

Athanasios Mazarakis

Neuere Faktoren der Wahrnehmungsorganisation zur Unterstützung des multimedialen Lernens

Theorie

1. Problemstellung

Zum Lernen mit multimedialen Inhalten existieren die Cognitive Load Theory nach Sweller, van Merriënboer & Paas (1998) und die Cognitive Theory of Multimedia Learning nach Mayer (2005), wobei die zweite Theorie sehr viele Gemeinsamkeiten mit der ersten Theorie besitzt.

Nach Sweller et al. (1998) wurde die Cognitive Load Theory hauptsächlich entwickelt, um die Präsentation von Informationen in einer solchen Art und Weise zu gestalten, dass ein Lernender immer seine optimale intellektuelle Leistung erreichen kann. Allerdings existieren theoretische Schwächen, wenn versucht wird, mit Effekten umzugehen, welche direkt aus den Theorien entstanden sind. Ein typisches Beispiel ist der split-attention effect: der Lernende muss seine Aufmerksamkeit zwischen verschiedenen Quellen aufteilen und dabei gleichzeitig die Inhalte dieser Quellen mental zusammenfügen. Sweller et al. (1998, S. 280) erklären die Entstehung des Effekts folgendermaßen:

„Of considerable importance, the split-attention effect was obtained only when high element interactivity material was used, providing the first evidence of the importance of intrinsic, as well as extraneous, cognitive load.“

Es werden allerdings mit keinem Wort Beweise angeführt, sondern nur die daraus erfolgten Schlussfolgerungen als faktenbasierte Erkenntnisse ausgegeben. Einfache Erklärungen ohne Beweiskraft finden sich zum Beispiel auch bei Mayer (2001, 81): „Students learn better when corresponding words and pictures are presented near rather than far from each other on the page or screen.“

Die vorliegende Arbeit will den split-attention effect, also die Abhängigkeit des Lernerfolgs von der räumlichen Nähe von Text und bildhafter Darstellung, genauer untersuchen. Dieser Effekt wird mit den neueren Faktoren der Wahrnehmungsorganisation, speziell dem Faktor der gemeinsamen Region und dem Faktor der Verbundenheit der Elemente nach Palmer (1999), verknüpft. Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, einen Zusatznutzen für Wissenschaft und Praxis herzustellen, indem weitere Alternativen zur bisherigen Vorgehensweise beim split-attention effect theoretisch dargestellt und empirisch überprüft werden.

2. Literatur- und Theorieüberblick

In diesem Kapitel wird die Cognitive Load Theory nach Sweller et al. (1988) vorgestellt. Später folgt die Beschreibung spezifischer Befunde dieser Theorien, wie zum Beispiel des split-attention effect nach Ayres & Sweller (2005). Den Abschluss bildet der Abschnitt zur Wahrnehmungsorganisation und zu diversen Objekterkennungstheorien sowie die Formulierung der Fragestellung und der Hypothesen.

2.1 Die Cognitive Load Theory

Für Brünken, Plass & Leutner (2004) handelt es sich bei der Cognitive Load Theory um eine Kapazitätstheorie, deren Schwerpunkt bei den Verarbeitungsprozessen des gelernten Materials liegt. Die Cognitive Load Theory basiert nach Sweller et al. (1998) auf den drei folgenden Annahmen:

- Die unbeschränkte Kapazität des Langzeitgedächtnisses nach Baddeley (1997).
- Die Schematheorie zur mentalen Repräsentation von Wissen nach Chi, Glaser & Rees (1982).
- Die beschränkte Verarbeitungskapazität des Gedächtnisses, wie von Miller (1956) festgestellt.

Es existieren nach Sweller (2005) drei unterschiedliche kognitive Belastungen – bzw. „loads“ - bei der Beschäftigung mit multimedialen Inhalten: Der intrinsic cognitive load, der extraneous cognitive load und der germane cognitive load. Diese drei loads addieren sich zu einem gesamtem cognitive load. Hierbei ist der extraneous cognitive load diejenige Belastung, welche durch ein unangepasstes Instruktionsdesign entsteht, wie zum Beispiel durch multimediale Elemente, welche die Aufmerksamkeit des Lernenden ablenken. Für die vorliegende Arbeit ist nur dieser relevant.

2.2 Der Split-Attention Effect

Mehrere Effekte werden durch die Cognitive Load Theory erklärt, wie zum Beispiel der split-attention effect, der den Schwerpunkt dieser Arbeit bildet, und

nach Sweller et al. (1998) nur bei hoher Elementinteraktivität auftritt. Ayres et al. (2005) definieren split-attention dann als gegeben, wenn der Lernende seine Aufmerksamkeit zwischen verschiedenen Quellen aufteilen und dabei gleichzeitig die Inhalte dieser Quellen mental zusammenfügen muss. Als Quellen können z. B. ein Text und die gleichzeitige Darstellung einer Abbildung auf dem Computerbildschirm verstanden werden. Diese Quellen müssen sinnvolle Informationen enthalten, welche für den Lernenden notwendig sind, um das zu lernende Material zu verstehen. Beim split-attention effect wird die kognitive Belastung erhöht, speziell der extraneous cognitive load. Die Lösung des Problems liegt nun nach Ayres et al. (2005) darin, die Lerninhalte in einem integrierten Darbietungsformat zu präsentieren, womit das sogenannte split-attention-principle erreicht wird, was wieder nur ein anderer Name für den split-attention effect ist.

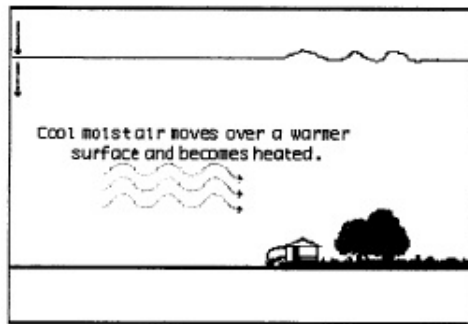


Fig. 1. Integrierte Version des Materials bei Experiment 1 von Moreno & Mayer (1999).

Abbildung 1 veranschaulicht das Material zu einem häufig benutzten Experiment zur Cognitive Theory of Multimedia Learning von Moreno & Mayer (1999). Die Abbildung zeigt dabei das integrierte Darbietungsformat an. Der passende Text wird räumlich nah an die entsprechende Stelle in der bildhaften Darstellung platziert.

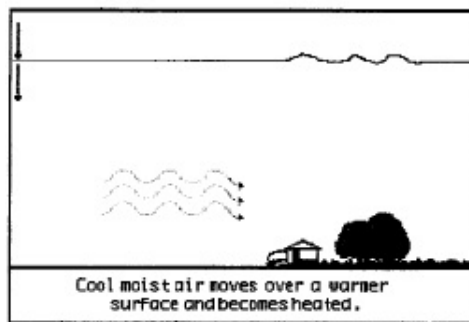


Fig. 2. Separierte Version des Materials bei Experiment 1 von Moreno & Mayer (1999).

In Abbildung 2 wird die separierte Darstellungsform wiedergegeben, der erklärende Text befindet sich am unteren Bildschirmrand. Dieses Experiment wird als Referenzbeispiel von Mayer et al. (2003) für den *spatial contiguity effect* herangezogen, welcher bei Sweller et al. (1998) als *split-attention effect* bekannt ist. Bei diesem Effekt handelt es sich nach Mayer et al. (2003) um einen Mechanismus, um eine kognitive Überlastung des Lernenden zu verhindern.

Moreno & Mayer (1999) haben das wahrscheinlich bedeutendste und wohl auch das am häufigsten zitierte Experiment zum *split-attention effect* durchgeführt, nämlich das Experiment 1 von Moreno et al. (1999). Dieses Experiment, welches auch die Basis dieser Arbeit ist, hatte in drei Versuchsbedingungen insgesamt 142 Versuchspersonen, wovon allerdings zehn Versuchspersonen wegen eines zu hohen Vorwissens ausgeschlossen wurden. Im Experiment selbst wurde eine Animation zur Entstehung von Blitzen verwendet, welche in dieser Arbeit ebenfalls als Grundlage verwendet wird. Bei diesem Experiment wurde die räumliche Nähe zwischen Text und Bild manipuliert. Das Ergebnis erbrachte einen hohen Effekt für das integrierte Darstellungsformat, also der räumlichen Nähe von Text und Bild.

Trotz des robusten Effekts des *split-attention effect* muss nach Ayres et al. (2005) bei der physischen Integration von unterschiedlichen Informationsquellen sorgfältig vorgegangen werden. Ein einfaches Hinzufügen von Text zu einem Diagramm ist nicht der Sinn des *split-attention-principle*. Um den Effekt erfolgreich replizieren zu können, müssen die Quellen unterschiedliche Informationen beinhalten, das zu lernende Material muss eine hohe Elementinteraktivität besitzen und es muss das Vorwissen des Lernenden in Betracht gezogen werden. In ungünstigen Fällen könnte bei einer Missachtung dieser Regeln zum Beispiel ein *expertise reversal effect* auftreten, welcher nach Kalyuga et al. (2003) bei Versuchspersonen mit hohem Vorwissen replizierbar ist. Wenn nämlich Experten zu ihrem Gebiet zusätzliche Instruktionshilfen bekommen und diesen nicht ausweichen können, dann sind diese Informationen hinderlich für die Experten und nur die Novizen können davon profitieren. Die Instruktion überlappt sich nach Kalyuga et al. (2003) mit dem lernförderlichen Schema und hat negative Konsequenzen für die Experten.

