

Arbeitsgedächtniskapazität und Disfluency-Effekt: eine Eignungs-Behandlungs-Interaktionsstudie

Janina Lehmann¹ · Christina Goussios¹ · Tina Seufert¹

Empfangen: 2. Februar 2015 / Akzeptiert: 1. November 2015 / Online veröffentlicht: 12. November 2015

© Der/die Autor(en) 2015. Dieser Artikel ist mit offenem Zugang bei Springerlink.com veröffentlicht.

Zusammenfassung Nach der Theorie der kognitiven Belastung sollten Lernmaterialien so gestaltet sein, dass sie das Arbeitsgedächtnis (WM) nicht unnötig belasten. Neuere Forschungen haben jedoch gezeigt, dass zusätzliche Anforderungen an das Arbeitsgedächtnis durch schlecht lesbare Texte zu besseren Lernergebnissen führen. Dieser so genannte Disfluency-Effekt kann als metakognitiver Regulationsprozess angenommen werden, bei dem Lernende ihre kognitiven Ressourcen in Abhängigkeit von der wahrgenommenen Schwierigkeit einer kognitiven Aufgabe zuordnen. Je höher die wahrgenommene Schwierigkeit einer kognitiven Aufgabe ist, desto mehr wird die Verarbeitung vertieft und das analytische und elaborative Denken angeregt. Es gibt jedoch Studien, die den Disfluency-Effekt nicht replizieren konnten, was darauf hindeutet, dass Disfluency nur für Lernende mit bestimmten Lerneigenschaften von Vorteil sein könnte. Zusätzliche Anforderungen an das Arbeitsgedächtnis, die durch disfluente Texte verursacht werden, sind möglicherweise nur von Lernenden mit einer hohen nutzbar. In der vorliegenden Studie wurde daher die Eignungs-Behandlung-Interaktion zwischen Arbeitsgedächtniskapazität und Disfluenz untersucht. Die Lernergebnisse wurden mit einem Behaltens-, einem Verständnis- und einem Transfertest gemessen. Darüber hinaus wurden die drei Arten der kognitiven Belastung (intrinsisch, fremd und keimhaft) bewertet. Die Ergebnisse zeigten signifikante Eignungs-Behandlungs-Interaktions-Effekte in Bezug auf Behalten und Verstehen. Die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses hatte nur in der Disfluency-Bedingung einen signifikanten Einfluss: Je höher die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses, desto besser war die Behaltens- und Verstehensleistung in der . Hinsichtlich des Transfers oder der kognitiven Belastung wurden keine Effekte gefunden. Die Rolle der metakognitiven Regulation und ihre möglichen Auswirkungen auf die kognitive Belastung bedürfen also weiterer Untersuchungen.

✉ Tina Seufert
tina.seufert@uni-ulm.de

Janina Lehmann
janina.lehmann@uni-ulm.de

Christina Goussios
christina.goussios@uni-ulm.de

¹ Abteilung Lernen und Lehren, Universität Ulm, Institut für Psychologie und Pädagogik, Albert-Einstein-Allee 47, 89081 Ulm, Deutschland

Schlüsselwörter Eignung-Behandlung-Wechselwirkung · Disfluency-Effekt · Theorie des Redeflusses · Arbeitsgedächtniskapazität · Theorie der kognitiven Belastung

Einführung

In unterschiedlichen Lernkontexten Schule, , Berufsausbildung oder Praktikum beschäftigen sich Lehrkräfte mit der Frage, wie sie Unterrichtsmaterialien gestalten müssen, um ihre Schüler zu einem maximalen Lernerfolg zu führen. Dabei lassen sich sowohl Lehrende als auch Lernende von der Annahme leiten, dass Lernmaterial, das die Aneignung im beschleunigt und erleichtert, das langfristige Lernen fördert (Bjork 1994; Sweller et al. 1998, 2011). Im Gegensatz dazu gibt es empirische Belege für eine bessere Lernleistung bei nicht fluentem Lernmaterial, das das Lesen erschwert (Diemand-Yauman et al. 2011; Eitel et al. 2014; French et al. 2013; Sungkhasettee et al. 2011). Dies wirft die Frage auf, ob die Entscheidung für eine bestimmte Art von Lernmaterial von bestimmten Eigenschaften der Lernenden abhängt, z. B. vom Vorwissen oder der Kapazität des Arbeitsgedächtnisses.

Disfluency-Effekt

Neuere Untersuchungen (Diemand-Yauman et al. 2011; Eitel et al. 2014 (Experiment 1); French et al. 2013; Sungkhasettee et al. 2011) haben gezeigt, dass weniger gut lesbare Texte zu besseren Lernergebnissen führen können. Dieser sogenannte Disfluency-Effekt manipuliert die wahrgenommene Anstrengung des Lernens, indem er die wahrgenommene Schwierigkeit erhöht. Disfluentes Lernmaterial ist daher eine *Berwünschte Schwierigkeit*[^], weil es nicht gleichzeitig den objektiven Aufwand beeinflusst, sondern den subjektiven Aufwand manipuliert (Bjork 2013). Diese Schwierigkeiten verursachen eine zusätzliche kognitive Belastung, im Falle von Disfluency durch die Verwendung einer schwerer lesbaren Schrift. Daher müssen sich die Lernenden während des Lernprozesses mehr engagieren, was zu einer tieferen Verarbeitung und besseren Lernergebnissen führt. Nach der Disfluency-Theorie kann der Disfluency-Effekt als ein metakognitiver Regulationsprozess angenommen werden, bei dem Lernende ihre kognitiven Ressourcen in Abhängigkeit von der wahrgenommenen Schwierigkeit einer kognitiven Aufgabe zuordnen (Alter et al. 2007). Basierend auf den Annahmen von Tverski und Kahneman (1974; James, 1890/ 1950) gibt es zwei unterschiedliche Verarbeitungssysteme Arbeitsgedächtnis: System 1, das zu einer schnellen und mühelosen, eher assoziativen und intuitiven Verarbeitung führt, und System 2, das zu einer langsamen und anstrengenden, eher analytischen und überlegten Verarbeitung führt. Während die Wahrnehmung der Informationsverarbeitung als leicht das System 1 aktiviert, aktiviert die Wahrnehmung der Informationsverarbeitung als schwierig das System 2. Die Erhöhung der wahrgenommenen Schwierigkeit einer kognitiven Aufgabe (d.h. Unflüssigkeit) stimuliert also eine tiefere Verarbeitung und ein analytischeres und elaborativeres Denken anstelle eines heuristischen und intuitiven Denkens (Alter et al. 2007). Unter Berücksichtigung von James (1890/1950) und Alter et al. (2007) lassen sich die positiven Auswirkungen von Unflüssigkeit auf die Lernergebnisse dadurch erklären, dass die subjektive, metakognitive Wahrnehmung des Lernprozesses als schwierig zu Aktivierung von System 2 führt. Dies geht Hand in Hand mit einer tieferen Verarbeitung und besseren Lernergebnissen. (Eitel et al. 2014).

Insgesamt konnte der Disfluency-Effekt nur für textbasiertes Lehrmaterial nachgewiesen werden (Diemand-Yauman et al. 2011; Eitel et al. 2014 (Experiment 1); French et al. 2013; Sungkhasettee et al. 2011). Sie konnte weder für gesprochene Texte (Kühl et al. 2014) noch für Bilder (Eitel et al. 2014) nachgewiesen werden. Auch in Bezug auf textbasiertes Lernmaterial gibt es Studien, die den Disfluency-Effekt nicht replizieren konnten. Während einige Studien einen neutralen

Effekt von Disfluenz auf die Gedächtnisleistung (Eitel et al. 2014 (Experiment 2); Guenther 2012; Song und Schwarz 2008; Rhodes und Castel 2008), andere Studien zeigten sogar einen negativen Effekt von Disfluenz (Yue et al. 2013). Eitel et al. (2014) interpretierten diese heterogene Datenlage dahingehend, dass disfluentes Unterrichtsmaterial nicht unbedingt lernfördernd ist. Sie bezweifeln daher einerseits die Stabilität und Generalisierbarkeit des Disfluenz-Effekts und andererseits dessen Bedeutung für die pädagogische Praxis. Insgesamt scheint es notwendig, sowohl theoretische als auch empirische Fragen des weiter zu erörtern. Daher wollen erstens den Zusammenhang zwischen Disfluency und kognitiver Belastung und zweitens mögliche Einschränkungen des Disfluency-Effekts in Bezug auf spezifische Lernermerkmale diskutieren.

Theorie der kognitiven Belastung

Wie beschrieben, verbessert Disfluency das Lernen durch eine evozierte tiefere Verarbeitung. Dies geht mit einer zusätzlichen kognitiven Belastung einher. Die Cognitive Load Theory (Sweller 1994; Sweller et al. 1998, 2011) geht von drei Arten kognitiver Belastung (CL) aus: intrinsische (ICL), extraneous (ECL) und germane CL (GCL).

