

Lingnau, Volker; Steinmann, Jan-Christoph; Koffler, Ulrich

Research Report

Implikationen der Cognitive Load Theory für das Controlling

Beiträge zur Controlling-Forschung, No. 22

Provided in Cooperation with:

University of Kaiserslautern-Landau (RPTU), Chair of Management Accounting and Management Control Systems

Suggested Citation: Lingnau, Volker; Steinmann, Jan-Christoph; Koffler, Ulrich (2013) : Implikationen der Cognitive Load Theory für das Controlling, Beiträge zur Controlling-Forschung, No. 22, Technische Universität Kaiserslautern, Lehrstuhl für Unternehmensrechnung und Controlling, Kaiserslautern

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/75211>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

Beiträge zur Controlling-Forschung

(www.Controlling-Forschung.de)

herausgegeben von

Univ.-Prof. Dr. Volker Lingnau

Nr. 22

Implikationen der Cognitive Load Theory für das Controlling

Volker Lingnau / Jan-Christoph Steinmann / Ulrich Koffler

2013

Lehrstuhl für Unternehmensrechnung und Controlling • Technische Universität Kaiserslautern

Gottlieb-Daimler-Straße, Gebäude 42, 67663 Kaiserslautern

ISSN 1612-3875-22

Nr. 22

Implikationen der Cognitive Load Theory für das
Controlling

Prof. Dr. Volker Lingnau*

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Jan-Christoph Steinmann**

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Ulrich Koffler***

2013

- * Univ.-Prof. Dr. Volker Lingnau ist Inhaber des Lehrstuhls für Unternehmensrechnung und Controlling an der Technischen Universität Kaiserslautern.
- ** Dipl.-Wirtsch.-Ing. Jan-Christoph Steinmann ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Center for Performance Research & Analytics sowie Doktorand am Lehrstuhl für Controlling / Performance Management der Universität St. Gallen.
- *** Dipl.-Wirtsch.-Ing. Ulrich Koffler ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Unternehmensrechnung und Controlling an der Technischen Universität Kaiserslautern.

Inhalt

	Seite
Inhalt.....	I
Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis.....	IV
Abkürzungsverzeichnis	V
1 Einführung.....	1
2 Manager als Problemlöser	3
3 Grundlagen der Cognitive Load Theory	7
3.1 Konzeptioneller Rahmen.....	7
3.2 Messung der kognitiven Belastung	9
3.3 Die verschiedenen Arten der kognitiven Belastung	11
3.4 Effekte im Rahmen der Cognitive Load Theory.....	14
4 Implikationen der Cognitive Load Theory.....	17
4.1 Eingrenzung des Anwendungsbereichs.....	17
4.2 Potenzielle Instruktionen für das Einbringen von sekundärem Wissen in die Problemlösung durch das Controlling.....	18
4.3 Relevanz der CLT-Effekte beim Aufbau primären Wissens im Management durch das Controlling	22
4.4 Harmonisierende Erkenntnisse aus CLT und Controlling	22
5 Zusammenfassung und Ausblick	25

Literatur..... 28

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abbildung 1: Phasen des Problemlösungsprozesses	5
Abbildung 2: Die kognitive Architektur des Menschen im Rahmen der Cognitive Load Theory	8
Abbildung 3: Schematischer Aufbau der kognitiven Belastung.....	10
Abbildung 4: Arten der kognitiven Belastung	12

Tabellenverzeichnis

	Seite
Tabelle 1: Effekte im Rahmen der Cognitive Load Theory	16
Tabelle 2: Beeinflussung der Problemlösungszyklusphasen durch Cognitive Load Theory-Effekte	19

Abkürzungsverzeichnis

AG	Arbeitsgedächtnis
CL	Cognitive Load
CLT	Cognitive Load Theory
LZG	Langzeitgedächtnis

1 Einführung

Aufbauend auf den Arbeiten *Simons*¹ zur ökologischen Rationalität herrscht weitgehender Konsens in der Annahme, dass dem Controlling eine Entscheidungsunterstützungs- und Verhaltensbeeinflussungsfunktion zukommen.² Im Rahmen der Entscheidungsunterstützung des Managements durch das Controlling resultiert aus diesem Rationalitätsverständnis die Notwendigkeit, neben situativen Einflussfaktoren die kognitiven Prozesse realer Entscheidungsträger zu berücksichtigen.³ Der Fokus der Betrachtung lag dabei bisher im Wesentlichen auf der Untersuchung der Qualität von einmalig getroffenen Urteilen und Entscheidungen und den dahinter stehenden Einflussfaktoren (wie beispielsweise der Problemlösungsprozesse).⁴ Erweitert man diese kurzfristige um eine längerfristige Betrachtung, ist davon auszugehen, dass Manager in der Vergangenheit abgeschlossene Problemlösungsprozesse erneut aufgreifen und wiederholt anwenden. Dabei ist mit individuellen Lernvorgängen zu rechnen. Für das Controlling resultiert daraus die Aufgabe, Manager bei diesen Lernvorgängen zu unterstützen. Allerdings existieren hierzu innerhalb des *Cognitive (Management) Accounting Research* bisher kaum Forschungsarbeiten.⁵ „There has been, however, very little research on the learning conceptualization and use of management accounting.”⁶