Bemerkenswert ist an dieser Feststellung, dass Mayer (1989) bereits zu ähnlichen Schlussfolgerungen gekommen ist. So sind ein erklärender Text, Personen mit niedrigem Vorwissen, hilfreiche Illustrationen und änderungssensitive Aufgabenstellungen zum Abruf des gelernten Materials notwendig, um den Vorteil von Abbildungen zu einem Text zu belegen. Die besten Ergebnisse können dabei Abbildungen erzielen, welche gleichzeitig an den entsprechenden lernkritischen Stellen beschriftet sind. Ohne entsprechende Abbildungen waren bei Mayer (1989) in einer Studie die Leistungen im Problemlösetransfer um 24 % schlechter als mit den hilfreichen Testanmerkungen. Mayer, Steinhoff, Bower & Mars

(1995) fassen zusammen, dass Abbildungen dann am effektivsten sind, wenn der Text erklärt, wie ein bestimmtes System funktioniert und die passenden Abbildungen aus einer Serie von Bildern bestehen, welche Veränderungen in bestimmten Teilen des Systems darstellen. Zusätzlich sollten die Abbildungen mit dem Text abgestimmt sein.

Allerdings muss an dieser Stelle noch ein grundlegendes Problem bei der Erforschung des split-attention effect angesprochen werden. Ginns (2006) bemängelt in seiner Metaanalyse die niedrige Stichprobengröße vieler Studien. So bestätigen zum Beispiel Kalyuga, Chandler & Sweller (1998) in ihren Experimenten zum Verstehen von elektronischen Schaltungen den split-attention effect mit einem hohen Effekt, haben aber für ihre Experimente nur eine einstellige Anzahl an Versuchspersonen für die jeweiligen Versuchsbedingungen getestet. Ginns (2006) macht noch auf einen weiteren Punkt aufmerksam: Während die Experimente mit den stärksten Effekten zum split-attention effect teilweise noch vom Anfang der 90er Jahre stammen und zusätzlich jeweils eine sehr niedrige Versuchspersonenanzahl aufgewiesen haben, so ist es bei aktuelleren Studien mit einer höheren Versuchspersonenanzahl kaum noch möglich, annähernd mittelstarke Effekte zu finden.

Zusammenfassend kann man festhalten, dass nach Mayer et al. (1994) die negativen Aspekte des split-attention effect beim Lernenden die Bildung eines mentalen Modells zum gelernten Sachverhalt erschwert. Die separierten Informationsquellen sind für den Lerner wahrnehmbar getrennt und behindern so den Lernerfolg. Sind jedoch die relevanten Informationsquellen nah beieinander, so soll der Lernerfolg steigen. Diese Wahrnehmung von separierten und integrierten Darstellungsformaten muss allerdings nicht zwangsläufig immer so aufgefasst werden. Im folgenden Abschnitt werden Objekterkennungstheorien und Theorien der Wahrnehmungsorganisation vorgestellt, welche eine Möglichkeit darstellen können, den split-attention effect in seiner bisher bekannten Form abzuschwächen oder vollständig zu eliminieren.

2.3 Wahrnehmungsorganisation und Objekterkennungstheorien

Bisher liegt das Augenmerk dieser Arbeit in der Darstellung der Cognitive Load Theory und der Cognitive Theory of Multimedia Learning. Der zweite wesentliche Aspekt der Arbeit beinhaltet nun die kognitive Erweiterung dieser Theorien. Zu diesem Zweck wird zuerst ein Überblick über ältere Theorien zur Wahrnehmungsorganisation gegeben. Anschließend werden neuere Faktoren der Wahrnehmungsorganisation vorgestellt, sowie alternative Objekterkennungstheorien skizziert. Zum Abschluss werden die behandelten Konstrukte, inklusive der Theorien zum multimedialen Lernen, nochmals zusammenfassend dargestellt und in einen Gesamtzusammenhang gebracht.

2.3.1 Ältere Faktoren der Wahrnehmungsorganisation

Wertheimer (1923) ebnet durch seine Gestaltfaktoren beziehungsweise Gestaltgesetze, den Weg für die Objekterkennungstheorien. Dabei hat Wertheimer (1921) schon kurze Zeit zuvor auf die Bedeutung der top-down Prozesse hingewiesen und erklärt, dass die menschliche Wahrnehmung mehr ist als nur ein bottom-up determinierter Prozess. Der Faktor der Prägnanz ist für ihn dabei der wichtigste Faktor, welchen er auch Faktor der Einfachheit nennt. Zusätzlich führt er den Faktor der Ähnlichkeit, den Faktor der fortgesetzt durchgehenden Linie, den Faktor der Nähe, den Faktor des gemeinsamen Schicksals sowie den Faktor der Vertrautheit an. Goldstein (2002) zeigt in Abbildung 3 ein Beispiel für den Faktor der Nähe, wobei die dargestellten Punkte eher als vertikal verlaufende Zeilen aufgefasst werden.

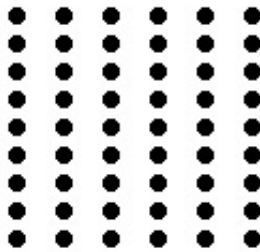


Fig. 3 Ein Beispiel für den Faktor der Nähe nach Goldstein (2002). Die Punkte werden eher als vertikal verlaufende Zeilen aufgefasst.

2.3.2 Kritik an den älteren Faktoren der Wahrnehmungsorganisation

Die von Wertheimer eingeführten Gestaltgesetze werden heute zum Beispiel von Palmer (1999) eher als Gestaltprinzipien verstanden, da sie für Gesetze zu schwach sind. Zusätzlich mangelt es diesen Prinzipien an objektiven und spezifischen Definitionen. So schreibt Metzger (1975, 70-71) zum Gesetz der guten Gestalt: „Wenn die Reizverteilung...eine Gliederung in einfache, „ordentliche“, nach einer einheitlichen Regel aufgebaute Teil-Gestalten zulässt, so setzen sich diese „guten“ oder „ausgezeichneten“ Gestalten durch.“ Weiter schreibt Metzger (1975, 74-75): „Es schließt sich das zusammen, was seiner Natur nach „zusammengehört“; und zusammen gehört, was zusammen-„paßt“, das heißt was gemeinsam ein wohl-geordnetes, einheitlich aufgebautes Gebilde ergibt.“ Zusätzlich beschreibt Metzger (1975, 78): „Viele einheitliche Ganze bestehen aus lauter gleichen Teilen; aber auch das muß nicht so sein.“

Zusammenfassend erklärt Metzger (1975, 78-79):

„Überhaupt darf man sich von dem Begriff der „guten Gestalt“ keine zu enge Vorstellung machen. Es gehören dazu zwar so schlichte Formen wie ein gerader Strich, ein Kreis oder ein Quadrat, für die man gleich ein geometrisches oder algebraisches Aufbaugesetz bei der Hand hat, das durch seine Einfachheit auf-

fällt. Aber ebenso gut gehören dazu auch unzählige nicht so leicht berechenbare Formen, nämlich alle diejenigen, von denen man den Eindruck hat: Das ist „aus einem Guß“.

Diese Beispiele machen deutlich, dass die Gestaltpsychologen um Wertheimer und Metzger auf wichtige kognitive Basisleistungen der Wahrnehmung hinweisen, dass es ihnen aber nicht gelingt, die Gestaltprinzipien objektiv und präzise zu definieren. Das in den Zitaten von Metzger beschriebene Prinzip der guten Gestalt ist hierfür ein herausragendes Beispiel. Wenn man nicht schon vorher weiß, was Prägnanz oder gute Gestalt bedeutet, so wird man nach diesen Beschreibungen kaum wissen wie die Reizstruktur beschaffen sein muss, damit der Eindruck von Prägnanz beim Wahrnehmenden entsteht. Dieses Manko versucht Palmer (1999) mit seinen neueren Faktoren der Wahrnehmungsorganisation zu beheben.

2.3.3 *Neuere Faktoren der Wahrnehmungsorganisation*

Palmer (1999) hat für den Bereich der Gestaltfaktoren drei weitere Faktoren hinzugefügt, welche auch wissenschaftsmethodischer Kritik standhalten. Es handelt sich dabei um den Faktor der gemeinsamen Region, den Faktor der Verbundenheit der Elemente und den Faktor der zeitlichen Synchronizität. Ein besonderes Augenmerk wird auf die beiden erstgenannten Faktoren gerichtet, welche Beck & Palmer (2002) in ihren Experimenten empirisch bestätigen.

Der Faktor der gemeinsamen Region besagt nach Palmer (1992), dass - bei Konstanthaltung aller anderen Faktoren - unterschiedliche Elemente dann als Gruppe wahrgenommen werden, wenn diese innerhalb einer verbundenen, gleich gefärbten oder einheitlich strukturierten Fläche mit der gleichen eingeschlossenen Kontur und Farbe eingebunden sind. Unter Konstanthaltung aller anderen Faktoren versteht Palmer (1992), dass nicht mehrere Gestaltprinzipien gleichzeitig wirken, die sogenannte „Ceteris-Paribus-Regel“. Ist dies doch der Fall, kann eine Vorhersage der Ergebnisse nicht mehr getroffen werden, da die Wechselwirkungen weder mess-, noch kontrollierbar sind. Zur Bestätigung des Faktors führt Palmer (1992) einige Beispiele an, wie zum Beispiel Landkarten. Städte innerhalb amerikanischer Bundesstaaten werden klar zum zugehörigen Bundesstaat zugewiesen, ohne Berücksichtigung der Tatsache, dass Städte aus benachbarten Bundesstaaten geographisch näher liegen als andere Städte im gleichen Bundesstaat. Abbildung 4 zeigt ein Beispiel für den Faktor der gemeinsamen Region. Obwohl die Städte Pittsburgh und Harrisburg weiter voneinander entfernt sind als Pittsburgh und Columbus, werden die beiden erstgenannten Städte trotzdem als Gruppe wahrgenommen, welche zugehörig sind zum Bundesstaat Pennsylvania.