Erstens wird die ICL durch die inhärente Komplexität Lernaufgabe und damit durch Interaktivität der Elemente verursacht. Je mehr Elemente ein Lernender gleichzeitig im Auge behalten muss, desto höher die ICL. Daher ist die ICL durch eine bestimmte Aufgabe festgelegt und kann nicht beeinflusst werden, ohne die Aufgabe zu ändern. Diese Art der Belastung hängt auch von den Vorkenntnissen des Lernenden ab. Mit zunehmender Erfahrung ist ein Lernender in der Lage, sinnvolle Informationsblöcke zu konstruieren. Daher kann er oder sie die Menge einzelner, nicht zusammenhängender Elemente im Arbeitsgedächtnis reduzieren und wird daher weniger ICL erfahren. Zweitens: ECL wird durch eine schlecht konzipierte Instruktion verursacht und liegt daher vollständig in der Hand des Instruktionsdesigners. Diese Art von Belastung ist fremdbestimmt, da der Lernende kognitive Ressourcen benötigt, die nicht auf die eigentliche Lernaufgabe gerichtet sind, sondern auf zusätzliche Anforderungen wie Navigation, Suche usw. Wenn diese Art der Belastung zu hoch ist, kann das Lernen massiv behindert werden. Drittens spiegelt GCL die Aktivitäten des Lernenden wider, die zu einem tieferen Verständnis des Lehrmaterials durch Verarbeitung, Aufbau und Automatisierung von Schemata beitragen. Diese Art der Belastung ist für den Lernprozess von großer Bedeutung, da sie im Gegensatz zu ECL ausschließlich auf die Lernaufgabe gerichtet ist. Daher ist es wünschenswert, diese Art der Belastung zu erhöhen, z. B. durch die Aktivierung des Lernenden mit ermutigenden und motivierenden Aufgaben. Alle drei Belastungsarten sind additiv, d. h. sie bilden zusammen die Gesamtmenge der CL, die ein Lernender während einer Lernaufgabe erfährt. Diese CL belastet das Arbeitsgedächtnis, dessen Kapazität begrenzt ist (Cowan 2001; Hasselhorn und Gold 2009; Miller 1994). Um eine Überlastung zu vermeiden, die das Lernen stark behindern würde, wäre es am effizientesten, die ECL zu reduzieren und die GCL zu erhöhen, um das Lernen zu fördern (Sweller et al. 1998, 2011).

Der Disfluency-Effekt und seine zusätzliche Belastung stehen also im Widerspruch zur Cognitive Load Theory (Eitel et al. 2014). Eine schlechtere Lesbarkeit des Lernmaterials sollte weder die ICL noch die GCL beeinflussen, wohl aber die ECL. Aufgrund des schlechten Instruktionsdesigns erhöht unleserliches Material die ECL. Gleichzeitig sollte es tatsächlich zu einer tieferen Verarbeitung des Materials beitragen, da die Lernenden sich mehr engagieren müssen. Laut Eitel et al. (2014) hat dies jedoch keinen Einfluss auf die GCL, da die Lernenden neuen Informationen aktiv erarbeiten müssen. Nach der Theorie der kognitiven Belastung sollte die Präsentation von disfluentem Material und damit die Erhöhung der ECL ohne Erhöhung der GCL zu schlechteren Lernergebnissen führen (Eitel et al. 2014). Ausgehend von der Tatsache, dass disfluentes Lernmaterial eine zusätzliche Belastung für das Arbeitsgedächtnis (WM) darstellt, könnte die Arbeitsgedächtniskapazität (WMC) ein entscheidender Faktor für den Erfolg von Disfluency sein.

Die Diskussion über den Einfluss von Disfluency auf die CL macht nur Sinn, wenn die CL gemessen werden kann. Pass et al. (1994) postulieren, dass sich die Lernenden ihrer eigenen kognitiven Belastung bewusst sind und dass subjektive Bewertungen daher nützlich sind, um die mentale Anstrengung im Allgemeinen zu messen. In weiteren Studien haben verschiedene Forscher diese Idee dahingehend erweitert, dass alle drei Arten der kognitiven Belastung differenziert gemessen werden können (z. B. Ayres 2006; Klepsch und Seufert 2012; Paas et al. 2005).

Eignung-Behandlung-Wechselwirkung mit Arbeitsgedächtnis und Vorwissen

Wie bereits erwähnt, hat die jüngste Forschung zum Thema Disfluency uneinheitliche Ergebnisse gezeigt. Eine allgemeine Möglichkeit zur Auswertung heterogener Datensituationen ist die Berücksichtigung von Lernercharakteristika. Es ist üblich, dass Empfehlungen zur Multimedia-Gestaltung nicht auf alle Lernenden in gleicher angewendet werden können. Nach dem Konzept der Aptitude-Treatment-Interaktion (ATI; Snow 1989) Unterrichtsstrategien (Treatments) für bestimmte Lernende in Abhängigkeit von ihren individuellen Lerneigenschaften (Aptitudes) unterschiedlich wirksam. Eine wichtige Fähigkeit könnte die WMC des Lernenden sein. Diese Fähigkeit wird durch die Anzahl der Informationen beschrieben, die gleichzeitig verarbeitet werden können. Für eine tiefer gehende Verarbeitung muss der Lernende die gegebenen Informationen strukturieren und Informationen aus dem Langzeitgedächtnis integrieren sowie sinnvolle Einheiten (chunks) bilden. Diese Chunks entlasten das WM, das es ermöglicht, System 2 zu aktivieren (Tverski und Kahneman 1974; James, 1890/ 1950) und die Informationen tiefer zu verarbeiten.

Zusätzliche Anforderungen an das Arbeitsgedächtnis, die durch unleserliche Texte verursacht werden, sind möglicherweise nur von Lernenden mit einem hohen WMC nutzbar. Nur Lernende mit einem hohen WMC könnten genügend Kapazität für die höhere ECL haben, die durch weniger gut lesbare Texte verursacht wird, und könnten sich auf eine tiefere Verarbeitung und ein analytischeres und elaborativeres Denken einlassen als auf ein heuristisches und intuitives Denken. WMC kann als Verstärker wirken: *Die Unterrichtsstrategie, disfluente Texte zu verwenden, ist nur bei ausreichender WMC wirksam.* Im Gegensatz dazu sollten Lernende mit einem niedrigen WMC nicht in der Lage sein, eine höhere ECL zu bewältigen, die durch disfluentes Material verursacht wird. Stattdessen übersteigt der erhöhte ECL die verfügbaren Ressourcen, und die Lernenden können keine sinnvollen Ressourcen für den Lernprozess bereitstellen. Dadurch wird der Aufbau eines Situationsmodells behindert. Insgesamt dürfte Disfluency für diese Lernenden nicht von Vorteil sein. Im Falle des Lernens mit fließendem Material sollte ECL nicht erhöht werden, was dazu führen würde, dass Lernende mit hohem und niedrigem WMC ähnliche Lernergebnisse erzielen würden.

Ein weiterer Faktor, der das WM belastet, ist das Niveau der Lernleistung. Auf der Grundlage der Blooms'schen Taxonomie für kognitive Lernprozesse (1956) unterscheiden wir Lernergebnisse, die entweder die Fähigkeit des Lernenden zum Erinnern, zum Verstehen oder zur Anwendung des zu lernenden Sachverhalts erfordern. Diese Verarbeitungsebenen finden sich auch in Theorien der Textverarbeitung (z.B. Model of Text Comprehension; Van Dijk und Kintsch 1983) oder in multimedialen Lerntheorien (z.B. Mayer 2005; Schnotz 2005) wieder. Diese Ansätze erklären, wie Texte verarbeitet werden. Zunächst konstruiert der Lerner eine mentale Repräsentation der Textoberfläche (durch subsemantische Verarbeitung). Zweitens erzeugt er oder sie eine propositionale Repräsentation des semantischen Inhalts (durch semantische Verarbeitung). Drittens konstruiert der Lerner ein mentales Modell des Themas, das der Text behandelt. Insgesamt resultieren diese Konstruktionsprozesse sowohl aus einer Bottom-up- als auch aus einer Top-down-Aktivierung von kognitiven Schemata.

Während einfachere Aufgaben wie Erinnerungsaufgaben das WM nur wenig belasten, benötigen schwierigere Aufgaben wie Verständnis- oder Transferaufgaben mehr WMC. Bei kognitiven Prozessen höherer Ordnung müssen die Lernenden nicht nur einzelne, nicht zusammenhängende Elemente im Gedächtnis behalten, sondern diese kombinieren oder sogar Informationen aus dem Langzeitgedächtnis integrieren, wie wir gerade die von System 2 aktivierten Prozesse beschrieben haben. WMC ist also der entscheidende Faktor, wenn Lernende mit einer Lernschwäche

Material auch schwierigere Aufgaben bewältigen kann. Es gibt auch empirische Belege für unterschiedliche Auswirkungen von disfluentem Material. Während Diemand-Yauman et al. (2011), French et al. (2013) und Sungkhasettee et al. (2011) positive Auswirkungen von Disfluenz auf die Behaltensleistung nachweisen konnten, zeigten Eitel et al. (2014) Verbesserungen beim Transfer. Somit könnte Disfluency die Lernergebnisse sowohl auf den unteren als auch auf den höheren Verarbeitungsebenen verbessern, wenn die WMC ausreichend hoch ist.

Darüber hinaus wurde in vielen Studien das Vorwissen der Lernenden als eine entscheidende Lerneigenschaft angesprochen, die die Auswirkungen von Instruktionsdesignstrategien moderiert (Kalyuga 2007; Seufert und Brünken 2004). Während unerfahrene Lerner oft von einem erweiterten Instruktionsdesign profitieren, wie z.B. der Bereitstellung zusätzlicher Bilder zu einem Text, benötigen erfahrene Lerner eine solche Unterstützung nicht oder leiden sogar darunter, wenn zusätzliche Informationen aktiv ignoriert werden müssen und eine zusätzliche Anstrengung erfordern (Kompetenzumkehrereffekt; Kalyuga et al. 2003; Seufert 2003). Das Vorwissen der Lernenden wirkt als Kompensator für Mängel in der Instruktion (Mayer und Sims 1994). ATI legt daher nahe, dass optimales Lernen entsteht, wenn der Unterricht genau auf die Fähigkeiten des Lernenden abgestimmt ist.