Im Besonderen ist davon auszugehen, dass Lerntheorien der Psychologie wertvolle Einsichten in individuelle Lernprozesse ermöglichen.⁷ Der vorliegende Beitrag greift dieses Defizit auf, indem untersucht wird, welchen Beitrag die *Cognitive Load Theory* [CLT] zum Verständnis individueller Lernvorgänge im Management-Controlling-Kontext leisten kann. Die seit Mitte der 1980er Jahre vehement⁸ diskutierte CLT, eine Theorie über die optimale Gestaltung von Lernprozessen⁹, gilt dabei heute auf Basis zahlreicher Experimente als „one of the most important and best researched foundations for improving the development of instructional mate-

¹ Vgl. u. a. Simon, H. A. (1955); Simon, H. A. (1986). Siehe auch Gigerenzer, G. / Gaissmaier, W. (2011), S. 456 f.

² Vgl. Demski, J. S. / Feltham, G. A. (1976), S. 9-12; Fischer, T. M. / Möller, K. / Schultze, W. (2012), S. 2.

³ Vgl. Lingnau, V. et al. (2012), S. 5 f.

⁴ Vgl. Sprinkle, G. B. / Williamson, M. G. (2007), S. 428.

⁵ Vgl. Gibbins, M. / Jamal, K. (1993), S. 457 f.

⁶ Shields, M. D. (1997), S. 23.

⁷ Vgl. Libby, R. / Luft, J. L. (1993), S. 427; Shields, M. D. (1997), S. 23.

⁸ Für einen Überblick der Diskussionen in den 1980er Jahren siehe Sweller, J. / Chandler, P. (1991), S. 354-360.

⁹ Vgl. Paas, F. G. et al. (2003), S. 63.

rial“¹⁰. Das Ziel dieses Beitrags besteht folglich darin, herauszuarbeiten, welche Implikationen sich aus der CLT für das Controlling ergeben.

¹⁰ Holzinger, A. (2007), S. 326.

2 Manager als Problemlöser

Aufbauend auf der *Managerial and Organizational Cognition Theory*, die Problemlösungs- und Entscheidungsprozesse von Managern auf Basis entscheidungstheoretischer und kognitions-wissenschaftlicher Erkenntnisse thematisiert, sind Manager vorrangig Information Workers, „who are confronted with the task of making sense of very complex and ambiguous environments.“¹¹ Ihre Arbeit besteht in der Aufnahme, Analyse und Weitergabe von Informationen.¹² Problemlösen bezeichnet den Denkprozess, der notwendig wird, wenn ein Ausgangszustand vorliegt, der in einen von diesem abweichenden Zielzustand überführt werden soll, ohne dass der Problemlöser momentan über die entsprechenden Mittel hierzu verfügt (Vorliegen einer Barriere).¹³ Probleme sind wohl-definiert, wenn die potenziell einsetzbaren Operatoren bekannt sind und sie ein klar definiertes Ziel aufweisen. Bei schlecht-definierten Problemen liegt mindestens einer der beiden Zustände nicht vor.¹⁴ Abgrenzend zu einem Problem spricht man von einer Aufgabe, wenn das Wissen und die einzusetzenden Mittel zur Überführung in den gewünschten Zielzustand bekannt sind.¹⁵

Der Schwierigkeitsgrad eines Problems, der durch das Identifizieren der zum Einsatz geeigneten Mittel beschrieben werden kann¹⁶, korreliert mit der Komplexität eines Problems und nimmt damit direkten Einfluss auf die Anforderungen des Problembearbeiters.¹⁷ Nach *Dörner* wird die Problemkomplexität durch die Vernetztheit der Variablen untereinander, die Dynamik des Problems, sich im Verlaufe der Zeit zu wandeln, die Intransparenz des Problems in Form von unvollständig vorliegenden Informationen sowie durch die Polytelie, die durch die Anzahl vor allem untereinander konkurrierender Ziele bestimmt wird, beeinflusst.¹⁸ In Bezug auf ihre Problemlöserabhängigkeit lassen sich die Intransparenz und Polytelie den problemlöserabhängigen, die Vernetztheit und Dynamik den problemlöserunabhängigen Merkmalen zuordnen.¹⁹

¹¹ Garud, R. / Porac, J. F. (1999), S. xiv. Vgl. Lingnau, V. (2009), S. 23.