Fig. 4. Ein Beispiel von Palmer (1992) für den Faktor der gemeinsamen Region. Pittsburgh wird mit Harrisburg gruppiert, obwohl Columbus näher ist.

Ein weiteres Beispiel für den Faktor der gemeinsamen Region wird in Abbildung 5 gezeigt. Dort wird deutlich, dass die Nähe der einzelnen Punkte nicht mehr entscheidend ist für die wahrgenommene Gruppierung der einzelnen Punkte.



Fig. 5. Ein weiteres Beispiel von Palmer (1992) für den Faktor der gemeinsamen Region. Obwohl der Abstand zwischen den Punkten der aneinander grenzenden Ellipsen zueinander geringer ist, werden trotzdem die Punkte innerhalb der Ellipsen als gruppierte Einheit angesehen.

Auch für den Faktor der Verbundenheit der Elemente haben Palmer & Rock (1994) viele Beispiele gefunden. Die Autoren heben dabei hervor, dass im Gegensatz zu Wertheimers Gesetz der Nähe die Elemente bereits bekannt sein müssen, welche dann durch ihre Verbundenheit als ein Objekt wahrgenommen werden. Demgegenüber ist nach Palmer (1999) das Gesetz der Nähe dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Elemente weiterhin getrennt wahrgenommen werden und nur durch ihre gegenseitige Abhängigkeit als Gruppe wahrgenommen werden. In Abbildung 6 veranschaulicht Goldstein (2002) mit der gleichen Argumentationsbasis den Faktor der Verbundenheit der Elemente.



Fig. 6 Ein Beispiel von Goldstein (2002) für den Faktor der Verbundenheit der Elemente. Obwohl der Abstand zwischen den unverbundenen Punkten geringer ist, werden trotzdem die verbundenen Punkte als ein Element angesehen.

In einer Reihe von fünf Experimenten stellen Palmer & Beck (2007) weitere positive empirische Befunde vor. So sind in ihrem Experiment 3 zur Wahrnehmung von Gruppen unter neutralen Bedingungen die Reaktionszeiten für den Faktor der gemeinsamen Region und den Faktor der Verbundenheit der Elemente nicht nur nahezu identisch, sondern auch signifikant geringer als unter anderen Versuchsbedingungen. Diese Ergebnisse sprechen sowohl für die Gleichwertigkeit der einzelnen neueren Faktoren der Wahrnehmungsorganisation, als auch für Ihre Wirkung an sich. Methodenkritisch anzumerken ist allerdings die niedrige Versuchspersonenanzahl mit nur zehn Personen.

An dieser Stelle muss nochmals die Ceteris-Paribus-Regel erläutert werden. Diese Regel besagt, dass man „unter sonst gleichen Bedingungen“ Unterschiede zwischen verschiedenen Versuchsbedingungen deutlich machen kann. Konkret bedeutet dies im vorliegenden Fall, dass nicht gleichzeitig zwei Faktoren wie zum Beispiel der Faktor der Verbundenheit der Elemente und der Faktor der gemeinsamen Region vorhanden sein dürfen. Wäre dies trotzdem der Fall, so könnte man nach Palmer (1999) nicht einen Faktor für ein bestimmtes Ergebnis verantwortlich machen. Interpretationen beim Vergleich von verschiedenen Versuchsbedingungen sind nur unter Berücksichtigung der Ceteris-Paribus-Regel erlaubt.

2.3.4 *Alternative Objekterkennungstheorien*

Die Kognitionspsychologie bietet neben den Gestaltprinzipien weitere Objekterkennungstheorien an. Die bekannteste ist die Merkmalsintegrationstheorie von Treisman (1980). Treisman legt dabei großen Wert auf die bottom-up Prozesse, also die frühen Phasen der Objektwahrnehmung. Merkmale werden dabei früh, automatisch und parallel verarbeitet, wohingegen die Objektidentifikation fokussierte Aufmerksamkeit benötigt. Man spricht dabei von präattentiver Verarbeitung und der später folgenden aufmerksamkeitsgerichteten Verarbeitung. Eine große Rolle spielen nach Treisman (1980) die sogenannten Elementarmerkmale, wie zum Beispiel Farbe und Helligkeit. Diese existieren in der präattentiven Phase unabhängig nebeneinander und werden erst bei der aufmerksamkeitsgerichteten Verarbeitung miteinander verknüpft. Aufmerksamkeit ist dabei nach Treisman (1980) der „Leim“, welcher die vorher unabhängigen Merkmale in einheitliche Objekte integriert. Es gab jedoch viel Kritik an der Theorie und sie musste von Treisman (1998) mehrmals modifiziert werden, damit widersprüchliche Befunde mit der Theorie konsistent wurden. Zusätzlich wurden die

Experimente mit sehr kurzen Zeitspannen durchgeführt, um die Bedeutung der bottom-up Prozesse zu demonstrieren. Im Kontext dieser Arbeit, bei der sich die Versuchspersonen lange Zeit mit den Objekten beschäftigt haben, ist diese Theorie nicht anwendbar.

Weitere Theorien, wie zum Beispiel die Textone von Julesz (1981), haben ebenfalls als Forschungsgegenstand primär die präattentive Verarbeitung zum Ziel. Julesz erfuhr allerdings viel berechtigte Kritik von Enns (1986). Da auch der Schwerpunkt dieser Theorie bei der präattentiven Verarbeitung liegt, kommt sie für den Forschungszweck der vorliegenden Arbeit ebenso nicht infrage und wird nicht weiter verfolgt.

2. 4 Fragestellung und Hypothesen

Aus den Arbeiten von Mayer (2001), sowie von Moreno & Mayer (1999), wird folgende Erkenntnis gewonnen: Text und bildhafte Darstellung sollten am Computerbildschirm so nah wie nur möglich angeboten werden, da es ansonsten zu signifikanten Leistungseinbußen kommt. Dieses Ergebnis wird von Moreno et al. (1999) in ihren Experimenten zur Entstehungsweise von Blitzen sowohl beim einfachen Abruf als auch bei den nachfolgenden Transferaufgaben zum gelerten Material festgestellt.

In dieser Arbeit wird dagegen argumentiert, dass für den split-attention effect bzw. das spatial contiguity principle nicht nur die räumliche Nähe zwischen den Elementen Text und bildhafte Darstellung wichtig ist, sondern dass auch eine künstlich hergestellte Beziehung zwischen Text und bildhafter Darstellung zu mindestens gleich guten Lernergebnissen bei den Versuchspersonen führt. Die konkrete Fragestellung für die vorliegende Arbeit lautet daher: *Ist räumliche Nähe von Text und bildhafter Darstellung zwingend notwendig als entscheidender Faktor im Wissenserwerb mit multimedialen Inhalten? Oder lässt sich bei fehlender räumlicher Nähe ein mindestens vergleichbarer Einfluss finden und bestätigen, wenn stattdessen eine artifizielle Beziehung zwischen Text und bildhafter Darstellung hergestellt wird?*

Die Begründung für die wissenschaftliche Relevanz dieser Fragestellung erklärt sich einerseits dadurch, dass der Versuch unternommen wird, um die genannten Theorien zum multimedialen Lernen kognitionspsychologisch zu untermauern und andererseits auf bestehende Lücken in der Cognitive Load Theory, bzw. in der Cognitive Theory of Multimedia Learning, hinzuweisen. Im vorliegenden Fall ist dies auf den split-attention effect bezogen.

Die praktische Relevanz dieser Fragestellung lässt sich beispielsweise dadurch begründen, dass sich beim Design von multimedialen Lerninhalten mehr Variationsmöglichkeiten ergeben, wenn nicht immer nur auf die räumliche Nähe der verschiedenen Quellen geachtet wird. Diese Argumentation bildet auch die Basis der Hypothesen, die nun vorgestellt und begründet werden.

Hypothese 1: Die Darstellung des Lernmaterials im integrierten Darstellungsformat führt zu signifikant besseren Leistungen als die Darstellung im separierten Darstellungsformat.

Hypothese 2: Die verknüpften Darstellungsformate mit den neuen Faktoren der Wahrnehmungsorganisation nach Palmer (1999) führen nicht zu signifikant schlechteren Leistungen als das integrierte Darstellungsformat.

Die Rechtfertigung der ersten Hypothese ergibt sich bereits aus den Ergebnissen der Metaanalyse von Ginns (2006), da dort für den spatial contiguity effect eine Effektstärke von $d = 0.72$ festgestellt wurde, bei einer Studienanzahl von 37. Der Effekt ist damit sehr gut repliziert worden. Zusätzlich ist das Untersuchungsmaterial bereits von Moreno et al. (1999) verwendet worden und es wird unter anderem als Referenzbeispiel für die Überlegenheit des integrierten Darstellungsformats verwendet, zum Beispiel von Mayer (2001).