So kann die Disfluency nur für Lernende mit bestimmten Lernmerkmalen von Vorteil sein. Lernende mit zu wenig Vorwissen sind nicht in der Lage, Chunks zu bilden. Die Verarbeitung aller Einzelinformationen belastet das WM und führt bei unflüssigem Lernmaterial zusätzlich zu einer kognitiven Überforderung. Auf der anderen Seite brauchen Experten keine weitere Hilfe. Sie würden nur darunter leiden, wenn sie zusätzliche kognitive Ressourcen im Zusammenhang mit der Unflüssigkeit investieren müssten (in Anlehnung Seufert 2003). Aus diesem Grund haben wir nur Lerner mit mittlerem Vorwissen in unsere weiteren Analysen einbezogen.

Potenziell verwirrende Variablen

Nach dem INVO-Modell (Individuelle Voraussetzungen erfolgreichen ; Hasselhorn und Gold 2009) gibt es mehrere Determinanten, die beim erfolgreichen Lernen im Allgemeinen eine entscheidende Rolle spielen. Da die Freude bei der Aufgabenbearbeitung, das Interesse an einer Aufgabe, die Motivation zur Lösung einer Aufgabe und das Vorwissen einen Einfluss auf den haben, wurden diese Variablen in der vorliegenden als potenzielle Störvariablen untersucht. Insbesondere die motivationalen und affektiven Variablen könnten für die Reaktion der Lernenden auf disfluente Texte relevant sein. Die Lernenden könnten entscheiden, mehr oder weniger mentale Ressourcen zu investieren, je nachdem, wie sie motiviert oder affektiv gestimmt sind und ob sie es motivierend oder frustrierend finden, mit solchem Material zu lernen. Dennoch haben wir nur diese Variablen kontrolliert und sie nicht als unabhängige Faktoren einbezogen, sondern uns auf die Interaktion mit WMC konzentriert.

Forschungsfragen und Hypothesen

Wie oben dargelegt, kann Unflüssigkeit zu einer besseren Lernleistung führen, indem sie eine tiefere Verarbeitung fördert. Dies geht mit einer zusätzlichen kognitiven Belastung einher, die nur von Lernenden mit hohem WMC kompensiert werden kann. Daher sollte WMC ein entscheidender Faktor sein, der darüber entscheidet, ob Disfluency das Lernen verbessert oder hemmt. Dies wirft die Frage auf, ob unterschiedliche Ergebnisse der Disfluency-Forschung durch eine Eignungs-Behandlungs-Interaktion zwischen WMC und Disfluency erklärt werden können. Zudem ist noch unklar, welche Ebenen der Lernleistung (Behalten, Verstehen oder Transfer; Bloom 1956) durch Disfluency gefördert werden.

Um die verstärkende Wirkung von WMC auf die verschiedenen Ebenen der Lernleistung zu testen, wurde in der vorliegenden Studie die ATI zwischen WMC und Disfluency untersucht. Wir erwarteten eine Interaktion zwischen WMC und Disfluency in Bezug auf Behalten (*Hypothese 1*), Verstehen (*Hypothese 2*) und Transfer (*Hypothese 3*) mit stärkeren Effekten auf höheren Verarbeitungsebenen, wo WMC zunehmend relevant ist und somit den Aufbau eines Situationsmodells fördern kann, das für höhere Testleistungen nach dem Lernen grundlegend ist. In der Fluency-Bedingung sollte die WMC keinen Einfluss auf das Behalten (*Hypothese 1a*), das Verstehen (*Hypothese 2a*) oder den Transfer (*Hypothese 3a*) haben. In der Disfluency-Bedingung sollte die WMC die Lernergebnisse beeinflussen: Je höher die WMC, desto besser die erwartete Behaltens- (*Hypothese 1b*), Verstehens- (*Hypothese 2b*) und Transferleistung (*Hypothese 3b*) in der Disfluency-Bedingung. Neben dem ATI in Bezug auf die Lernergebnisse sollen in der vorliegenden Studie die theoretisch erwarteten Effekte von Disfluency auf die drei Arten von CL empirisch untersucht werden. Nach Eitel et al. (2014) sollte die Präsentation von disfluentem Material keinen Einfluss auf ICL oder GCL haben, aber zu einer Erhöhung von ECL führen. Wir haben eine Interaktion zwischen WMC und Disfluency in Bezug ECL angenommen. In der Disfluency-Bedingung könnte die erwartete höhere ECL, die durch das schlechter lesbare Material verursacht wird, durch Lerner mit einer hohen WMC kompensiert werden. Aufgrund ihrer hohen WMC könnte die erhöhte ECL ihre WM weniger belasten als bei Lernenden mit einer niedrigen WMC. Im Falle des Lernens mit flüssigem Material sollte ECL nicht erhöht sein, so dass Lernende mit hohem WMC

sowie eine niedrige WMC würden eine ähnliche ECL erfahren.

Neben der ECL wurde in bisherigen Studien zum Disfluency-Effekt unseres Wissens nach noch keine differenzierte Messung der ICL oder GCL vorgenommen. Daher wurde in der vorliegenden Studie der Einfluss von Disfluency auf ICL und GCL untersucht. Da die Präsentation von disfluentem Material die ICL oder GCL nicht erhöhen sollte (Eitel et al. 2014), sollten Lernende mit hoher und niedriger WMC eine ähnliche ICL oder GCL erfahren. Es werden keine Haupteffekte oder Interaktionseffekte in Bezug auf ICL oder GCL erwartet.

Um die Auswirkungen auf die CL zu testen, wurde in der vorliegenden Studie eine differenzierte Messung der drei Arten von CL vorgenommen. Wir erwarteten keine Effekte bezüglich ICL oder GCL. Die Fluency- und Disfluency-Bedingungen sollten sich nicht in Bezug auf ICL (*Hypothese 4a*) oder GCL (*Hypothese 5a*) unterscheiden und es sollte keine Interaktion zwischen WMC und Disfluency in Bezug auf ICL (*Hypothese 4b*) oder GCL (*Hypothese 5b*) geben. In Bezug auf ECL erwarteten wir eine Interaktion zwischen WMC und Disfluency (*Hypothese 6*). In der Fluency-Bedingung sollte die WMC die ECL nicht beeinflussen (*Hypothese 6a*). In der Disfluency-Bedingung sollte die WMC die ECL beeinflussen: Je höher die WMC, desto niedriger die erwartete ECL (*Hypothese 6b*) in der Disfluency-Bedingung.

Methode

Teilnehmer und Design

Insgesamt nahmen 65 Studierende einer deutschen Universität für Studienleistungen und Bonbons an der Studie teil. Wie bereits erwähnt, schlossen wir Lernende mit zu geringem (d. h. mit weniger als 25 % der maximalen Testpunktzahl (=1,5 von 6 Punkten) im Test für Vorwissen) oder zu hohem Vorwissen (d. h. mit mehr als 75 % der maximalen Testpunktzahl (=4,5 von 6 Punkten) im Test für Vorwissen) aus. Somit wurden 47 Probanden mit einem mittleren Vorwissen ($M=2,03$, $SD=1,80$) in die Analysen einbezogen. Ihr Durchschnittsalter betrug 22,9 Jahre ($SD=3,77$) und 85 % von ihnen waren weiblich. Die Teilnehmer wurden nach dem Zufallsprinzip der fließenden ($n=24$) und der nicht fließenden Bedingung ($n=23$) der ersten unabhängigen Variable Blearning-Material^A zugeordnet (Treatment-

Faktor). Ihre WMC diene als zweite unabhängige Variable (kontinuierlicher Eignungsfaktor). Als abhängige Variablen maßen wir die Lernleistung in einem Behaltetest, einem Aufnahmetest und einem Transfertest sowie ICL, ECL und GCL.

Materialien

Die Materialien bestanden aus einem demografischen Fragebogen und den Unterrichtsmaterialien. Alle Materialien wurden aufgedruckt. Das textbasierte Unterrichtsmaterial wurde aus einer Studie von Schnotz und Bannert (1999) übernommen. Es befasste sich mit Zeit- und Datumsunterschieden auf der Erde[^] und bestand aus zwei Druckseiten mit 1070 Wörtern. Der Text enthielt eine Tabelle mit acht Städten aus der ganzen Welt und deren Zeitunterschiede im Vergleich zu Greenwich. Die Lesbarkeit des Textes wurde manipuliert, indem der Text entweder in einer leichter lesbaren Schrift (Arial, 12 pt, schwarz; lesbarer Text; siehe Abb. 1) oder in einer schwerer lesbaren Schrift (Haettenschweiler, 12 pt, Graustufen 35 %; weniger lesbarer Text; siehe Abb. 1) dargestellt wurde. Eine ähnliche Manipulation wurde erfolgreich in Diemand-Yauman et al. (2011) sowie in Eitel et al. (2014) angewendet.

Maßnahmen

Der papierbasierte, selbst entwickelte Test zum *Vorwissen* bestand aus sechs offenen Fragen zum Inhaltsbereich (z. B. BWas sind Zeitzonen?[^]). Die offenen Antworten wurden mit einer vordefinierten Lösung verglichen. Für jede richtige Antwort auf die Fragen zum Vorwissen wurden zwei Punkte vergeben, und die Endpunktzahl des Tests zum Vorwissen wurde durch Addition aller für die Fragen zum Vorwissen vergebenen Punkte ermittelt. Um die Varianz zu maximieren, wurden drei Items mit einer Lösungswahrscheinlichkeit von weniger als 10 % bzw. mehr als 90 % aus den Analysen ausgeschlossen. Die Antworten reichten von 0 bis 6 Punkten.