¹² Vgl. McCall, M. W. / Kaplan, R. E. (1985), S. 14.

¹³ Vgl. Lingnau, V. (2006a), S. 2; Betsch, T. / Funke, J. / Plessner, J. (2011), S. 3.

¹⁴ Vgl. Betsch, T. / Funke, J. / Plessner, J. (2011), S. 151.

¹⁵ Vgl. Funke, J. (2003), S. 25.

¹⁶ Vgl. Gerling, P. G. (2007), S. 23.

¹⁷ Vgl. Funke, J. (2003), S. 126.

¹⁸ Vgl. Dörner, D. (1983), S. 19-21.

¹⁹ Vgl. Gerling, P. G. (2007), S. 23-25; Funke, J. (2003), S. 134.

Der gesamte Problemlösungsprozess findet innerhalb der Grenzen des kognitiven Systems des Bearbeiters statt und gliedert sich in mehrere Phasen, die nicht notwendigerweise sequenziell durchlaufen werden, sondern durchgehend die Möglichkeit für Rückkopplungen bieten (siehe Abbildung 1).²⁰ Die erste Phase des Problemlösungsprozesses besteht darin, ein Problem wahrzunehmen. Da die Problembetroffenen in vielen Fällen entweder nicht wissen, dass sie ein bestimmtes Ziel anstreben sollen oder dass eine bereits gewählte Handlungsalternative der Lösungssuche nicht dienlich ist, kann es zu einer verzögerten oder sogar zum Ausbleiben der Problemwahrnehmung kommen.²¹ An die Problemwahrnehmung schließt sich die Phase der Problemrepräsentation an, bei der auf Basis der wahrgenommenen Umwelt imaginäre Objekte und Beziehungen zwischen diesen erzeugt werden.²² Eine Problemrepräsentation ist durch einen Problemzustand charakterisiert²³, der eine Situations- und Zielanalyse, bei Zusammenfassung auch als Problemanalyse bezeichnet²⁴, umfasst, in deren Rahmen ein Istzustand, ein Zielzustand und die Diskrepanz zwischen diesen beiden Zuständen bestimmt wird.²⁵ Der Problemraum umfasst die Gesamtheit aller Problemzustände.²⁶ An die Problemrepräsentation schließt sich die Phase der Alternativensuche an.²⁷ Im Zuge dieser werden Operatoren identifiziert, mithilfe derer sich der vorliegende Zustand in einen intermediären Zustand²⁸ oder aber in den Zielzustand transferieren lässt.²⁹ Im Rahmen der Operatorensuche werden die unterschiedlichen Methoden zur Lösung des Problems und damit zur Schließung der identifizierten Lücke aufgedeckt.³⁰ Zur Identifizierung von Operatoren lassen sich die Prinzipien des Entdeckens, des Imitierens, der Analogiebildung und des Erwerbs durch Instruktionen einsetzen. Nachdem unterschiedliche Handlungsalternativen ausgemacht worden sind, müssen diese hinsichtlich der Zielerreichung bewertet werden.³¹ Nach der Operatorauswahl und der Umsetzung der damit verbundenen Handlung kommt es zur Lösungsüberprü-

²⁰ Vgl. Henseler, J. / Jonen, A. / Lingnau, V. (2006), S. 8.

²¹ Vgl. Sternberg, R. J. (2009), S. 430 f.

²² Vgl. Hayes, J. R. (1981), S. 3.

²³ Vgl. Anderson, J. R. (2007), S. 292.

²⁴ Vgl. Gerling, P. G. (2007), S. 30.

²⁵ Vgl. Dörner, D. (1987), S. 60.

²⁶ Vgl. Anderson, J. R. (2007), S. 292.

²⁷ Vgl. Gerling, P. G. (2007), S. 30.

²⁸ Intermediäre Zustände sind in diesem Zusammenhang als Zwischenstationen auf dem Weg zum eigentlichen Ziel zu verstehen. Vgl. Anderson, J. R. (2007), S. 292.

²⁹ Vgl. Dörner, D. (1987), S. 60.

³⁰ Vgl. Gerling, P. G. (2007), S. 30.