Die zweite Hypothese wird folgendermaßen begründet: Die räumliche Nähe spielt nicht die einzig entscheidende Rolle beim Wissenserwerb und -transfer mit multimedialen Inhalten, sondern auch eine künstlich hergestellte Beziehung zwischen bildhafter Darstellung und Text beeinflusst den Lernerfolg. Die nicht klar definierten räumlichen Bedingungen für den split-attention effect nach Sweller et al. (1998), bzw. das spatial contiguity principle nach Mayer (2001), erlauben weitere Interpretationsmöglichkeiten für die gefundenen Effekte. Die vorliegende Hypothese erklärt sich daher auch mit der Interpretation der gefundenen Effekte unter der gleichzeitigen Beachtung objektiv präziserer und definierter Bedingungen. Werden mehrere Quellen mit Hilfe der neueren Faktoren der Wahrnehmungsorganisation von Palmer (1999), speziell dem Faktor der Verbundenheit der Elemente und dem Faktor der gemeinsamen Region, gleichzeitig und gemeinsam als ein Objekt kognitiv verarbeitet, so sollte die kognitive Belastung sinken und für den Wissenserwerb und -transfer von Vorteil sein.

Methode

Nach der nun bereits vorgestellten Theorie folgt jetzt die Methode zur vorliegenden Arbeit. Das durchgeführte Experiment wurde hierbei als Online-Untersuchung im Internet realisiert und war damit als Feldstudie konzipiert. Die Versuchsteilnehmer mussten zuerst ihr meteorologisches Vorwissen einschätzen. Danach wurden sie zufällig einer von sechs Versuchsbedingungen zugewiesen, in der eine dreiminütige Animation zur Entstehung von Blitzen dargeboten wurde. Die Versuchsbedingungen stellten eine Verknüpfung zwischen dem split-attention effect und den neueren Faktoren der Wahrnehmungsorganisation her, beziehungsweise untersuchten den split-attention effect an sich. Im Anschluss mussten die Probanden unter Zeitdruck fünf offene Fragen zur gesehenen Animation beantworten.

1. Beschreibung der Stichprobe

Insgesamt nahmen 2387 Versuchspersonen teil, wobei allerdings 1436 das Experiment vorzeitig abbrachen und nur 951 Versuchspersonen das Experiment vollständig durchlaufen haben. 62 Versuchspersonen wurden aus der Stichprobe ausgeschlossen, da sie angaben, nicht ernsthaft daran teilgenommen zu haben. Weitere 20 Versuchspersonen wurden nach einer zusätzlich durchgeführten Einzelfallanalyse ausgeschlossen, da keine ernsthafte Versuchsteilnahme angenommen werden konnte. Diese Versuchspersonen hatten sich nur schnell durch das Experiment geklickt und dabei Nonsensangaben gemacht, so dass die Angaben nicht verwertbar waren.

Damit verblieben in der Stichprobe 869 Versuchspersonen, wobei hiervon 452 Personen männlichen Geschlechts waren und 417 Teilnehmer weiblich. Die Versuchspersonen waren durchschnittlich 25.41 Jahre alt mit einer Standardabweichung von 7.12 Jahren.

Die Stichprobe wurde über diverse Mailinglisten von Fachschaften und Lehrstühlen rekrutiert, bestand aber vorwiegend aus Teilnehmern aus bestimmten virtuellen und sozialen Netzwerken im Internet, wie zum Beispiel von studiVZ und Xing. Der damit verbundene hohe Anteil an Studierenden wird in Tabelle 1 deutlich.

	Art	Häufigkeit	Häufigkeit in %
Beschäftigung	Studierende	557	63 %
	Angestellte	134	15 %
	Schüler	58	7 %
	Selbstständige	43	5 %
	Beamte	28	3 %
	Arbeitslose	24	3 %
	Auszubildende	22	3 %
	Rentner	3	1 %
	Gesamt	869	100 %

Tab. 1. Beschäftigungsart der verwendeten Stichprobe.

Als Entschädigung für die aufgewendete Zeit konnten die Versuchspersonen an einer Verlosung teilnehmen. Es wurde insgesamt an 10 Personen jeweils ein 10,-Euro Gutschein von Amazon.de verlost. Um an der Verlosung teilzunehmen, konnte man am Ende des Experiments freiwillig seine E-Mail-Adresse angeben. Natürlich ist bei einer Arbeit zum multimedialen Lernen auch die Erfassung der Bildschirmauflösung von Interesse. Tabelle 2 beschreibt die Verteilung der Bildschirmauflösung in der Stichprobe.

Bildschirmauflösung	Häufigkeit	Häufigkeit in Prozent
1024 x 768	372	43 %
1280 x 1024	217	25 %
1280 x 800	137	16 %
Sonstige	143	16 %
Gesamt	869	100 %

Tab. 2. Häufigkeiten und Häufigkeiten in Prozent der Bildschirmauflösung in der Stichprobe.

Das Untersuchungsmaterial wurde für die beiden gängigsten Auflösungen, 1024 x 768 Pixel und 1280 x 1024 Pixel, optimiert, wobei die eigentliche Animation 720 x 500 Pixel groß war. Die Auflösung 1280 x 800 Pixel unterscheidet sich hierbei nur marginal von der Auflösung 1280 x 1024 Pixel. Die Zahlen in Tabelle 2 rechtfertigen die Optimierung der Animationen für die genannten Bildschirmauflösungen, da weit über 80 % der Versuchspersonen damit arbeiteten.

2. Untersuchungsmaterial

Das Untersuchungsmaterial erklärte die Entstehungsweise von Blitzen und wurde unter anderem im Experiment 1 von Moreno et al. (1999) genutzt, wobei es für die vorliegende Arbeit vollständig in die deutsche Sprache übersetzt wurde. Es wurde speziell dieses Material zu diesem Experiment ausgesucht, da es als Referenzexperiment in der Forschung zum split-attention effect diente. So wurde die herausragende Stellung dieses Experiments auch durch das Buch zum multimedialen Lernen von Mayer (2001) hervorgehoben, da das Experiment einen besonderen Stellenwert durch die häufige Zitierung im genannten Buch erreichte. Durch das bereits eingeführte und empirisch bestätigte Material war es möglich eine theoretische Erweiterung zum split-attention effect zu testen. Leider konnten mir weder Mayer (Richard E. Mayer, electronic mail, July 30, 2006) noch Moreno (Roxana Moreno, electronic mail, July 30, 2006) die ursprünglich verwendeten Animationen zur Verfügung stellen. Es konnte allerdings auf einem alternativen Weg die benötigten Informationen beschafft werden: Einerseits war im Anhang von Moreno et al. (1999) der gesamte zu lernende Text wiedergegeben, andererseits wurde der Text nahezu identisch in den Experimenten zur Demonstration des split-attention effect von Mayer et al. (1995), beziehungsweise von Mayer (1997) verwendet. In diesen Experimenten wurden allerdings andere Animationen verwendet. Somit wurden die Animationen aus Mayer et al. (1995) beziehungsweise Mayer (1997) mit dem Text aus Moreno et al. (1999) kombiniert. Das somit konstruierte Material wurde zuerst in einem Vortest mit vier Versuchspersonen überprüft. Veränderungen am Material aufgrund der Rückmeldungen im Vortest werden an entsprechender Stelle in dieser Arbeit erläutert. Die Animation dauerte 180 Sekunden. Diese Zeit entsprach der Gesamtanzeigedauer der Animation im Experiment 1 von Moreno et al. (1999)

Insgesamt gab es in der Online-Untersuchung sechs verschiedene Versuchsbedingungen. Diese werden nun präsentiert und die Unterschiede erläutert:

- Die **integrierte Versuchsbedingung** wird in Abbildung 7 wiedergegeben, mit einem räumlich nah platzierten Text an der passenden Stelle der entsprechenden Abbildung.

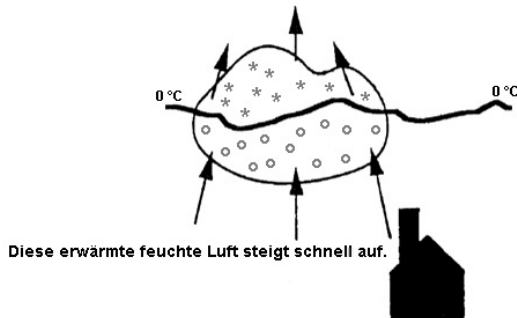
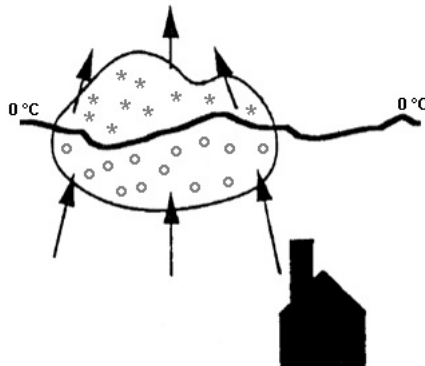


Fig. 7 Verwendete Animation im Experiment zur Entstehung von Blitzen. Es handelt sich hierbei um die integrierte Bedingung.

- Die **separierte Versuchsbedingung** wird in Abbildung 8 gezeigt, mit einem von der Abbildung räumlich fern platzierten Text.



Diese erwärmte feuchte Luft steigt schnell auf.

Fig. 8 Verwendete Animation im Experiment zur Entstehung von Blitzen. Es handelt sich hierbei um die separierte Bedingung.

- Die **integrierte Versuchsbedingung mit gemeinsamer Region** wird in Abbildung 9 vorgestellt, bei der der nah platzierte Text und die Abbildung durch einen einheitlichen Rahmen umschlossen sind.