Der computergestützte Untertest zur Aktualisierung des numerischen Gedächtnisses des WMC-Tests (Oberauer et al. 2000) wurde zur Beurteilung der *WMC* verwendet. In einer 3 x 3-Matrix wurde eine zunehmende Anzahl von Feldern aktiviert. In aktivierten Feldern wurden nacheinander Zahlen präsentiert. Anschließend wurden Pfeile präsentiert, die nach oben oder unten zeigten. Pfeile, die nach oben zeigten, bedeuteten, dass zu den vorher gezeigten Zahlen eine addiert wurde, während Pfeile, die nach unten zeigten, bedeuteten, dass von den vorher gezeigten Zahlen eine subtrahiert wurde. Bis zu drei Operationen mussten mit den ursprünglich vorgegebenen Zahlen durchgeführt werden. Die Teilnehmer mussten sich die anfänglich präsentierten Zahlen und ihre Position merken, um die Rechenoperationen durchzuführen und sich die umgewandelten Zahlen zu merken. Zum Schluss wurden Fragezeichen angezeigt und die Teilnehmer mussten das Gesamtergebnis eintippen. Nach einer Rückmeldung begann die nächste Runde mit neuen aktiven Feldern und Zahlen. Das computergestützte Programm arbeitete adaptiv, so dass die Anzahl der aktivierten Felder in der aktuellen Runde von der Leistung in der vorherigen Runde abhing. Die Anzahl der richtigen Gesamtergebnisse diene als Punktzahl für den WMC, die einen Maximalwert erreichen konnte

Arial, 12 pt, black	(Haettenschweiler, 12 pt, grayscale 35%)
For the purpose of navigation of ships or planes we can consider the earth as a globe. The surface of this globe is subdivided by using the so called meridians. These areas are defined as time zones.	For the purpose of navigation of ships or planes we can consider the earth as a globe. The surface of this globe is subdivided by using the so called meridians. These areas are defined as time zones.

Abb. 1 Beispiel für das Lernmaterial (übersetzt)

von neun. Die Ergebnisse reichten von 1 bis 6 Punkten. Auch wenn dieser Test mit Zahlen zu tun hat, misst er keine mathematischen Fähigkeiten. Dafür sind die Berechnungen zu einfach. Schwierigkeiten ergeben sich aus dem Behalten all der verschiedenen Zahlen und dem Umgang mit ihnen.

Der papiergestützte Test zur Überprüfung der *Lernergebnisse* umfasste Tests zum Behalten, Verstehen und zur Transferleistung. Die Tests zur Behaltensleistung (z. B. Nach welchem Prinzip wurden die Zeitzonen eingeteilt?^), zum Verständnis (z. B. Wie spät ist es in Frankfurt, wenn es in Mexiko-Stadt 14 Uhr ist?^) und zur Transferleistung (z. B. Ihr Flug startet am 12. Juli von Tokio. Nach einem achtstündigen Flug kommen Sie in Bangkok an. Welches Datum und welche Uhrzeit ist es in Bangkok?^) bestanden jeweils aus fünf offenen Fragen zum Inhaltsbereich. Für die Beantwortung der Fragen in den Verständnis- und Transferleistungstests verwendeten die Teilnehmer eine Tabelle mit acht Städten aus der ganzen Welt und deren Zeitunterschieden im Vergleich zu Greenwich. Die offenen Antworten wurden mit einer vordefinierten Lösung verglichen. Für jede richtige Antwort auf die Fragen zum Behalten, Verstehen und Übertragen wurden zwei Punkte vergeben, und die Endpunktzahl der Tests zum Behalten, Verstehen und Übertragen wurde durch Addition aller für die entsprechenden Fragen vergebenen Punkte ermittelt. Für das Behalten reichten die Antworten von 1,5 bis 10 Punkten, für das Verstehen von 4 bis 10 Punkten und für den Transfer von 0 bis 10 Punkten.

Der papierbasierte Fragebogen zur kognitiven Belastung (Klepsch und Seufert 2012) wurde verwendet, um ICL, ECL und GCL zu beurteilen. Drei Items bewerteten die ICL (z. B. Für diese Aufgabe mussten viele Dinge gleichzeitig beachtet werden.^), drei Items bewerteten die ECL (z. B. Das Design dieser Aufgabe war sehr ungeeignet, um wirklich etwas zu lernen.^) und drei Items bewerteten die GCL (z. B. Während ich diese Aufgabe löste, hatte ich das Ziel, das Thema vollständig zu verstehen.^). Jedes Item musste auf einer siebenstufigen Likert-Skala bewertet werden (ICL-Antworten nach dem Lernen: $Min=1$; $Max=7$; ICL-Antworten nach der Bewertung der Lernergebnisse: $Min=2$; $Max=7$; ECL - Antworten nach dem Lernen und nach der Bewertung der Lernergebnisse: $Min=1$; $Max=6$; GCL - Antworten nach dem Lernen: $Min=1$; $Max=7$; GCL-Antworten nach Bewertung der Lernergebnisse: $Min=2$; $Max=7$).

Drei selbst entwickelte, papierbasierte Items wurden verwendet, um die potenziellen Störvariablen *Spaß* bei der Aufgabenbearbeitung, *Interesse* an der Aufgabe und *Motivation* zur Lösung der Aufgabe zu erfassen. Das Vergnügen bei der Aufgabenbearbeitung wurde mit dem Item BHow much did you enjoy the task performance?^ erfasst. Das Interesse an der Aufgabe wurde mit dem Item BI was interested in the tasks^ erfasst. Die Motivation, die Aufgabe zu lösen, wurde mit dem Item BI war motiviert, die Aufgabe zu lösen^ erfasst. Jedes Item musste auf einer siebenstufigen Likert-Skala bewertet werden (der Spaß reichte von 1 bis 6 Punkten sowohl nach dem Lernen als auch nach der Bewertung der Lernergebnisse; das Interesse und die Motivation reichten jeweils von 1 bis 7 Punkten).

Verfahren

Die Studie wurde in einer Sitzung durchgeführt, die etwa 45 Minuten dauerte. Die Teilnehmer wurden in Gruppen getestet. Nach dem Ausfüllen des demografischen Fragebogens und dem Ausfüllen des Tests zum Vorwissen begann die Lernphase für alle Teilnehmer gleichzeitig. Die Probanden wurden dann aufgefordert, sich individuell mit dem Lernmaterial auseinanderzusetzen. Danach mussten die Teilnehmer den Fragebogen zur kognitiven Belastung ausfüllen und den Spaß, das Interesse und die Motivation, die sie während des Lernens empfanden, durch die Beantwortung der jeweiligen Items bewerten. Danach wurden die Studierenden gebeten, die Tests zu den Lernergebnissen ohne Zeitbeschränkung auszufüllen. Am Ende mussten sie den Fragebogen zur kognitiven Belastung ausfüllen und die Freude, das Interesse und die Motivation, die sie während der Tests zu den Lernergebnissen empfanden, durch die Beantwortung der entsprechenden Items bewerten. In einer früheren Studie haben wir bereits alle relevanten individuellen Determinanten unserer Probanden erhoben, wie z.B.

WMC. Der entsprechende Datensatz konnte verknüpft werden, da zur Identifizierung der Teilnehmer dasselbe Codesystem verwendet war.

Ergebnisse

Um unsere Hypothesen zu testen, haben wir Regressionsanalysen durchgeführt. Die deskriptiven Daten für alle Variablen pro Bedingung sind in Tabelle 1 zu sehen.

Kontrollvariablen

Wir untersuchten, ob sich die potenziellen Störvariablen zwischen den beiden Gruppen unterscheiden und ob sie mit einer abhängigen Variable korrelieren. Im Falle von Gruppenunterschieden oder einer signifikanten Korrelation kontrollierten wir diese in weiteren Analysen (Behaltensleistung korrelierte mit Motivation bei der Bewertung der Lernergebnisse ($r=.32$, $p=.03$), Verständnis korrelierte mit Vorwissen ($r=.37$, $p=.01$)).