³¹ Vgl. Gerling, P. G. (2007), S. 31.

fung, d. h. es wird getestet, ob der angestrebte Zielzustand erreicht worden ist.³² Ist dem nicht so und wird die erreichte Lösung als nicht befriedigend empfunden, wird der Problemlösungszyklus durch Übergang in die erneute Problemwahrnehmung reinitiiert.³³

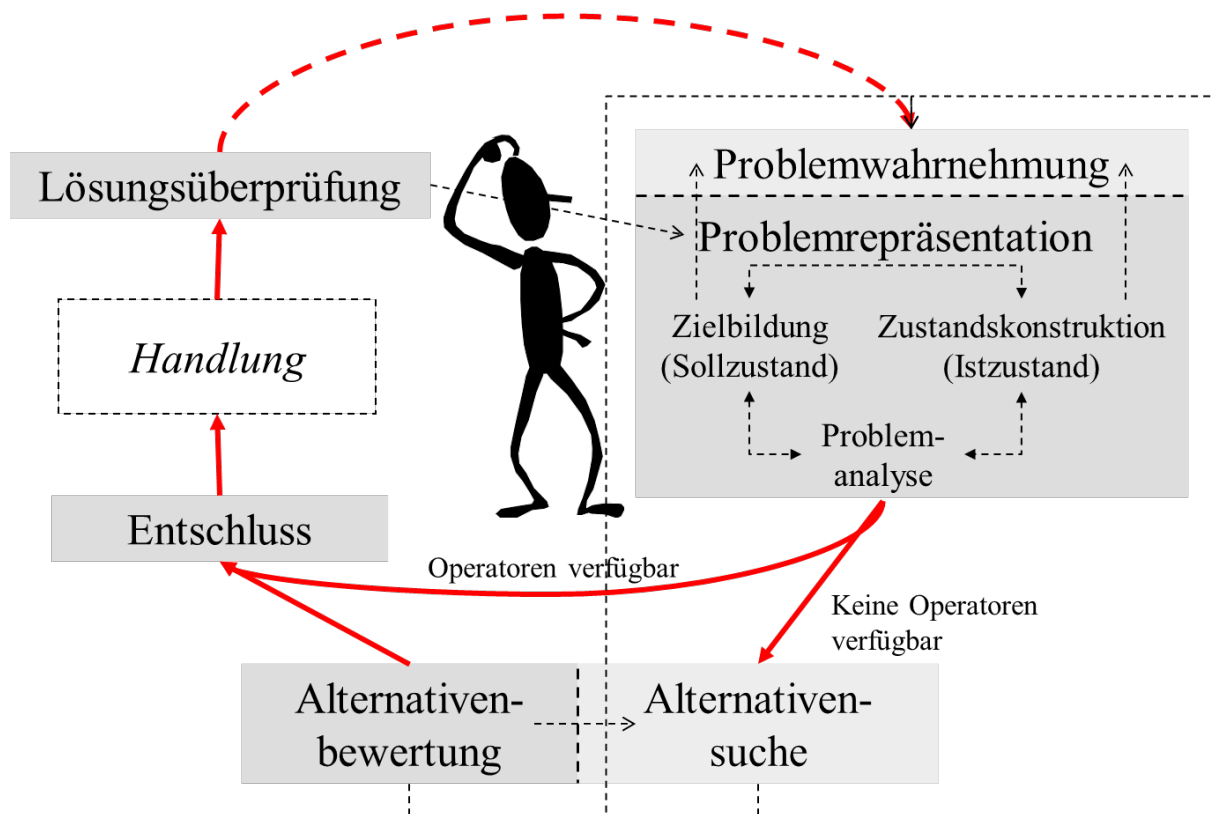


Abbildung 1: Phasen des Problemlösungsprozesses³⁴

Um solche Problemlösungsprozesse anwenden zu können, bedürfen Manager als reale Entscheidungsträger zur Lösung von Entscheidungsproblemen einer bestimmten „geistigen Ausstattung“³⁵ in Form von deklarativem und prozeduralem Wissen.³⁶ Wird ein ökologisches Rationalitätsverständnis zugrunde gelegt³⁷, benötigt das Managements abhängig von der Komplexität des Problems (Entscheidungs-)Unterstützung, da das problemlösungsrelevante Wissen nur teilweise bei diesem selbst vorliegt (primäres Wissen). Weiteres, sekundäres Wissen wird von anderen Wissensträgern innerhalb der Unternehmung institutionalisiert. Ein der-

³² Vgl. Gerling, P. G. (2007), S. 32.

³³ Vgl. Sternberg, R. J. (2009), S. 434.

³⁴ In Anlehnung an: Lingnau, V. (2006b), S. 235.

³⁵ Arbinger, R. (1997), S. 17.

³⁶ Vgl. Lingnau, V. (2006a), S. 3. Zur Abgrenzung unterschiedlicher Arten von Wissen vgl. Lingnau, V. et al. (2012), S. 3 f.