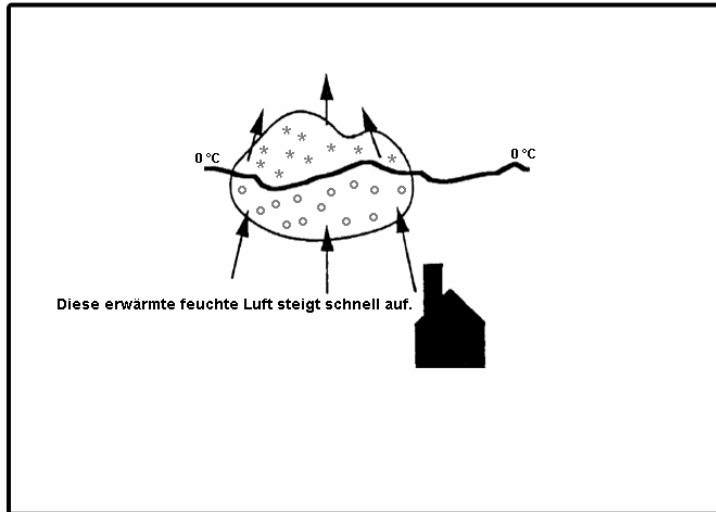


Fig. 9 Verwendete Animation im Experiment zur Entstehung von Blitzen. Es handelt sich hierbei um die integrierte Bedingung mit gemeinsamer Region.

- Die **separierte Versuchsbedingung mit gemeinsamer Region** wird in Abbildung 10 dargestellt, in der die Gruppierung von Abbildung und fern platziertem Text durch einen einheitlichen Rahmen umschlossen wird.

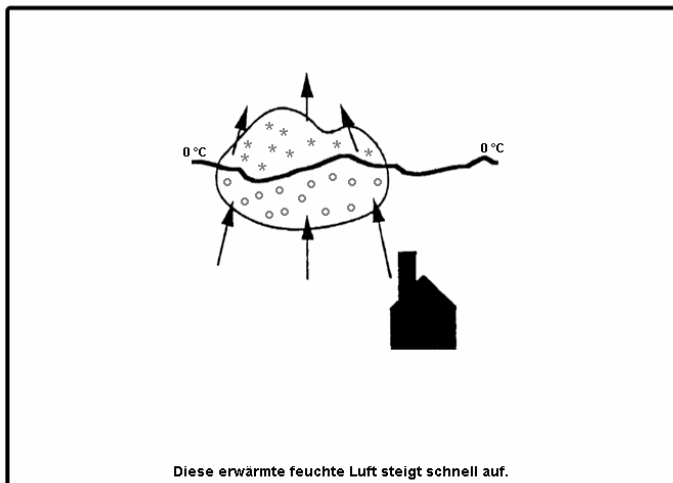


Fig. 10 Verwendete Animation im Experiment zur Entstehung von Blitzen. Es handelt sich hierbei um die separierte Bedingung mit gemeinsamer Region.

- Die **separierte Versuchsbedingung mit verbundenen Elementen**, die durch eine Verbindung des räumlich entfernten Texts mit der Abbildung anhand eines Balkens definiert ist und in Abbildung 11 gezeigt wird.

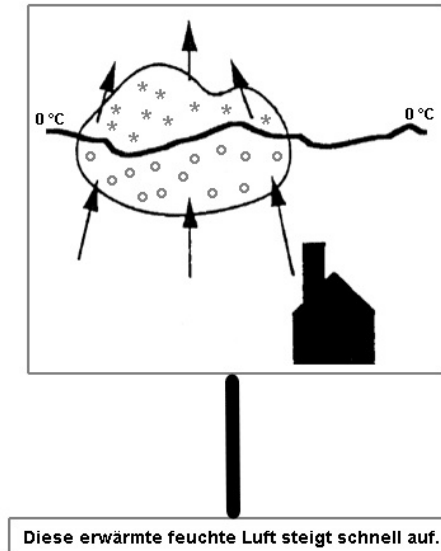


Fig 11 Verwendete Animation im Experiment zur Entstehung von Blitzen. Es handelt sich hierbei um die separierte Bedingung mit verbundenen Elementen.

- Die **Kontrollbedingung ohne beschreibenden Text**, welche also nur die Abbildung präsentiert, ohne erklärenden Text. Als Beispiel dient Abbildung 12. Diese Bedingung ist für die Kontrollgruppe gedacht und notwendig zur Prüfung, ob die Abbildung vielleicht als selbsterklärend wahrgenommen wird. Wäre dies der Fall, würde nach Sweller et al. (1998) der redundancy-effect entstehen.

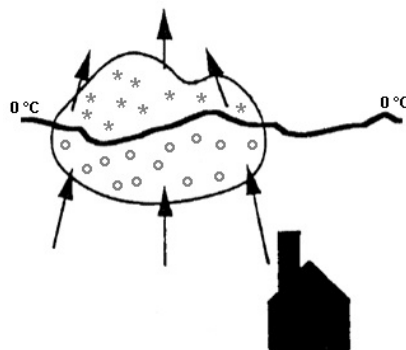


Fig. 12 Verwendete Animation im Experiment zur Entstehung von Blitzen ohne beschreibenden Text.

Im Vortest hatte sich die separierte Versuchsbedingung mit verbundenen Elementen als problematisch erwiesen, zum Beispiel in der Art und Weise, wie die Elemente verbunden waren. Die vorher verwendeten Versionen wurden als „verwirrend“ und „irritierend“ bezeichnet. Die hier dargestellte Version in Abbildung 11 stellt dabei das Ergebnis aus den Rückmeldungen des Vortests dar.

Darüber hinaus ist es leicht nachvollziehbar, dass es nur eine Bedingung mit dem Faktor der Verbundenheit der Elemente geben kann. Da in der integrierten Bedingung der beschreibende Text so nah wie möglich an die passende Stelle in der Animation angebracht worden ist, besteht kein Raum mehr zwischen Text und Abbildung, um eine zusätzliche Verbundenheit der Elemente herzustellen. Daher kann dieser Faktor nur mit der separierten Bedingung verknüpft werden. Die Versuchsbedingungen unterscheiden sich damit in zwei Merkmalen: Einerseits in der räumlichen Nähe vom Text zur passenden Abbildung und andererseits im verwendeten Faktor der Wahrnehmungsorganisation. Durch die Kombination der Varianten dieser zwei Merkmale sind die weiter oben beschriebenen sechs Versuchsbedingungen entstanden.

3. Auswertungsmethoden

Nach jeder der oben beschriebenen sechs Versuchsbedingungen folgten fünf Fragen zum Inhalt der betrachteten Animation. Die Fragen waren identisch mit den Fragen von Moreno et al. (1999), allerdings ins Deutsche übersetzt. Die erste Frage zielte darauf ab, den Inhalt der Animation so gut wie nur möglich zu reproduzieren. Die restlichen Fragen waren dagegen Transferfragen. Die Fragen lauteten:

Frage 1: Bitte erläutern Sie wie ein Blitz entsteht.

Frage 2: Was könnten Sie tun, um die Intensität des Blitzes zu verringern?

Frage 3: Stellen Sie sich vor, Sie sehen Wolken am Himmel aber keine Blitze. Wieso?

Frage 4: Was hat die Lufttemperatur mit dem Blitz zu tun?

Frage 5: Was verursacht den Blitz?

Diese Fragen waren zentral für das Experiment, da sie die abhängigen Variablen darstellten. Die erste abhängige Variable entstand durch die Beantwortung der ersten Frage, welche auf die reine Reproduktion der gesehenen Animation abzielte und damit die Lernleistung erfasste. Die zweite abhängige Variable, welche die Transferleistung messen sollte, entsprach der Summe der vier übrigen Fragen. Die Auswertung der offenen Fragen erfolgte unabhängig voneinander durch zwei geschulte Beurteiler anhand eines eigens für dieses Experiment erstellten Auswertungsmanuals. Bei Unstimmigkeiten wurde die entsprechende Antwort

durch beide Beurteiler gleichzeitig nochmals bewertet und gemeinsam eine Punktzahl vergeben. Es folgen beispielhaft einige akzeptable und nicht-akzeptable Antworten.

Die Beurteiler wurden für jede Frage anhand der ersten 50 Antworten gemeinsam mithilfe des Auswertungsmanuals trainiert, die restlichen 819 Antworten wurden danach von jedem Beurteiler einzeln bewertet. Die Berechnung der Beurteilerübereinstimmung erfolgte für jede Frage separat durch die zufällige Auswahl von 93 Antworten aus der Stichprobe, was etwa einem Anteil von zehn Prozent entsprach. Es wurde hierbei nach Bortz (1999) Cohens Kappa ausgerechnet, also der Anteil der übereinstimmenden Beurteilungen. Tabelle 2.3 gibt die Ergebnisse im Einzelnen wieder.

	Cohens Kappa	Werte von Moreno et al. (1999)
Frage 1	.93	.98
Frage 2	.68	
Frage 3	.83	
Frage 4	.84	.94
Frage 5	.85	

Tab. 3 Die Beurteilerübereinstimmung zu allen fünf Fragen.

Moreno et al. (1999) hatten leider nur eine globale Beurteilerübereinstimmung über alle Transferfragen berechnet, weswegen auch nur ein Wert dafür angegeben wurde. Insgesamt sind beide Werte von Moreno et al. (1999) beeindruckend hoch.

Die Werte der vorliegenden Arbeit müssen aber auch einen Vergleich nicht scheuen. Selbst der verhältnismäßig niedrige Wert bei Frage 2 ist nach Bortz (1999) als annähernd gut zu bezeichnen, während alle anderen Werte deutlich über 0.70 sind und damit als gut bis ausgezeichnet beurteilt werden können. Würde man analog zu Moreno et al. (1999) den Durchschnitt der Beurteilerübereinstimmung über alle Transferfragen berechnen, dann wäre der berechnete Wert mit 0.80 immer noch sehr hoch.