Lernergebnisse

Regressionsanalysen wurden für Behalten, Verstehen und Transfer als abhängige Variablen mit den folgenden Prädiktoren (die gleichzeitig eingegeben wurden) durchgeführt: Lernmaterial (fließend,

Tabelle 1 Deskriptive Daten für alle Variablen pro Bedingung

	Bedingungen			
	Geläufigkeit ($n=24$)		Disfluency ($n=23$)	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Kapazität des Arbeitsgedächtnisses	3.96	1.23	4.09	.95
Vorwissen	1.98	1.57	2.09	2.04
Beibehaltung (%)	59.79	17.35	61.52	18.12
Verstehen (%)	73.54	22.63	71.96	15.28
Übertragung (%)	53.59	29.76	49.78	32.88
Intrinsische kognitive Belastung nach dem Lernen (%)	67.66	19.91	62.73	20.34
Fremde kognitive Belastung nach dem Lernen (%)	50.20	20.20	54.45	17.34
Deutsche kognitive Belastung nach dem Lernen (%)	82.14	13.92	77.81	16.39
Spaß am Lernen	3.21	1.56	3.30	1.40
Interesse beim Lernen	3.83	1.76	4.09	1.70
Motivation beim Lernen	4.75	1.29	4.70	1.58
Intrinsische Belastung nach Bewertung der Lernergebnisse (%)	77.71	18.78	76.60	17.40
Externe Belastung nach Bewertung der Lernergebnisse (%)	45.67	19.53	52.17	18.75
Deutschsprachige Belastung nach Bewertung der Lernergebnisse (%)	77.49	14.56	71.43	15.53
Spaß bei der Bewertung von Lernergebnissen	3.36	1.79	3.30	1.64
Interesse an der Bewertung von Lernergebnissen	3.95	1.84	3.87	1.89
Motivation bei der Bewertung von Lernergebnissen	5.27	1.52	4.70	1.79

disfluent), WMC, Interaktionsterm Lernmaterial \times WMC und die jeweiligen signifikanten Kontrollvariablen. In einem ersten Schritt wurde das Lernmaterial mit 0 für die Fluency-Bedingung und 1 für die Disfluency-Bedingung kodiert. In einem zweiten Schritt wurde das Lernmaterial umkodiert (fluency = 1, disfluency = 0) und das Regressionsmodell erneut durchgeführt. Diese von Aiken und West (1991) vorgeschlagene Methode der Bre-Zentrierung[^] ermöglicht es, den spezifischen Einfluss von WMC für die mit 0 kodierte Bedingung zu analysieren. Sowohl die WMC als auch die Kontrollvariablen wurden z-standardisiert. Die abhängigen Variablen wurden in Prozentwerte transformiert.

Für die *Behaltensleistung* war das Regressionsmodell signifikant ($F(4, 44)=3,56, p=.01$, bereinigtes $R^2=.19$). Das Lernmaterial war kein signifikanter Prädiktor für die Behaltensleistung ($\beta=2,42, t(44)=.53, n.s.$), was darauf hindeutet, dass sich die beiden Versuchsgruppen in Bezug auf die Behaltensleistung nicht unterschieden. Wie in Hypothese 1 vorhergesagt, war der Interaktionsterm bei der Vorhersage der Behaltensleistung signifikant ($\beta=11,66, t(44)=2,46, p=.02$). Wie in Hypothese 1a vorhergesagt, war die WMC in Bedingung der Geläufigkeit kein signifikanter Prädiktor für die Behaltensleistung ($\beta=-1.01, t(44)=-.35, n.s.$). Wie in Hypothese 1b vorhergesagt, war die WMC in der Disfluency-Bedingung ein signifikanter Prädiktor für die Behaltensleistung ($\beta=10.66, t(44)=2.86, p=.01$): Je höher die WMC, desto besser die Behaltensleistung bei dem disfluenten Text. Das Interaktionsmuster ist in Abb. 2 dargestellt. Die Kontrollvariable B-Motivation bei der Lernerfolgsüberprüfung[^] hatte einen signifikanten Einfluss auf die Behaltensleistung ($\beta=5,59, t(44)=2,38, p=.02$) und wurde daher kontrolliert.

Für die *Verstehensleistung* war das Regressionsmodell signifikant ($F(4, 46)=3.33, p=.02$, bereinigtes $R^2=.17$). Das Lernmaterial war kein signifikanter Prädiktor für das Verstehen ($\beta=-2.36, t(46)=-.46, n.s.$), was darauf hindeutet, dass sich die beiden Versuchsgruppen in Bezug auf das Verstehen nicht unterschieden. Wie in Hypothese 2 vorhergesagt, war der Interaktionsterm signifikant in der Vorhersage der Verstehensleistung ($\beta=12.62, t(46)=2.33, p=.03$). Wie in Hypothese 2a vorhergesagt, war die WMC in der flüssigen Bedingung kein signifikanter Prädiktor für das Verstehen ($\beta=-3.90, t(46)=-1.20, n.s.$). Wie in Hypothese 2b vorhergesagt, war die WMC in der Disfluency-Bedingung ein signifikanter Prädiktor für das Verstehen ($\beta=10.66, t(46)=2.86, p<.05$): Je höher der WMC, desto besser die Verstehensleistung bei dem disfluenten Text. Das Interaktionsmuster ist in Abb. 3 dargestellt. Die Kontrollvariable BVorwissen[^] hatte einen signifikanten Einfluss auf das Verstehen ($\beta=7,90, t(46)=3,04, p<.01$).

Für die *Transferleistung* war das Regressionsmodell nicht signifikant ($F<1, n.s.$, bereinigtes $R^2<.01$). Das Lernmaterial war kein signifikanter Prädiktor für den Transfer ($\beta=-4.26, t(45)=-.46, n.s.$), was darauf hindeutet, dass sich die beiden Versuchsgruppen in Bezug auf den Transfer nicht unterschieden. In

Abb. 2 Interaktion zwischen der Bedingung (fließend, nicht fließend) und der Kapazität des Arbeitsgedächtnisses für das Behalten (kontrolliert für B-Motivation während der Bewertung der Lernergebnisse)[^]

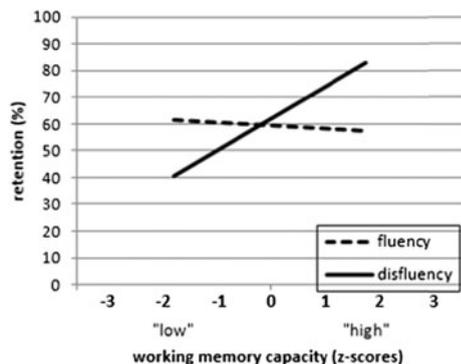
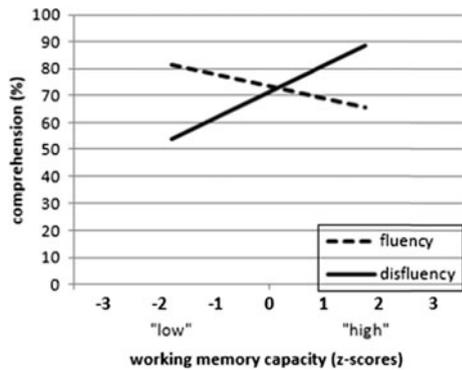


Abb. 3 Interaktion zwischen der Bedingung (fließend, nicht fließend) und der Arbeitsgedächtniskapazität für das Verstehen (kontrolliert für BVorwissen)[^]



Im Gegensatz zu Hypothese 3 war der Interaktionsterm für die Vorhersage der Transferleistung nicht signifikant ($\beta = -2,27$, $t(45) = -.23$, n.s.).

Kognitive Belastung

Zur Überprüfung der Hypothesen wurden Regressionsanalysen für ICL, ECL und GCL (nach dem Lernen bzw. nach dem Testen der Lernergebnisse) als abhängige Variablen mit den folgenden (gleichzeitig eingegebenen) Prädiktoren durchgeführt: Lernmaterial (fließend, nicht fließend), WMC, Interaktionsterm Lernmaterial \times WMC und jeweils signifikante Kontrollvariablen (ICL nach der Bewertung der Lernergebnisse korrelierte mit der Freude während der Bewertung der Lernergebnisse ($r = -.36$, $p = .02$); ECL nach dem Lernen korrelierte mit dem Interesse während des Lernens ($r = .31$, $p = .04$) sowie mit der Motivation während des Lernens ($r = -.41$, $p < .01$); ECL nach der Bewertung der Lernergebnisse korrelierte mit dem Vergnügen während der Bewertung der Lernergebnisse ($r = -.34$, $p = .02$), GCL nach dem Lernen korrelierte mit der Motivation während des Lernens ($r = .51$, $p < .001$ und GCL nach der Bewertung der Lernergebnisse korrelierte mit der Motivation während der Bewertung der Lernergebnisse ($r = .44$, $p < .01$)). Wie bei den Analysen zu den Lernergebnissen haben wir die Methode der Bre-zentrierung[^] verwendet. Sowohl die WMC als auch die Kontrollvariablen wurden z-standardisiert.

Für ICL (nach dem Lernen und nach und Bewertung der Lernergebnisse) war das Regressionsmodell nicht signifikant (nach dem Lernen: $F < 1$, n.s., bereinigtes $R^2 < .01$; nach Bewertung der Lernergebnisse: $F(4, 44) = 1,64$, n.s., bereinigtes $R^2 = .06$). Wie in Hypothese 4a vorhergesagt, war das Lernmaterial kein signifikanter Prädiktor für ICL (nach dem Lernen: $\beta = 5,44$, $t(46) = .93$, n.s.; nach der Bewertung der Lernergebnisse: $\beta = -1,55$, $t(44) = -.30$, n.s.), was darauf hindeutet, dass sich die beiden Versuchsgruppen in Bezug auf ICL nicht unterschieden. Wie in Hypothese 4b vorhergesagt, war der Interaktionsterm bei der Vorhersage von ICL nicht signifikant (nach dem Lernen: $\beta = 3,80$, $t(46) = .61$, n.s.; nach der Bewertung der Lernergebnisse: $\beta = 2,07$, $t(44) = .38$, n.s.). Die Kontrollvariable Benjoyment während der Bewertung der Lernergebnisse[^] hatte einen signifikanten Einfluss auf ICL nach der Bewertung der Lernergebnisse ($\beta = -6,14$, $t(44) = -2,31$, $p = .03$).