³⁷ Zum Menschenbild des Homo Organisans vgl. Lingnau, V. (2001).

artiger Sekundärwissensträger ist das Controlling.³⁸ Aufgabe des Controllings ist es folglich, einen betrieblichen Entscheidungsträger „zu größerer Effektivität bei seinen geistigen Vorhaben zu befähigen.“³⁹

Im Wesentlichen geschieht dies in Abhängigkeit der Problemkomplexität durch die Bereitstellung sekundären Wissens (Manager-Controller-Dyade). Bei geringer Vernetztheit und Dynamik der Variablen muss durch das Controlling lediglich deklaratives Wissen zur Verfügung gestellt werden. Probleme, die eine hohe Vernetztheit und Dynamik aufweisen, werden im Rahmen einer dyadischen Herangehensweise, bei der sowohl der Manager als auch der Controller ihr spezifisches und nicht explizierbares prozedurales Wissen einbringen, bewältigt.⁴⁰ Damit der Manager dieses sekundäre Wissen möglichst effektiv in seine Problemlösungsprozesse integrieren kann, muss ein Mindestmaß an controllingspezifischem Wissen beim Manager vorliegen.⁴¹

Da bislang unklar ist, wie und in welchem Umfang das Controlling Manager bei diesem Wissenserwerb unterstützen soll beziehungsweise kann, wird die Untersuchung, inwiefern die *Cognitive Load Theory* einen Beitrag zur Beschreibung der relevanten Lernvorgänge im Management-Controlling-Kontext leistet, Gegenstand der folgenden beiden Abschnitte sein.

³⁸ Vgl. Lingnau, V. (2006b), S. 236; Lingnau, V. (2009), S. 23.

³⁹ Anderson, J. R. (2007), S. 5. Vgl. Lingnau, V. (2006a), S. 1.

⁴⁰ Vgl. Lingnau, V. (2006b), S. 236-238; Lingnau, V. (2008), S. 128 f.

⁴¹ Vgl. Gerling, P. G. (2007), S. 172; Lingnau, V. (2006a), S. 16.

3 Grundlagen der Cognitive Load Theory

Die *Cognitive Load Theory*, im deutschen auch als kognitive Belastungstheorie⁴² bezeichnet, ist eine Theorie, die in den 1980er Jahren durch *John Sweller* aufgestellt und seit jeher durch die Auswertung von Labor- und Feldexperimenten weiterentwickelt wird.⁴³ Sie beschäftigt sich mit dem Zusammenhang zwischen menschlichem Lernverhalten und kognitiven Verarbeitungsprozessen. Das maßgebliche Ziel besteht darin, Lehrmethoden und Lernumgebungen zu konzipieren, welche die begrenzte kognitive Kapazität des Menschen möglichst effizient nutzen, um erlernte Fähigkeiten und erlangtes Wissen⁴⁴ auf sich verändernde Problemstellungen zu applizieren.⁴⁵ Der *Cognitive Load* [CL] bzw. die kognitive Belastung „is considered to be a multidimensional construct“⁴⁶, welches den „load that a particular task imposes on the learner’s cognitive system“⁴⁷ wiedergibt. Aufbauend auf dem *Yerkes-Dodson-Gesetz*⁴⁸ wird davon ausgegangen, dass sowohl ein extrem hoher als auch extrem niedriger CL zu einem sinkenden Leistungsergebnis führen.⁴⁹

3.1 Konzeptioneller Rahmen

Die CLT geht von einer kognitiven Struktur des Gehirns⁵⁰ aus, bei der das kapazitiv-ingeschränkte Arbeitsgedächtnis mit dem Langzeitgedächtnis [LZG], das ein vergleichsweise sehr großes Fassungsvermögen aufweist, stark interagiert (siehe Abbildung 2).⁵¹ Das Arbeitsgedächtnis [AG], das nur eine geringe Anzahl an wechselwirkenden Elementen verarbei-

⁴² Vgl. Klauer, K. J. / Leutner, D. (2007), S. 95.

⁴³ Vgl. Paas, F. G. / Renkl, A. / Sweller, J. (2003), S. 1.

⁴⁴ Die Cognitive Load Theory konkretisiert den Zusammenhang zwischen spezifischen Ausprägungen der Wissensrepräsentation und der kognitiven Belastung nicht und wird im Rahmen mehrerer Wissensrepräsentationsmodelle diskutiert. Vgl. Brünken, R. / Plass, J. L. / Moreno, R. (2010), S. 260.

⁴⁵ Vgl. Paas, F. G. et al. (2003), S. 63.

⁴⁶ Meshkati, N. (1988), S. 305. Meshkati bezieht seine Aussage auf den Mental Work Load. Pass und van Merriënboer zufolge gilt diese auch für die kognitive Belastung. Vgl. Paas, F. G. / Merriënboer, J. J. G. v. (1994), S. 353.