Zusätzlich wurden weitere Kontrollvariablen erfasst. So mussten die Versuchspersonen zu Beginn der Untersuchung ihr Geschlecht, ihr Alter, ihre Beschäftigung und gegebenenfalls Universität und Studiensemesteranzahl angeben, sowie ihr Wissen über Meteorologie selbst einschätzen. Weitere erfasste Kontrollvariablen beinhalten unter anderem den Beginn und Ende des Experiments sowie weitere technische Variablen. Es wurden dabei in diesem Experiment nach einer Analyse des Antwortverhaltens und der Internetprotokoll-Adressen keine doppelten Teilnahmen registriert. Doppelt abgespeicherte Internetprotokoll-Adressen konnten immer zweifelsfrei einer anderen Versuchsperson zugewiesen werden.

Ergebnisse

Für die Berechnung der Ergebnisse wurden die Formeln zur einfaktoriellen Varianzanalyse aus Bortz (1999) zugrundegelegt. Die Darstellung der Ergebnisse lässt sich grob in zwei Bereiche unterteilen: Vorbereitende Analysen und Testung der Hypothesen.

1. Vorbereitende Analysen

In diesem Kapitel sollen kurz einige deskriptive Ergebnisse berichtet werden, um so bereits einen Überblick für die Hypothesentests zu erhalten.

Versuchsbedingung	Häufigkeit	Mittelwert von Frage 1	Standardabweichung von Frage 1
IT	115	5.06	4.12
ITCR	114	4.69	3.79
KG	116	1.00	1.46
ST	113	5.08	3.54
STCR	303	5.27	3.92
STEC	108	5.33	4.05
Gesamt	869	4.58	3.92

Tab. 4 Häufigkeit sowie Mittelwert und Standardabweichung der Lernleistung zu Frage 1, in Abhängigkeit von der Versuchsbedingung.

Aus Tabelle 4 ist ersichtlich, dass für die separierten Versuchsbedingungen die Lernleistung zu Frage 1 am höchsten und damit nicht konform zur ersten Hypothese war. Die Kontrollgruppe hat den niedrigsten Wert. Insgesamt waren maximal 19 Punkte erreichbar.

Versuchsbedingung	Häufigkeit	Mittelwerte der Fragen 2-5	Standardabweichung der Fragen 2-5
IT	115	0.87	1.01
ITCR	114	0.88	0.93
KG	116	0.52	0.72
ST	113	0.76	0.90
STCR	303	0.81	0.91
STEC	108	0.81	0.93
Gesamt	869	0.78	0.91

Tab. 5 Häufigkeit sowie Mittelwert und Standardabweichung der Transferleistung zu den Fragen 2 bis 5, in Abhängigkeit von der Versuchsbedingung.

Tabelle 5 beschreibt, dass für die integrierten Versuchsbedingungen die Transferleistung am höchsten war und damit im Kern der ersten Hypothese entsprach. Die Kontrollgruppe hat den niedrigsten Wert. Insgesamt wurden maximal fünf

Punkte erreicht, wohingegen bei Moreno et al. (1999) neun Punkte maximal erreicht werden konnten. Die Differenz zwischen diesem und dem Experiment von Moreno et al. (1999) erklärt sich dadurch, dass die Maximalpunktzahl als diejenige Punktzahl definiert ist, welche von der besten Versuchsperson im jeweiligen Experiment erreicht wurde. Für die Transferfragen gab es keine Beschränkung, jede richtige Antwort wurde gewertet.

2. Testung der Hypothesen

In diesem Abschnitt werden die in Abschnitt 2.4 festgelegten Hypothesen getestet.

2.1. Ergebnisse für die Lernleistung

	IT	ITCR	KG	ST	STCR	STEC
IT	---	.52	99.92***	.01	.24	.25
ITCR	---	---	95.43***	.66	1.91	1.52
KG	---	---	---	131.20***	130.61***	116.46***
ST	---	---	---	---	.21	.25
STCR	---	---	---	---	---	.02
STEC	---	---	---	---	---	---

*** p < 0.001

Tab. 6 F-Werte der Versuchsbedingungsvergleiche für die Lernleistung. Kursive Werte sind aufgrund der Ceteris-Paribus-Regel nicht eindeutig interpretierbar.

Tabelle 6 zeigt, dass die Darstellung ohne beschreibenden Text (KG) signifikant schlechter war. Allerdings hat ebenso die integrierte gegenüber der separierten Versuchsbedingung schlechter abgeschnitten, womit die erste Hypothese über den Vorteil der integrierten Versuchsbedingung abgelehnt wurde. Dafür konnte die zweite Hypothese bestätigt werden, da die integrierte Versuchsbedingung den drei verknüpften Versuchsbedingungen (ITCR, STCR und STEC) nicht überlegen war.

2.2. Ergebnisse für die Transferleistung

	IT	ITCR	KG	ST	STCR	STEC
IT	---	.01	9.43**	.74	.32	.24
ITCR	---	---	10.80***	.91	.42	.33
KG	---	---	---	5.17*	9.82**	6.80**
ST	---	---	---	---	.26	.13
STCR	---	---	---	---	---	.01
STEC	---	---	---	---	---	---

* p < 0.05; ** p < 0.01; *** p < 0.001

Tab. 7 F-Werte der Versuchsbedingungsvergleiche für die Transferleistung. Kursive Werte sind aufgrund der Ceteris-Paribus-Regel nicht eindeutig interpretierbar.

Aus Tabelle 7 wird ersichtlich, dass die Transferleistung in der Versuchsbedingung ohne beschreibenden Text signifikant schlechter war im Vergleich zu allen anderen Versuchsbedingungen. Jedoch ist kein signifikanter Vorteil der integrierten gegenüber der separierten Versuchsbedingung gefunden worden, womit entsprechend die erste Hypothese abgelehnt wurde. Die zweite Hypothese über den nichtvorhandenen Vorteil der integrierten gegenüber den verknüpften Versuchsbedingungen wurde hingegen bestätigt.

Diskussion

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, für den split-attention effect zusätzliche Lösungsansätze empirisch zu testen. Die bisher verwendete Möglichkeit der räumlichen Nähe beim Wissenserwerb und –transfer von multimedialen Inhalten wurde kognitionspsychologisch um die neueren Faktoren der Wahrnehmungsorganisation von Palmer (1999) erweitert, im Detail durch den Faktor der Verbundenheit der Elemente und den Faktor der gemeinsamen Region.

Das integrierte Darstellungsformat, in dem Text und bildhafte Darstellung nah beieinander waren, war gegenüber dem separierten Darstellungsformat, in dem Text und Bild entfernt voneinander abgebildet waren, nicht überlegen und so musste die erste Nullhypothese beibehalten werden. Zwar waren die Versuchspersonen in der integrierten Darstellung bei der Transferleistung tendenziell besser als in der separierten, statistisch signifikant wurden aber nur die Unterschiede zur Kontrollbedingung. In der Lernleistung waren die Ergebnisse in den separierten Versuchsbedingungen sogar durchgängig besser als in den integrierten Bedingungen. Der klassische split-attention effect konnte also nicht empirisch verifiziert werden.

Die zweite Hypothese bezüglich der Gleichwertigkeit der verknüpften Versuchsbedingungen und der integrierten Versuchsbedingung konnte hingegen bestätigt werden. Zusätzlich zeigte sich ein positiver Trend in den separierten Versuchsbedingungen bei der Benutzung der neueren Faktoren der Wahrnehmungsorganisation, also dem Faktor der gemeinsamen Region und dem Faktor der Verbundenheit der Elemente, die Ergebnisse in den verknüpften Versuchsbedingungen waren besser als in der separierten Versuchsbedingung. Außerdem führte eine artifizielle Verknüpfung der Elemente Text und Bild zu nicht signifikant schlechteren Ergebnissen als eine räumlich nahe Darstellung dieser Elemente, die Versuchspersonen hatten also nicht signifikant weniger gelernt als in der integrierten Versuchsbedingung.

Es bieten sich drei Erklärungsmöglichkeiten für die Nichtbestätigung der ersten Hypothese an, also dem statistisch nicht gefundenen Unterschied zwischen dem separierten und integrierten Darstellungsformat: Bodeneffekte, eine störende Interaktion der Elemente Text und Bild im integrierten Darstellungsformat und eine niedrige Elementinteraktivität des Materials.

Die niedrigen Werte in der Transferleistung lassen auf Bodeneffekte in der vorliegenden Arbeit schließen. Eine mögliche Begründung wäre zum Beispiel eine zu strenge Korrektur, welche allerdings anhand der getroffenen Vorkehrungen ausgeschlossen werden kann, da einerseits ein Auswertungsmanual verwendet wurde, andererseits die Beurteilerübereinstimmung akzeptable bis sehr gute Werte gezeigt hatte.

Auch die vergleichsweise kurze Bearbeitungszeit der Versuchspersonen könnte die gefundenen Bodeneffekte erklären. In der vorliegenden Arbeit hatten einige Versuchspersonen die fehlende Anzeige der Restzeit bei der Beantwortung der Fragen bemängelt, so dass für zukünftige Untersuchungen erwogen werden sollte, eine entsprechende Anzeige einzubauen. Damit könnte man verhindern, dass Versuchspersonen zum Beispiel aus Angst vor einem plötzlichen Ende der Antwortzeit zu oberflächlich und zu ungenau antworten. An dieser Stelle wird aber nochmals auf die Erkenntnisse aus dem Vortest verwiesen, in dem die Versuchspersonen durch die Anzeige der verbliebenen Zeit abgelenkt wurden, weswegen auf die Anzeige verzichtet wurde. Welcher Nachteil nun schwerer wiegt, kann an dieser Stelle nicht festgestellt werden.