Für GCL (nach dem Lernen und nach der Bewertung der Lernergebnisse) war das Regressionsmodell signifikant (nach dem Lernen: $F(4, 46) = 4,34$, $p < .01$, bereinigtes $R^2 = .23$; nach Bewertung der Lernergebnisse: $F(4, 44) = 2,71$, $p = .04$, bereinigtes $R^2 = .14$). Wie in Hypothese 5a vorhergesagt, war das Lernmaterial kein signifikanter Prädiktor für GCL (nach dem Lernen: $\beta = -4,92$, $t(46) = -1,25$, n.s.; nach Bewertung der Lernergebnisse: $\beta = -3,92$, $t(44) = -0,92$, n.s.), was darauf hinweist, dass die beiden Versuchsgruppen unterschieden sich nicht in Bezug auf GCL. Wie in Hypothese 5b vorhergesagt, war der Interaktionsterm bei der Vorhersage von GCL nicht signifikant (nach dem Lernen: $\beta = -0,79$,

$t(46)=-0,19$, n.s.; nach Bewertung der Lernergebnisse: $\beta=2,39$, $t(44)=.54$, n.s.). Die Kontrollvariable B-Motivation nach dem Lernen[^] hatte einen signifikanten Einfluss auf GCL nach dem Lernen ($\beta=7,62$, $t(46)=3,82$, $p<.001$). Die Kontrollvariable B-Motivation während der Bewertung der Lernergebnisse[^] hatte einen signifikanten Einfluss auf die GCL nach der Bewertung der Lernergebnisse ($\beta=6,17$, $t(44)=-2,82$, $p<.01$).

Für *ECL* (nach dem Lernen und nach der Bewertung der Lernergebnisse) war das Regressionsmodell geringfügig signifikant (nach dem Lernen: $F(5, 46)=2.32$, $p=.06$, bereinigtes $R^2=.13$; nach der Bewertung der Lernergebnisse: $F(4, 44)=1.93$, $p=.06$, bereinigtes $R^2=.13$). Das Lernmaterial war kein signifikanter Prädiktor für *ECL* (nach dem Lernen: $\beta=4.31$, $t(46)=-.84$, n.s.; nach der Bewertung der Lernergebnisse: $\beta=5.95$, $t(44)=1.08$, n.s.), was darauf hindeutet, dass sich die beiden Versuchsgruppen in Bezug auf *ECL* nicht unterscheiden. Im Gegensatz zu Hypothese 6 war der Interaktionsterm bei der Vorhersage von *ECL* nicht signifikant (nach dem Lernen: $\beta=-5.11$, $t(46)=-.93$, n.s.; nach der Bewertung der Lernergebnisse: $\beta=.51$, $t(44)=.09$, n.s.). Während die Kontrollvariable B-Interesse während des Lernens[^] keinen signifikanten Einfluss auf *ECL* nach dem Lernen hatte ($\beta=-2.85$, $t(46)=-.92$, n.s.), hatte die B-Motivation während des Lernens[^] einen signifikanten Einfluss ($\beta=-6.07$, $t(46)=-2.01$, $p<.05$). Die Kontrollvariable Benjoyment during assessing learning outcomes[^] hatte einen signifikanten Einfluss auf *ECL* nach der Bewertung der Lernergebnisse ($\beta=-5.98$, $t(44)=-2.12$, $p=.04$).

Diskussion

Insgesamt haben wir in der vorliegenden Studie die ATI zwischen WMC und Disfluency in Bezug auf Behalten, Verstehen und Transfer untersucht. Es zeigte sich der erwartete verstärkende Effekt von WMC auf die Behaltens- und Verstehensleistung: Je höher die WMC, desto besser die Behaltens- und Verstehensleistung in der Disfluency-Bedingung. In der fließenden Bedingung hatte die WMC keinen Einfluss auf die Lernergebnisse. Disfluency zahlte sich also nur aus, wenn die Lernenden über ausreichend WMC verfügten. Nur mit ausreichenden kognitiven Ressourcen waren die Lernenden in der Lage, die Stimulation zu nutzen, um ihren Lernprozess auf einer tieferen Ebene zu intensivieren (System 2; Tverski und Kahneman 1974; James, 1890/ 1950). Ohne die Berücksichtigung des WMC hätten wir den Disfluency-Effekt nicht nachweisen können. Eine mögliche Erklärung für die heterogene Datenlage bezüglich Disfluency-Effekts ist also, dass Lernermerkmale wie der WMC nicht berücksichtigt wurden. Darüber hinaus konnten wir im Gegensatz zu Eitel et al. (2014), die den Disfluency-Effekt in Bezug auf die Transferleistung nachweisen konnten, in der vorliegenden Studie keinen Hinweis auf den Disfluency-Effekt für die Transferleistung finden - weder als Haupteffekt noch als ATI-Effekt zwischen WMC und Disfluency. Unsere Ergebnisse stimmen jedoch teilweise mit denen von Diemand-Yauman et al. (2011), French et al. (2013) und Sungkhasettee et al. (2011) überein, die die positiven Auswirkungen von Unflüssigkeit auf Prozesse niedrigerer Ordnung wie das Behalten zeigten. Wahrscheinlich war auch hier der WMC der entscheidende Faktor. Wenn disfluentes Material das WM bereits belastet, bleibt nicht mehr viel Kapazität für schwierige Aufgaben wie den Transfer übrig. System 2 (Tverski und Kahneman 1974; James, 1890/ 1950) konnte nicht aktiviert werden. Somit führt Disfluency in Verbindung mit Aufgaben mit hoher kognitiver Belastung zu einer kognitiven Überlastung und somit nicht zu einem Vorteil von Disfluency. Schließlich konnten wir auch keinen generellen Disfluency-Effekt feststellen, sondern nur bei Lernenden mit hohem WMC.

Weitere Forschung ist erforderlich, um diese Diskrepanzen zu untersuchen. Außerdem ist zu bedenken, dass man die gleichen Ergebnisse bezüglich des ATI zwischen WMC und Disfluency auch mit einer anderen Messung des WM finden könnte. Eine Versuchsperson könnte ein besseres Ergebnis im Untertest Numerische Gedächtnisaktualisierung (Oberauer et al. 2000) erzielen, wenn sie eine Affinität zu Zahlen hat. Die gleiche Eigenschaft könnte auch die Ergebnisse des Posttests beeinflusst haben.

Vielleicht wurde unsere Messung also durch diese Ähnlichkeit verfälscht. Außerdem sollte untersucht werden, ob man dieselben Ergebnisse auch mit Lernmaterial mit einem weniger mathematischen Thema erzielen könnte.

Neben den Lernergebnissen untersuchten wir auch die Auswirkungen der Disfluency auf die drei Arten von CL. Unseres Wissens nach waren wir die ersten, die eine differenzierte Messung der drei Arten von CL in der Disfluency-Forschung verwendeten. Wie erwartet, beeinflusste weder die Disfluency noch der Interaktionsterm $\text{Disfluency} \times \text{WMC}$ die ICL oder GCL. Somit wurden unsere Annahmen bezüglich ICL und GCL bestätigt. Allerdings basierten unsere Hypothesen zu GCL auf den Annahmen von Eitel et al. (2014). Nach Eitel et al. (2014) sollte Disfluency keinen Einfluss auf die GCL haben, da die Lernenden nicht aktiv neue Informationen generieren müssen.

Betrachtet man jedoch das Modell des Textverstehens (Van Dijk und Kintsch 1983), könnte man argumentieren, dass Disfluency die GCL erhöht. Nach Eitel et al. (2014) wären Probanden, die mit einem disfluenten Text lernen, nicht gezwungen, aktiv neue Informationen zu generieren, und daher würde es keine Steigerung des GCL geben. Aber die GCL hängt möglicherweise nicht nur mit der Generierung neuer Informationen zusammen. In Anbetracht der Textverarbeitungsmodelle könnte man argumentieren, dass Lernende, die einen disfluenten Text erhalten, gezwungen wären, aktiv mehr Aufwand in die subsemantische Verarbeitung des Textes und die Konstruktion der mentalen Repräsentation der Textoberfläche zu investieren. Daher könnte Disfluency die GCL durch eine Intensivierung der subsemantischen Verarbeitung erhöhen.

Obwohl die vorliegende Studie zeigte, dass Disfluency keinen Einfluss auf die GCL hatte, muss dies nicht unbedingt ein Beweis gegen die Annahme sein, dass Disfluency die GCL erhöht. Schließlich bezieht sich der Fragebogen zur kognitiven Belastung, den wir zur Bewertung der GCL verwendet haben, nicht ausdrücklich auf diese subsemantischen Prozesse. Außerdem misst der Fragebogen nur subjektive Bewertungen der kognitiven Belastung. Obwohl sich die Lernenden ihrer kognitiven Belastung bewusst sind, bedeutet dies nicht, dass die Bewertungen zufällig mit der objektiven Belastung übereinstimmen. Dazu gehört ein zusätzlicher metakognitiver Schritt der Selbstbeobachtung. Brünken et al. (2003) argumentieren, dass daher objektive Bewertungen bevorzugt werden sollten. Unsere Ergebnisse sind also nur repräsentativ für das subjektiv wahrgenommene Niveau der kognitiven Belastung.

Zukünftige Forschungen sollten daher die GCL mit einem Fragebogen untersuchen, der die GCL im Zusammenhang mit der subsemantischen Verarbeitung und zusätzlichen objektiven Belastungsmaßen misst. In Ergänzung zu Alter et al. (2007), die die positiven Auswirkungen von Disfluency auf die Anregung einer tieferen Verarbeitung und eines analytischeren und elaborativeren Denkens zurückführen, könnte eine erhöhte GCL auch die positiven Auswirkungen von Disfluency erklären. Ein weiterer Schwerpunkt der zukünftigen Forschung ist die Überwachung ihrer metakognitiven Fähigkeiten, die notwendig sind, um die kognitive Belastung annähernd objektiv zu erfassen.