⁴⁷ Paas, F. G. / Merriënboer, J. J. G. v. (1994), S. 353.

⁴⁸ Yerkes und Dodson formulieren 1908 ein Sachverhalt übergreifendes Gesetz, das den Einfluss der Stärke eines Stimulus auf die Schnelligkeit der Gewohnheitsanpassung beschreibt. Vgl. Yerkes, R. M. / Dodson, J. D. (1908), S. 481.

⁴⁹ Vgl. Paas, F. G. / Renkl, A. / Sweller, J. (2004), S. 1.

⁵⁰ Die Cognitive Load Theory unterscheidet nicht trennscharf zwischen perceptiven, aufmerksamskeitsgesteuerten und Prozessen des Arbeitsgedächtnisses. Sie eruiert daher nicht trennscharf den Zusammenhang zwischen der kognitiven Architektur des Arbeitsgedächtnisses und der kognitiven Belastung. Vgl. Brünken, R. / Plass, J. L. / Moreno, R. (2010), S. 261.

⁵¹ Vgl. Paas, F. G. / Renkl, A. / Sweller, J. (2003), S. 1 f.

ten kann, stellt den Untersuchungsfokus der CLT dar und besitzt teilunabhängige Verarbeitungseinheiten für visuelle bzw. auditive Reize.⁵² Das LZG repräsentiert dagegen einen riesigen Speicher, in dem eine Vielzahl an wechselwirkenden Elementen schematisch als ein aggregiertes Element abgelegt werden können. Die abgespeicherten Schemata können dann im Bedarfsfall vom LZG in das AG geladen und als ein einzelnes Element im Unterbewusstsein verarbeitet werden, sodass einer Überforderung des Arbeitsgedächtnisses entgegengewirkt wird. Ein Schema kann als Wissen verstanden werden, welches Informationen aus spezifischen Vorgängen abstrahiert⁵³ und der Art nach im LZG strukturiert⁵⁴, in der diese Informationen genutzt⁵⁵ werden.

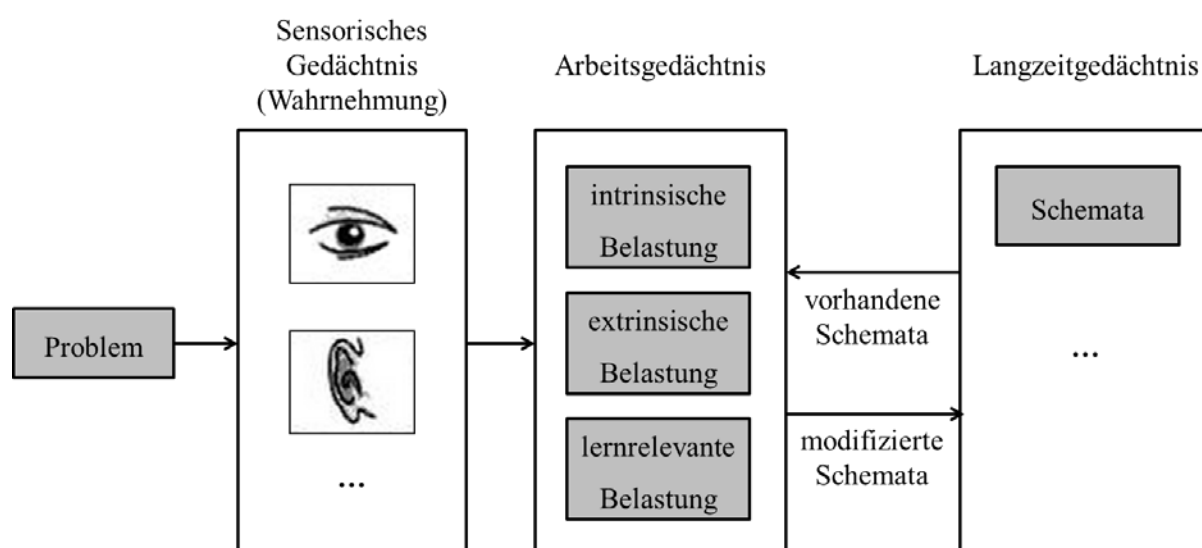


Abbildung 2: Die kognitive Architektur des Menschen im Rahmen der Cognitive Load Theory⁵⁶

Die zentrale Annahme der CLT besteht daher darin, dass das menschliche Gehirn in der Lage ist, Informationen in Form von Schemata abzulegen und zu automatisieren, sodass die gewonnenen Erkenntnisse in anderen Situationen zur Anwendung kommen können.⁵⁷ Demnach geht die CLT schlüssig zu der Beobachtung *Millers* in einem seiner frühen Werke⁵⁸ davon aus, dass Menschen größere Mengen an Informationen nur durch eine schematische Informationsbündelung im Arbeitsgedächtnis kognitiv bewältigen können. Damit Informationen

⁵² Vgl. Paas, F. G. et al. (2003), S. 63.