Auch eine feste Beantwortungsdauer pro Frage wie bei Moreno et al. (1999) könnte zu einer längeren Beschäftigung mit der Aufgabenstellung führen. Ein starres Zeitfenster zur Beantwortung der gestellten Fragen hätte aber sicherlich weitere Akzeptanzprobleme für das Experiment aufgeworfen, da die Interaktion aus der Nutzerperspektive zu gering gewesen wäre. Zusätzlich war die Bereitschaft zur Angabe von Freitextantworten bei dieser Online-Untersuchung eher niedrig, wie auch viele Teilnehmerkommentare bestätigten. Somit kann wohl eine Kombination aus Unlust bei der Beantwortung und Unsicherheit über die exakte Bearbeitungsdauer jeder einzelnen Frage die gefundenen Bodeneffekte begünstigt haben.

Eine weitere Möglichkeit zur Erklärung der durchgängig niedrigen Leistung der Versuchspersonen über alle Versuchsbedingungen hinweg könnte auch an der verwendeten Geschwindigkeit der Animation gelegen haben. Aufgrund der abgegebenen Anmerkungen war die Darstellung der Animation einigen Versuchspersonen zu langsam, anderen Personen allerdings auch zu schnell. Insgesamt waren dies aber nur vereinzelte negative Anmerkungen, die meisten Versuchspersonen fanden die Animation durchaus ansprechend, interessant und von der Zeitdauer genau richtig. Einzig die unfarbige Darstellung wurde von den Versuchspersonen vermehrt kritisiert. Bereits Kalyuga, Chandler und Sweller (1999) hatten in ihren Experimenten zu elektrischen Schaltungen den Nutzen von farbigen Abbildungen nachgewiesen. Auch in der vorliegenden Arbeit wäre die Nutzung von Farben bei der verwendeten Animation sicherlich förderlich für den Lernerfolg gewesen. Da aber einerseits das Material von Moreno et al. (1999) ebenfalls nicht farbig war und andererseits nur so die Ceteris-Paribus-Regel in Zusammenhang

mit den neueren Faktoren der Wahrnehmungsorganisation erfolgreich umgesetzt werden konnte, wurde für die nicht farbige Umsetzung entschieden. Eine farbige Darstellung hätte zu einer Verletzung der Ceteris-Paribus-Regel geführt, da im Einzelfall die verantwortlichen Faktoren bei unterschiedlichen Ergebnissen zwischen den Versuchsbedingungen nicht hätten benannt werden können.

Als zweite Erklärungsmöglichkeit für die nicht erreichte Verifizierung der ersten Hypothese kann die Kritik der Versuchspersonen an der hohen räumlichen Nähe zwischen Bild und Text angesehen werden. Die Versuchspersonen kritisierten hierbei, dass die Animation in den integrierten Darstellungsformaten teilweise zu unübersichtlich gewirkt habe. Hierbei kann nur angemerkt werden, dass die Arbeit sich strikt an die Vorgabe von Moreno et al. (1999) bezüglich der räumlichen Nähe hielt und daher zusammenhängenden Text und Bild so nah wie möglich anordnete und nicht aus ästhetischen Gründen weiter entfernt platzierte. Auch Mayer (2001) machte keine expliziten Vorgaben sondern gab nur den Hinweis, dass Text und passendes Bild so nah wie möglich zusammen dargestellt werden sollten. Zwar wurde auch im Vortest die teilweise zu nahe Zusammenstellung von Bild und Text kritisiert, da aber bisher keine nachteiligen Ergebnisse in der Literatur bekannt sind und Moreno et al. (1999) explizit vor ästhetischen Argumenten gewarnt hatten existiert keine theoretische Begründung, die Anordnung der Elemente entsprechend zu ändern.

Als dritte Auslegungsmöglichkeit zu den bereits genannten Punkten könnte man die Frage stellen, ob das vorliegende Material tatsächlich eine hohe Elementinteraktivität hatte. Da das zu lernende Material sich teilweise von dem von Moreno et al. (1999) unterschieden hatte, könnte es sich eventuell auch nicht um Material mit hoher Elementinteraktivität gehandelt haben. So fand Ginns (2006) in seiner Metaanalyse für Aufgaben mit geringer Elementinteraktivität nur sehr niedrige Effekte für den split-attention effect. Da die Leistungen in allen Bedingungen der Online-Untersuchung sehr niedrig waren, ist es eher unwahrscheinlich, dass die Aufgaben einen zu geringen intrinsic cognitive load verursacht haben, dass also die Aufgaben zu einfach waren. Im Gegenteil, nach Beendigung des Experiments wurde der hohe Schwierigkeitsgrad von vielen Versuchspersonen kritisiert, womit auch kein expertise reversal effect nach Kalyuga et al. (2003) in Frage kam, dass also zu viele Informationen vermittelt wurden. Ebenso kann mit großer Sicherheit die hohe Anzahl von Abbrechern, insgesamt 1436 von 2387 Personen, in diese Richtung interpretiert werden. Da das verwendete Material in seinen Einzelteilen aber bereits eingeführt war und bei der Konstruktion die Vorgaben des Originalmaterials von Mayer et al. (1995), beziehungsweise Moreno et al. (1999), eingehalten wurden kann eine niedrige Elementinteraktivität ausgeschlossen werden, da bereits Ginns (2006) das Originalmaterial mit hoher Elementinteraktivität charakterisiert hatte.

Man kann also zusammenfassend Kritik an der Operationalisierung der Variablen üben, da der erwartete split-attention effect, also die Dominanz des integrierten Darstellungsformats gegenüber dem separierten Darstellungsformat, nicht eintrat. Die gestellten Aufgaben waren für die Versuchspersonen zu schwer und es bildeten sich damit die bereits erklärten Bodeneffekte für die Transferfragen. Allerdings wurde die Robustheit des split-attention effect schon früher auch von Mayer et al. (1995) nur unter bestimmten Bedingungen postuliert, wovon sich aber Mayer (2001) in seinem Buch größtenteils wieder distanziert hatte. Sowohl die Ergebnisse meiner Arbeit, als auch die Ergebnisse von Michas et al. (2000) und Bodemer et al. (2004), lassen aber trotzdem Zweifel an der Allgemeingültigkeit des Effekts aufkommen.

Die Bestätigung der zweiten Hypothese, also die nichtvorhandene Überlegenheit des integrierten Darstellungsformats gegenüber den verknüpften Darstellungsformaten, passt gut zu den Befunden von Palmer (1999), mit denen er seine neueren Faktoren der Wahrnehmungsorganisation bestätigte. Eine zu testende Alternativmöglichkeit wäre allerdings, ob die bildhafte Darstellung tatsächlich notwendig gewesen wäre. Eventuell wäre die alleinige Darbietung des Texts ausreichend gewesen, wobei aber viele positive Anmerkungen der Versuchspersonen im durchgeführten Experiment gegen diese Annahme sprechen. Bei einer experimentellen Überprüfung dieser Möglichkeit könnte der zu lernende Text sofort und vollständig dargestellt werden, oder aus einer Textpräsentation mit mehreren Sequenzen bestehen, wobei nach den Ergebnissen von Michas et al. (2000) beide Darbietungsformen zu keinem Unterschied in der Leistung führen sollten. Die Arbeit ist gemessen an der Stichprobengröße wohl die bisher größte, was die Forschung um den split-attention effect angeht, da die Versuchspersonenzahlen der Studien in der Metaanalyse von Ginns (2006) meist im zweistelligen Bereich lagen, manchmal auch im sehr niedrigen dreistelligen Versuchspersonenbereich. Von den vorliegenden Ergebnissen dürfte sowohl der Praktiker beim Design von multimedialen Lernprogrammen, als auch der Theoretiker durch einen zusätzlichen Blickwinkel bei der Betrachtung der Cognitive Load Theory und ihrer Effekte, profitieren. Der Nutzen für zukünftige multimedial gestaltete Lernprogramme liegt darin, dass man nicht mehr um jeden Preis versuchen muss, Text und Bild so nah wie nur möglich zusammen zu platzieren, sondern zum Beispiel durch die Bildung einer einfacher zu bewerkstelligen gemeinsamen Region an dieser Stelle viel Zeit und Geld sparen kann. Die Wissenschaft wiederum hat die Möglichkeit, sich nun stärker mit den Ergebnissen aus der Kognitionspsychologie zu beschäftigen, um weitere alternative Erklärungsmöglichkeiten für die vorhandenen Effekte der Cognitive Load Theory zu entwickeln. Mögliche Forschungsfragen könnten zum Beispiel den Fokus auf das temporal contiguity principle legen, also die asynchrone Darbietung von verbalem und nonverbalem Material wie Text und Bild. Palmer (1999) hatte neben dem Faktor der gemeinsamen Region und dem Faktor der Verbundenheit der Elemente auch noch den

Faktor der zeitlichen Synchronizität eingeführt. Dieser Faktor beschreibt, dass unterschiedliche visuelle Ereignisse, wie zum Beispiel Wort und Bild, bei gleichzeitiger Darbietung als ein Element wahrgenommen werden. Anhand dieses Faktors könnte man Experimente konstruieren, welche das temporal contiguity principle von Mayer (2001) wahrnehmungspsychologisch überprüfen und eventuell erweitern. Aber auch die Verwendung von Farben und Pfeilen als Hinweisreize an lernkritischen Stellen im separierten Darstellungsformat könnte nach Kalyuga et al. (1999) zusätzliche Lösungsmöglichkeiten für den split-attention effect hervorbringen und sollte Gegenstand zukünftiger Forschung sein, um der kognitiven Überlastung des Lernenden entgegen zu wirken.