Da die Mehrheit der Studien (Diemand-Yauman et al. 2011; French et al. 2013; Sungkhasettee et al. 2011) die positiven Effekte von Disfluency nur auf Prozesse niedrigerer Ordnung zeigte, kann dies als Beleg dafür angesehen werden, dass Disfluency die GCL durch eine Intensivierung der subsemantischen Verarbeitung erhöht. Vor diesem Hintergrund könnten auch die Ergebnisse der vorliegenden Studie erklärt werden. Schließlich konnten wir den Disfluency-Effekt in Bezug auf den Transfer nicht nachweisen, da der Transfer einen Prozess höherer Ordnung darstellt.

Wir untersuchten jedoch die Auswirkungen von Disfluency auf ECL. Im Gegensatz zu unseren Hypothesen waren weder Disfluency noch der Interaktionsterm $\text{Disfluency} \times \text{WMC}$ signifikante Prädiktoren für ECL. Auch Eitel et al. (2014) konnten keine erhöhte ECL beim Lernen mit disfluentem Material nachweisen. Die Rolle der metakognitiven Regulation und ihre möglichen Auswirkungen auf die ECL müssen daher weiter untersucht werden. Möglicherweise decken die Items, mit denen ECL bewertet wurde, die verschiedenen Merkmale von ECL nicht ab. Disfluency könnte andere Facetten von beeinflusst haben, die in dem von uns verwendeten Fragebogen nicht enthalten sind. Außerdem stellt sich die Frage, wie gut die Probanden in der Lage waren, ECL einzuschätzen. Die

Die Einschätzung der CL hängt von der Fähigkeit zur Introspektion ab, die in der vorliegenden nicht untersucht wurde. Schließlich handelte es sich bei der vorliegenden Studie nicht um eine echte Prüfungssituation, so dass die Teilnehmer nicht unter dem Druck standen, so gut wie in einer echten Prüfungssituation abzuschneiden. Daher könnte es sein, dass sie ECL nicht als besonders hoch einschätzen, wenn sie mit disfluentem Material lernen.

Insgesamt weist die vorliegende Studie einige weitere Einschränkungen auf. Erstens ist unsere Stichprobe eher klein und nicht repräsentativ. Bei den meisten unserer Probanden handelte es sich um junge Studentinnen, die - aufgrund unserer zahlreichen Klauseln - die besten Ergebnisse in ihrem Schulabschluss hatten und daher wahrscheinlich über große Lernfähigkeiten verfügten. Folglich kann man nicht unbedingt davon ausgehen, dass die Ergebnisse für andere Lerntypen verallgemeinerbar sind. Zweitens haben wir keine Manipulations-Check-Items verwendet, um die Geläufigkeit oder Ungeläufigkeit unseres Unterrichtsmaterials zu bewerten. Die Manipulation der Textlesbarkeit ähnelte der erfolgreichen Manipulation, die in Diemand-Yauman et al. (2011) sowie in Eitel et al. (2014) angewendet wurde. Es gibt jedoch keine systematische Übersichtsarbeit, in der die Lesbarkeit von Texten in Abhängigkeit von verschiedenen Schriftarten, Schriftfarben oder Schriftgrößen untersucht wurde. Daher stellt sich die Frage, welche Merkmale der Schriftmanipulation für den Disfluency-Effekt verantwortlich sind. Da in der vorliegenden Studie die Schriftart, die Schriftfarbe und die Schriftgröße manipuliert wurden, kann diese Frage an dieser Stelle nicht beantwortet werden und sollte in weiteren Untersuchungen systematisch untersucht werden. Auch die Rolle der Metakognition ist nicht klar. Es ist denkbar, dass metakognitive Fähigkeiten wie das Bewusstsein für das Lernen mit einer unflüssigen Schrift oder die Überwachung der kognitiven Belastung während des Lernens die Lernergebnisse beeinflussen. Es ist möglich, dass der Lernende eher negativ reagiert, wenn er merkt, dass er sich mehr anstrengen muss. Ein entscheidender Faktor für die metakognitive Entscheidung, aufgrund von Unflüssigkeiten mehr Aufwand zu betreiben, ist die Sensibilität der Lernenden für ihre eigenen kognitiven Ressourcen und ihre Erfahrungen mit verschiedenen Lernmaterialien. Nur wenn die Lernenden erkennen, dass das Material für sie schwierig ist[^] - und wenn sie sich in der Lage fühlen, ihre Anstrengung auf der Grundlage ihrer verfügbaren Ressourcen zu erhöhen, kann Disfluency positive Effekte verursachen. Diese Sensibilität für die Eigenschaften der Aufgabe und des eigenen kognitiven Systems ist das Ergebnis mehrerer Lernerfahrungen, die metakognitiv beobachtet und ausgewertet werden. Viele Trainings zu Lernstrategien greifen diese Themen auf und fördern das metakognitive Bewusstsein vor allem bei jungen Lernenden (siehe die Metaanalyse von Donker et al. 2014).

Da die vorliegende Studie zeigen konnte, dass Lernercharakteristika wie der WMC bei der Untersuchung des Disfluency-Effekts berücksichtigt werden sollten, sollte zukünftige Forschung neben dem WMC auch andere Fähigkeiten identifizieren, die mit Disfluency interagieren können. Insbesondere das Vorwissen der Lernenden könnte eine relevante moderierende Variable sein, wie in ATI-Studien häufig nachgewiesen wurde (Kalyuga et al. 2003; Seufert 2003). Man könnte argumentieren, dass Vorwissen auch die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses der Lernenden entlastet, da sinnvolle Teile im Arbeitsgedächtnis vorhanden sind und somit die intrinsische kognitive Belastung reduziert wird. Daher sollten die Effekte die gleichen sein wie in der vorliegenden Studie, und Disfluency sollte mit zunehmendem Vorwissen effektiver sein. Außerdem sollte, wie Diemand-Yauman et al. (2011) feststellten, der Punkt untersucht werden, an dem ein Text als disfluent, aber noch nicht als unleserlich angesehen werden kann. Nur disfluente Texte können die Lernleistung verbessern - bei ausreichendem WMC und in Bezug auf bestimmte Lernziele -, während unleserliche Texte das Lernen behindern sollten. Im Gegensatz zu Diemand-Yauman et al. (2011) glauben wir aber nicht, dass Lehrkräfte disfluentes Material so einfach in ihren Unterricht integrieren können. Wenn sich Unflüssigkeit nur dann auszahlt, wenn die Lernenden über ein mittleres Vorwissen und ausreichend WMC verfügen, wie sollen Lehrkräfte diese Lernenden dann schnell und kostengünstig identifizieren? Wie können sie mit dem Problem umgehen, dass nur ein - möglicherweise sehr kleiner - Teil ihrer Lernenden von weniger gut lesbaren Texten profitieren kann? Folglich stellt sich die Frage nach der praktischen Anwendung von disfluentem Material. Dennoch glauben wir, dass sich disfluente Schriften in speziellen Lernumgebungen, z.B. in Klassen mit hochbegabten Schülerinnen und Schülern in der Mitte eines Lernprozesses, auszahlen können.

Prozess eines speziellen Themas. Weiterhin ist zu erwähnen, dass Schriftarten ein Oberflächenmerkmal sind, das recht einfach und kostengünstig zu manipulieren ist. In diesem Zusammenhang ist in der zukünftigen Forschung zu untersuchen, ob es sich bei dem Disfluency-Effekt nur um einen sogenannten Novelty-Effekt handelt (Tulving und Kroll 1995; Rummer et al. dieses Heft). Dies würde bedeuten, dass der Disfluency-Effekt nur zu Beginn auftritt, wenn die Gestaltung des Lehrmaterials als neu und ungewöhnlich empfunden wird und die Aufmerksamkeit des Lernenden erregt. Später, beim wiederholten Lernen mit den weniger gut lesbaren Texten, könnte man sich an diese Art von Texten gewöhnen. Möglicherweise erscheint das unflüssige Material im Laufe der Zeit nicht mehr neu oder ungewöhnlich, und die durch die Unflüssigkeit verursachten positiven Effekte könnten verschwinden. Eine interessante praktische Schlussfolgerung könnte darin bestehen, die metakognitiven Fähigkeiten der Lernenden zu trainieren, indem Texte mit unterschiedlichen Schriftarten und somit mit unterschiedlicher Flüssigkeit verwendet und diese Lernerfahrungen reflektiert werden. Auf diese Weise können die Lernenden ihr metakognitives Wissen über die Schwierigkeiten und Möglichkeiten von Aufgaben stärken und mehr darüber lernen, wie sie mit diesen Möglichkeiten umgehen können.

Danksagung Wir danken Prof. Dr. Wolfgang Schnotz und Prof. Dr. Maria Bannert für die Erlaubnis, ihr Lehrmaterial BTime and date differences on earth^A (Schnotz und Bannert 1999) in der vorliegenden Studie zu verwenden, sowie den beiden anonymen Gutachtern, die mit ihrer Expertise zur Verbesserung des Manuskripts beigetragen haben.