⁵³ Vgl. Kalyuga, S. (2010), S. 48.

⁵⁴ Vgl. Sweller, J. (2005), S. 29.

⁵⁵ Vgl. Chi, M. T. H. / Glaser, R. / Rees, E. (1982), S. 70.

⁵⁶ In Anlehnung an: Kritzenberger, H. (2004), S. 34.

⁵⁷ Vgl. Paas, F. G. et al. (2003), S. 64.

⁵⁸ Miller hat in seinen Versuchen entdeckt, dass Menschen nur fünf bis neun neuartige Informationsbrocken gleichzeitig im Arbeitsgedächtnis verarbeiten können. Vgl. Miller, G. A. (1956).

schematisiert werden können, müssen diese allerdings vorab extrahiert und verarbeitet werden. Nach Sweller unterscheiden sich Experten und Novizen auf einem Gebiet durch die Größe der dem Schema zugehörigen Informationsbrocken.⁵⁹ Experten gelten dabei als Träger von Expertise. Diese stellt eine besondere Form bereichsspezifischen Wissens dar, „das durch langjährige Erfahrung in einer komplexen, wissensintensiven Domäne erworben wurde.“⁶⁰ Beispielsweise besitzen versierte Schachspieler gegenüber Novizen speicherintensivere Schemata in Form von abgespeicherten Schachkonfigurationen und potenziell ablaufbaren Sequenzen.⁶¹ Das Vorhandensein bestimmter Schemata nimmt dabei auch Einfluss auf die gewählte Lösungsstrategie: Da Experten die Problemstellung aus bereits in der Vergangenheit gelösten Problemen kennen, können sie das Problem durch Lösen mehrerer ihnen bekannter Unterziele bewältigen. Novizen müssen dagegen diese Unterziele erst an einen Punkt ableiten, an dem sie mit dem gegebenen Wissen das entsprechende Teilproblem lösen können (*Mittel-Ziel-Analyse*).⁶² Im LZG abgespeicherte Schemata erlauben es daher also, Probleme einer bestimmten Problemkategorie zuzuordnen und im Falle vorhandener Expertise die grundsätzlichen Schritte zu identifizieren, die zum Lösen des Problems von Nöten sind.⁶³

3.2 *Messung der kognitiven Belastung*

Die direkte Messung der kognitiven Belastung beim Lösen eines Problems konnte bisher nicht realisiert werden.⁶⁴ Zur Beurteilung der kognitiven Belastung werden daher unterschiedliche Methoden eingesetzt. Paas und van Merriënboer schlagen vor, den CL mittels der Konstrukte des *Mental Load* (der mentalen Belastung), des *Mental Effort* (der mentalen Anstrengung) und der *Performance* (der erreichten Leistung) zu untersuchen (siehe Abbildung 3). Die mentale Belastung entsteht persönlichkeitsunabhängig durch die objektiven Anforderungen des Problems und der Umgebung. Ein Problem mit sehr komplexem Inhalt wird daher über alle Personen betrachtet durchschnittlich zu einer höheren kognitiven Belastung führen als ein weniger komplexes Problem. Die mentale Anstrengung beschreibt dagegen die Kapazitäten oder Ressourcen, die das Individuum einbringen muss, um dem Problem gerecht zu werden.

⁵⁹ Vgl. Sweller, J. (1988), S. 258 f.

⁶⁰ Opwis, K. (2000), S. 85. Vgl. Lingnau, V. (2006a), S. 11.

⁶¹ Vgl. Groot, A. D. d. (1966), S. 39 und S. 45-47.

⁶² Vgl. Simon, D. P. / Simon, H. A. (1978), S. 335 und S. 346.

⁶³ Vgl. Sweller, J. (1988), S. 258 f.

⁶⁴ Vgl. Sweller, J. (1988), S. 263.

So kann es vorkommen, dass ein sehr komplexes Problem A aufgrund des Vorwissens beim Problemlöser zu einer vergleichsweise geringeren mentalen Anstrengung gegenüber einem weniger komplexen Problem B führt. Die mentale Anstrengung hängt daher sowohl von der Problemstellung, der Arbeitsumgebung und den Persönlichkeitsmerkmalen als auch von den Wechselwirkungen zwischen diesen Faktoren ab.⁶⁵ Sie wird während der Problembearbeitung gemessen.⁶⁶ Die erreichte Leistung wird durch alle kausalen Faktoren, aber auch durch die eingebrachte mentale Anstrengung determiniert und kann durch die Ergebnisse der Probanden hinsichtlich der Richtigkeit bearbeiteter Problemtile, der Anzahl an gemachten Fehlern und der benötigten Arbeitszeit quantifiziert werden.⁶⁷