Zusammenfassend kann man festhalten, dass der split-attention effect aufgrund der Zurückweisung der ersten Hypothese nicht allgemeingültig replizierbar ist und die Wissenschaft für die Zukunft die relevanten Nebenbedingungen für das Auftreten dieses Effekts herausarbeiten muss. Im Gegensatz dazu haben die neueren Faktoren der Wahrnehmungsorganisation ihr Debüt in der Forschung um die Cognitive Load Theory aufgrund der Bestätigung der zweiten Hypothese erfolgreich bestanden, und sollten in diesem Zusammenhang weitergehend untersucht und angewendet werden.

Zusammenfassung

Um mit multimedialen Inhalten zu lernen, existieren unter anderem die Cognitive Load Theory. Daraus sind viele Effekte entstanden, wobei einer der bekanntesten der split-attention effect ist. Dieser Effekt postuliert, dass die Lernergebnisse für den Lernenden umso besser ausfallen, je näher Text und Bild beieinander sind.

Um nun diesen Effekt genauer zu untersuchen und nach Alternativen zu suchen, wurde dieser Fragestellung in einer Online-Untersuchung zum meteorologischen Phänomen „Die Entstehung von Blitzen“ experimentell nachgegangen. Insbesondere von Interesse ist hierbei, ob es nicht auch andere Möglichkeiten zur Verbesserung des Lernerfolgs gibt, ohne Text und Bild nahe beieinander zu platzieren.

Mit den neueren Faktoren der Wahrnehmungsorganisation bieten sich an dieser Stelle erstmalig Verknüpfungsmöglichkeiten zum multimedialen Lernen an, insbesondere mit dem Faktor der Verbundenheit der Elemente und dem Faktor der gemeinsamen Region. Beide Faktoren werden mit der räumlich nahen (integriertes Darstellungsformat) oder fernen (separiertes Darstellungsformat) Darstellung von Text und Bild kombiniert, um mit diesen alternativen Möglichkeiten den Lernerfolg zu erhöhen. Zu diesem Zweck werden die Daten von 869 Versuchspersonen zur Beantwortung dieser Fragestellung, in Bezug auf die Lern- und Transferleistung, ausgewertet.

Schlüsselwörter: Cognitive Load Theory, Split-Attention Effect, Wahrnehmungsorganisation, Experiment, Internet.

New Principles of Grouping in Support of Multimedia-Based Learning

Summary

Multimedia Learning relies on many theories, of which the Cognitive Load Theory is one of them. Many effects emerged from these theories, at which the split-attention effect may be one of the most prominent. This effect postulates that students learn better when corresponding words and pictures are presented near rather than far from each other.

In order to find alternative explanations for this effect, an online experiment about the process of lightening has been conducted. One possible alternative explanation could be the combination of the new principles of grouping, especially by the grouping by common region and by the grouping by element connectedness. These two grouping principles get combined with the integrated and separated display of words and pictures.

Keywords: Cognitive Load Theory, Split-Attention Effect, Perceptual Grouping, Experiment, Internet

Literatur

- Ayres, P. & Sweller, J. (2005): The split-attention-principle in multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 135-146). New York, NY: Cambridge University Press.
- Baddeley, A.D. (1997): *Human memory: Theory and practice* (Rev. ed.). Hove: Psychology Press.
- Beck, D.M. & Palmer, S.E. (2002): Top-down influences on perceptual grouping. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 28, 1071-1084.
- Bodemer, D., Plötzner, R., Feuerlein, I. & Spada, H. (2004): The active integration of information during learning with dynamic and interactive visualisations. *Learning and Instruction*, 14, 325-341.
- Bortz, J. (1999): *Statistik für Sozialwissenschaftler* (5. vollst. überarb. und aktualis. Aufl.). Heidelberg: Springer Medizin.
- Brünken, R., Plaas, J.L. & Leutner, D. (2004): How instruction guides attention in multimedia learning. In H. M. Niegemann, D. Leutner & R. Brünken (Eds.), *Instructional Design for Multimedia Learning* (pp. 113-125). Münster: Waxmann.
- Chi, M., Glaser, R. & Rees, E. (1982): Expertise in problem solving. In R. Sternberg (Ed.), *Advances in the Psychology of Human Intelligence* (pp. 7-75). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Enns, J. (1986): Seeing textons in context. *Perception and psychophysics*, 39, 143-147.
- Ginns, P. (2006): A meta-analysis of the spatial contiguity and the temporal contiguity effects. *Learning and Instruction*, 16, 511-525.
- Goldstein, E.B. (2002): *Wahrnehmungspsychologie* (2. dt. Aufl.). Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Julesz, B. (1981): Textons, the elements of texture perception, and their interactions. *Nature*, 290, 91-97.
- Kalyuga, S., Ayres, P., Chandler, P. & Sweller, J. (2003): The expertise reversal effect. *Educational Psychologist*, 38, 23-31.
- Kalyuga, S., Chandler, P. & Sweller, J. (1998): Levels of expertise and instructional design. *Human Factors*, 40, 1-17.
- Kalyuga, S., Chandler, P. & Sweller, J. (1999). Managing split-attention and redundancy in multimedia instruction. *Applied Cognitive Psychology*, 13, 351-371.
- Mayer, R.E. (1989): Systematic thinking fostered by illustrations in scientific text. *Journal of Educational Psychology*, 81, 240-246.
- Mayer, R.E. (1997): Multimedia Learning: Are we asking the right questions? *Educational Psychologist*, 32, 1-19.
- Mayer, R.E. (2001): *Multimedia Learning*. New York: Cambridge University Press.
- Mayer, R.E. (2005): Cognitive theory of multimedia learning. In R.E. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 31-48). New York, NY: Cambridge University Press.
- Mayer, R.E. & Moreno, R. (2003): Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, 38, 43-52.
- Mayer, R.E. & Sims, V.K. (1994): For whom is a picture worth a thousand words? Extensions of dual-coding theory of multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, 84, 389-460.

Mazarakis, Neuere Faktoren der Wahrnehmungsorganisation

- Mayer, R.E., Steinhoff, K., Bower, G. & Mars, R. (1995): A generative theory of textbook design: Using annotated illustrations to foster meaningful learning of science text. *Educational Technology Research and Development*, 43, 31-44.
- Metzger, W. (1975): *Gesetze des Sehens* (3. Aufl.). Frankfurt: Kramer.
- Michas, I.C. & Berry, D.C. (2000): Learning a procedural task: Effectiveness of multimedia presentations. *Applied Cognitive Psychology*, 14, 555-575.
- Miller, G. (1956): The magical number seven, plus or minus two: Some limitations on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63, 81-97.
- Moreno, R. & Mayer, R.E. (1999): Cognitive principles of multimedia learning: The role of modality and contiguity. *Journal of Educational Psychology*, 91, 358-368.
- Palmer, S.E. (1992): Common region: A new principle of perceptual grouping. *Cognitive Psychology*, 24, 436-447.
- Palmer, S.E. (1999) : *Vision science: Photons to phenomenology*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Palmer, S.E. & Rock, I. (1994): Rethinking perceptual organization: The role of uniform connectedness. *Psychonomic Bulletin & Review*, 1, 29-55.
- Palmer, S.E. & Beck, D.M. (2007): The repetition discrimination task: An objective method for studying perceptual grouping. *Perception and Psychophysics*, 69, 68-78.
- SPSS for Windows, Rel. 15.0.0 2006. Chicago: SPSS Inc.
- Sweller, J. (2005): Implications of cognitive load theory for multimedia learning. In R.E. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 19-30). New York, NY: Cambridge University Press.
- Sweller, J., van Merriënboer, J.J.G. & Paas, F.G.W.C. (1998): Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10, 251-296.
- Treisman, A.M. (1998): The perception of features and objects. In: Wright, R.D. (Ed.) *Visual attention. Vancouver studies in cognitive science*, 8, 26-54.
- Treisman, A.M. & Gelade, G. (1980): A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12, 97-136.
- Wertheimer, M. (1921): Untersuchungen zur Lehre von der Gestalt I. *Psychologische Forschung*, 1, 47-58.
- Wertheimer, M. (1923): Untersuchungen zur Lehre von der Gestalt II. *Psychologische Forschung*, 4, 301-350.

Athanasios Mazarakis, geboren 1976, Dr., hat sein Diplom in Psychologie im Jahr 2008 von der Universität Mannheim erhalten. Das Thema seiner Diplomarbeit behandelte die Verknüpfung von kognitionspsychologischen Erkenntnissen und multimedialem Lernen. Diese wurde mit der Aufnahme in die Schriftenreihe „Mannheimer sozialwissenschaftliche Abschlussarbeiten“ ausgezeichnet. Im Jahr 2013 hat Athanasios Mazarakis erfolgreich seine Dissertation am Karlsruher Institut für Technologie verteidigt. Hierbei hat er untersucht, inwieweit die unterschiedliche visuelle und informative Darstellung von Feedback die Partizipation in Web 2.0 Diensten, wie zum Beispiel in Wikis, positiv beeinflussen kann.

Adresse: FZI Forschungszentrum Informatik, Haid-und-Neu-Str. 10-14, D-76131 Karlsruhe, Deutschland.
E-mail: mazarakis@fzi.de