Open Access Dieser Artikel wird unter den Bedingungen der Creative Commons Attribution 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), verbreitet die uneingeschränkte Nutzung, Verbreitung und in jedem Medium erlaubt, vorausgesetzt, Sie nennen den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle in angemessener Weise, geben einen Link zur Creative Commons-Lizenz an und geben an, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Referenzen

- Aiken, L. S., & West, S. G. (1991). *Multiple Regression: Testen und Interpretieren von Wechselwirkungen*. Newbury Park: Sage.
- Alter, A. L., Oppenheimer, D. M., Epley, N., & Eyre, R. N. (2007). Überwindung der Intuition: Metakognitive Schwierigkeiten aktivieren das analytische Denken. *Zeitschrift für experimentelle Psychologie: General*, *136*, 569-576. doi:10.1037/0096-3445.136.4.569.
- Ayres, P. (2006). Die Verwendung subjektiver Maße zur Erkennung von Variationen der intrinsischen kognitiven Belastung innerhalb von Problemen. *Lernen und Lehren*, *16*, 389-400.
- Bjork, R. A. (1994). Überlegungen zu Gedächtnis und Metagedächtnis bei der Ausbildung von . In J. Metcalfe & A. Shimamura (Hrsg.), *Metacognition: Knowing about knowing* (S. 185-205). Cambridge: MIT.
- Bjork, R. A. (2013). Desirable difficulties perspective on learning. In H. Pashler (Ed.), *Encyclopedia of the mind* (Bd. 4, S. 134-146). Thousand Oaks: Sage Publication.
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomie der Bildungsziele. Handbuch I: Kognitiver Bereich*. New York: David McKay.
- Brünken, R., Plass, J. L., & Leutner, D. (2003). Direkte Messung der kognitiven Belastung beim multimedialen Lernen. *Pädagogischer Psychologie*, *38*, 53-61.
- Cowan, N. (2001). Die magische Zahl 4 im Kurzzeitgedächtnis: eine Neubetrachtung der mentalen Speicherkapazität. *Behavioral and Brain Sciences*, *24*, 87-185. doi:10.1017/S0140525X01003922.
- Diamond-Yauman, C., Oppenheimer, D. M., & Vaughan, E. B. (2011). Fortune favors the bold (and the italicized): effects of disfluency on educational outcomes. *Cognition*, *118*, 111-115. doi:10.1016/j.cognition.2010.09.012.
- Donker, A. S., de Boer, H., Kostons, D., Dignath van Ewijk, C. C., & van der Werf, M. P. C. (2014). Effectiveness of learning strategy instruction on academic performance: a meta-analysis. *Educational Research Review*, *11*, 1-26. doi:10.1016/j.edurev.2013.11.002.
- Eitel, A., Kühl, T., Scheiter, K., & Gerjets, P. (2014). Disfluency meets cognitive load in multimedia learning: does harder-to-read mean better-to-understand? *Applied Cognitive Psychology*, *28*, 488-501. doi:10.1002/acp.3004.
- French, M. M. J., Blood, A., Bright, N. D., Futak, D., Grohmann, M. J., Hasthorpe, A., Heritage, J., Poland, R. L., Reece, S., & Tabor, J. (2013). Wechselnde Schriftarten im Bildungswesen: Wie der Nutzen mit den Fähigkeiten variiert und dyslexia. *The Journal of Educational Research*, *106*, 301-304. doi:10.1080/00220671.2012.736430.
- Guenther, R. K. (2012). Beeinflusst die Bearbeitungsgeschwindigkeit eines Lehrplans die prognostizierte Note und die Kursschwierigkeit? *Psychological Reports*, *110*, 946-954. doi:10.2466/01.11.28.PR0.110.3.946-954.

- Hasselhorn, M., & Gold, A. (2009). *Pädagogische Psychologie: Erfolgreiches Lernen und Lehren* [Educational psychology: Successful learning and teaching]. Stuttgart: Kohlhammer.
- James, W. D. (1950). *Die Grundlagen der Psychologie*. New York: Dover
 DOriginalwerk veröffentlicht 1890].
- Kalyuga, S. (2007). Der Umkehreffekt von Fachwissen und seine Auswirkungen auf einen auf den Lernenden zugeschnittenen Unterricht. *Educational Psychology Review*, 19, 509-539. doi:10.1007/s10648-007-9054-3.
- Kalyuga, S., Ayres, P., Chandler, P., & Sweller, J. (2003). Der Umkehreffekt von Fachwissen. *Pädagogischer Psychologe*, 38, 23-31.
- Klepsch, M., & Seufert, T. (2012). Subjektiv differenzierte Messung der kognitiven Belastung. *Paper presented at the 5th International Cognitive Load Theory Conference, Tallahassee (USA)*.
- Kühl, T., Eitel, A., Damnik, G., & Kördle, H. (2014). Der Einfluss von Disfluenz, Pacing und dem Erkenntnisbedürfnis von Schülern auf das Lernen mit Multimedia. *Computers in Human Behavior*, 35, 189-198. doi:10.1016/j.chb.2014.03.004.
- Mayer, R. E. (2005). Kognitive Theorie des multimedialen Lernens. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 31-48). New York: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E., & Sims, V. K. (1994). Für wen ist ein Bild mehr wert als tausend Worte? Erweiterungen einer dualen Kodierungstheorie des multimedialen Lernens. *Journal of Educational Psychology*, 86, 389-401. doi:10.1037/0022-0663.86.3.389.
- Miller, G. A. (1994). Die magische Zahl sieben, plus oder minus zwei: Einige Grenzen unserer Fähigkeit, Informationen zu verarbeiten. *Psychological Review*, 101, 343-352. doi:10.1037/0033-295X.101.2.343.
- Oberauer, K., Süß, H.-M., Schulze, R., Wilhelm, O., & Wittmann, W. W. (2000). Arbeitsgedächtniskapazität - Facetten eines kognitiven Fähigkeitskonstrukts. *Personality and Individual Differences*, 29, 1017-1045. doi:10.1016/S0191-8869(99)00251-2.
- Paas, F., Tuovinen, J. E., van Merriënboer, J. J., & Darabi, A. A. (2005). Eine motivierende Perspektive auf die Beziehung zwischen geistiger Anstrengung und Leistung: Optimierung des Engagements der Lernenden im Unterricht. *Educational Technology Research & Development*, 53, 25-34.
- Pass, F. G., van Merriënboer, J. J., & Adam, J. J. (1994). Messung der kognitiven Belastung in der Unterrichtsforschung. *Wahrnehmungsfähigkeit und motorische Fähigkeiten*, 79, 419-430.
- Rhodes, M. G., & Castel, A. D. (2008). Gedächtnisvorhersagen werden durch Wahrnehmungsinformationen beeinflusst: Beweise für metacognitive Illusionen. *Journal of Experimental Psychology: General*, 137, 615-625. doi:10.1037/a0013684.
- Rummer, R., Schweppe, J., & Schwede, A. (diese Ausgabe). Fortune is fickle: Null-Effekte von Disfluency auf das Lernen outcomes. *Metakognition und Lernen*.
- Schnotz, W. (2005). Ein integriertes Modell des Text- und Bildverstehens. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 49-69). Cambridge: Cambridge University Press.
- Schnotz, W., & Bannert, M. (1999). Einflüsse der Visualisierungsform auf die Konstruktion mentaler Modelle beim Text- und Bildverstehen [Influence of the type of visualization on the construction of mental models during picture and text comprehension]. *Zeitschrift für Experimentelle Psychologie*, 46, 217-236. doi:10.1026//0949-3964.46.3.217.
- Seufert, T. (2003). Unterstützung der Kohärenzbildung beim Lernen aus multiplen Repräsentationen. *Learning and Instruction*, 13, 227-237. doi:10.1016/S0959-4752(02)00022-1.
- Seufert, T., & Brünken, R. (2004). Unterstützung der Kohärenzbildung beim multimedialen Lernen. In H. Niegemann, R. Brünken, & D. Leutner (Eds.), *Instructional design for multimedia learning. Proceedings of the EARLI SIG 6 biannual workshop 2002 in Erfurt* (pp. 138-147). Waxmann: Münster.
- Snow, R. E. (1989). Aptitude-treatment interaction as a framework of research in individual differences in learning. In P. L. Ackerman, R. J. Sternberg, & R. Glaser (Eds.), *Learning and individual differences* (pp. 13-59). New York: Freeman.
- Song, H., & Schwarz, N. (2008). Wenn es schwer zu lesen ist, ist es schwer zu tun. *Psychological Science*, 19, 986-988. doi:10.1111/j.1467-9280.2008.02189.x.
- Sungkhasettee, V. W., Friedman, M. C., & Castel, A. D. (2011). Gedächtnis und Metagedächtnis für invertierte Wörter: Illusionen von Kompetenz und wünschenswerte Schwierigkeiten. *Psychonomic Bulletin and Review*, 18, 973-978. doi:10.3758/s13423-011-0114-9.
- Sweller, J. (1994). Theorie der kognitiven Belastung, Lernaufgaben und Unterrichtsgestaltung. *Learning and Instruction*, 4, 295-312.
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. G. W. C. (1998). Kognitive Architektur und Instruktionsdesign. *Educational Psychology Review*, 10, 251-296. doi:10.1023/A:1022193728205.
- Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive load theory*. New York: Springer.
- Tulving, E., & Kroll, N. (1995). Neuheitsbewertung im Gehirn und Langzeitgedächtniskodierung. *Psychonomic Bulletin & Review*, 2, 387-390. doi:10.3758/BF03210977.
- Tverski, A., & Kahneman, D. (1974). Urteilsvermögen unter Unsicherheit: Heuristiken und Verzerrungen. *Science*, 185, 1124-1131.
- Van Dijk, T. A., & Kintsch, W. (1983). *Strategien des Diskursverstehens*. New York: Academic.

Yue, C. L., Castel, A. D., & Bjork, R. A. (2013). When disfluency is-and is not-a desirable difficulty: the influence of typeface clarity on metacognitive judgments and memory. *Memory and Cognition*, *41*, 229-241. doi:10.3758/s13421-012-0255-8.