass hohe und niedrige Anregungswerte schlechtere Performance-Werte ergeben und daß - abhängig von der Aufgabenschwierigkeit und der jeweiligen Person - ein optimaler Anregungswert existiert (vgl. z. B. Berlyne (1960)).

5. Zusammenfassung:

Aus der Sicht der dargestellten Befunde lässt sich zusammenfassen, dass nicht ausschließlich durch die alleinige multicodale und multimodale Präsentation von Lerninhalten der Lernerfolg per se schon verbessert werden kann, sondern Elemente wie Motivation, Aufmerksamkeit und Arousal eine weitere wichtige Rolle beim „multimedialen Lernen“ spielen und entsprechend im instruktionalen Design der Multimedia-Software berücksichtigt werden sollte.

6. Literatur:

Anderson, John R. (1985): „*Cognitive Psychology and Its Implications*“; 2nd Ed.; New York: Freeman (pp.172-173).

Apps, J. W. (1978): „*Study Skills for Those Adults Returning to School*“; New York: McGraw Hill.

Baumgartner, P., Payr, S.: *Lernen mit Software. Reihe Digitales Lernen*; Österreichischer StudienVerlag; Innsbruck; 1994

Berlyne, D. (1960): „*Conflict, Arousal, and Curiosity*“; New York: McGraw-Hill.

Brehm, J. W.; Self, E. A. (1989): „*The Intensity of Motivation*“; In: *Annual Review of Psychology*, 40, pp.109-131; Annual Reviews Inc.

Broadbent, D. (1958): „*Perception and Communication*“; London: Pergamon Press.

Clark, R.; Craig, T.G. (1992): „*Research and Theory on Multi-Media Learning Effects*“; In: Giardina, M. (Ed.): *Interactive Multimedia Learning Environments: Human Factors, Technical Considerations on Design Issues*; NATO ASI Series, Series F, Computer and Systems Sciences, Vol. 93; Berlin et.al.: Springer; p. 19 - 30.

Eysenck, M. (1982): „*Attention and Arousal*“; New York: Springer.

Gale, A. & Edwards, J. A. (1986): „*Individual differences*“; In: Coles, M.G.H.; Donchin, E. ; Porges, S. W. (Eds.) *Psychophysiology: systems processes, and applications*. (pp. 431 - 507).

Hall, John F. (1982): „*Learning and Memory*“; 2nd Ed.; Boston: Allyn and Bacon (pp. 301-302).

Hammond, N. (1993): „*Learning with Hypertext: Problems, Principles and Prospects*“; In: McKnight, C., Dillon, A. Richardson, J.: *Hypertext - A Psychological Perspective (Ellis Horwood Series in Interactive Information Systems)*; New York et.al.: Horwood; pp. 51 – 70.

Hasebrook, Joachim (1995): „*Multimedia-Psychologie: Eine neue Perspektive menschlicher Kommunikation*“; Heidelberg, Berlin, Oxford: Spektrum.

- Holzinger, A. (1997) "Computer-aided Mathematics Instruction with Mathematica 3.0"; In: *Mathematica in Education and Research*; Vol.6; No.4; pp.37-40; Santa Clara (CA): Telos-Springer.
- Holzinger, A. (1998) "Multimedia und Internet im Mathematikunterricht: Die Neuen Medien im alltäglichen Einsatz in der Schule"; In: *Computer und Unterricht 31/1988: Informationsgesellschaft*; pp. 48 - 49; Velber: Erhard Friedrich Verlag & Klett.
- Holzinger, A. (Erscheint im Frühjahr 2000): „Basiswissen Multimedia-Lernen (Vogel-Fachbuch)“; Würzburg: Vogel.
- Jarz, Ewald M. (1997): „Entwicklung multimedialer Systeme: Planung von Lern- und Masseninformatiionssystemen“; Wiesbaden: Gabler; p. 254.
- Kahneman, D. (1973): „Attention and Effort“; Englewood Cliffs (NJ): Prentice-Hall.
- Keller, J. (1983): „Motivational design of instruction“; In: Riegeluth, C. (Ed.), *Instructional Design Theories and Models*; Hillsdale (NJ): Erlbaum.
- Lefrancois, Guy R. (1994): „Theories of Human Learning: Kro´ s Report“; 3nd Ed.; Pacific Grove: Brooks/Cole Publishing Company (pp. 238-239).
- Malone, T. (1981): „Towards a theory of instrinsically motivating instruction“; In: *Cognitive Science 4*; pp. 333 - 369.
- Paivio, Allan (1986): „Mental representations: A dual coding approach (Oxford psychology series; 9)“; New York et.al.: Oxford University Press.
- Robbins, Trevor W. (1997): „Arousal systems and attentional processes“; In: *Biological Psychology 45*; Elsevier; pp. 57 – 71.
- Schulmeiser, Rolf (1997): „Grundlagen hypermedialer Lernsysteme (Theorie, Didaktik, Design); 2. Auflage; München; Wien: Oldenbourg.
- Springer, Sally P.; Deutsch, Georg (1985): „Left Brain, Right Brain“; New York: Freeman.
- Squire, Larry R., Ed. (1992): "Encyclopedia of Learning and Memory"; New York: Macmillan (Motivation: pp 346-347).
- Weidenmann, Bernd (1997): „Multicodierung und Multimodalität im Lernprozeß“; In: Issing, Ludwig J.; Klimsa, Paul (Hrsg.): „Information und

Lernen mit Multimedia“; 2. Auflage; Weinheim: Psychologie Verlags Union, p. 65 - 81.

Weiner, B. (1990): „History of motivational research in education“; In: Journal of Educational Psychology 82 (4); pp. 616 - 622.

Wilson, John A. R.; Robeck, Mildred C.; Michael, William B. (1974): "Psychological Foundations of Learning and Teaching"; 2nd Ed.; New York: McGraw-Hill.

Yerkes, R. M.; Dodson, J. D. (1908): „ The relation of strength of stimuli to rapidity of habit formation“; In: Journal of Comparative Neurology and Psychology 18; pp. 459 - 482.

Links:

[W1] <http://www.media.gwu.edu/~tip/paivio.html> (kurze und prägnante Übersicht über die Theorie der Doppelcodierung von Paivio, George Washington University, WA (D.C.), USA)

[W2] <http://www.soton.ac.uk/~plf/Sci-Journal/vol4no2/v4n2a1.html> (Einige Experimente zur Hemisphären-Dominanz, Matthew Bates, Community College, Somerset, UK)

[W3] <http://chiron.valdosta.edu/whuitt/col/motivation/motivate.html> (Definition und Übersicht über einige Theorien zur Motivation, Bill Huitt, Valdosta State University, GA, USA)

[W4] <http://www.yorku.ca/dept/psych/classics/Yerkes/Law> (Beschreibung des klassischen Experimentes von Yerkes und Dodson, Christopher D. Green, York University, Toronto, CAN)

[W5] http://pmc.psych.nwu.edu/revelle/publications/r191/rev_loft.pers.html (Guter Überblick über das Arousal-Konzept, William Revelle, Northwestern University, IL, USA)