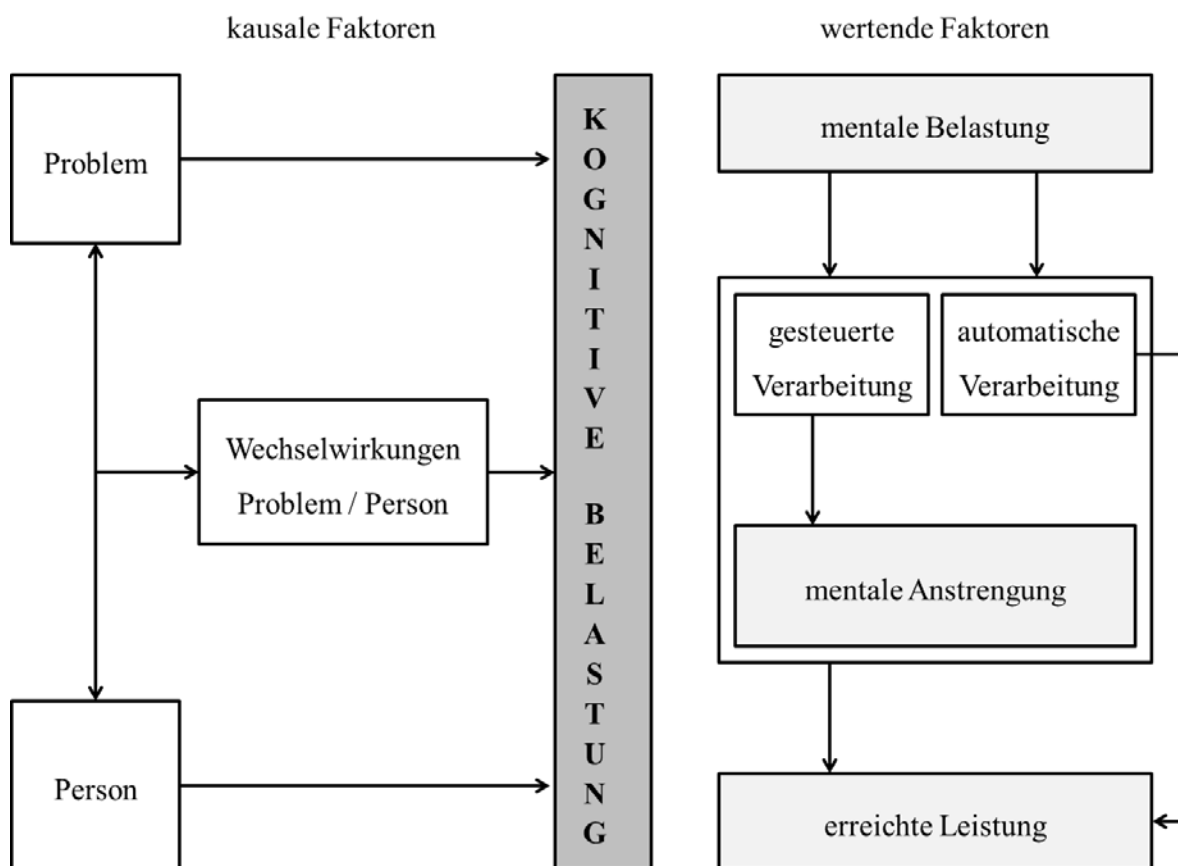


Abbildung 3: Schematischer Aufbau der kognitiven Belastung⁶⁸

Um die mentale Belastung zu ermitteln, werden analytische Methoden angewandt. Zum einen können hier Aussagen durch das Sammeln von Expertenmeinungen herbeigeführt werden, zum anderen werden sowohl mathematische Modelle als auch Problemanalysen zur Untersu-

⁶⁵ Vgl. Paas, F. G. / Merriënboer, J. J. G. v. (1994), S. 354 f.

⁶⁶ Vgl. Paas, F. G. et al. (2003), S. 64.

⁶⁷ Vgl. Paas, F. G. / Merriënboer, J. J. G. v. (1994), S. 355.

⁶⁸ Entnommen aus: Paas, F. G. / Merriënboer, J. J. G. v. (1994), S. 353.

chung eingesetzt. Zum Messen der mentalen Anstrengung und der Leistungsergebnisse kommen empirische Methoden zum Einsatz. Dabei lassen sich zwei verschiedene Techniken unterscheiden: einerseits subjektive Techniken, die auf der Bewertung durch Probanden mittels Ratingskalen basieren, und andererseits objektive Techniken wie z. B. psychophysiologische Tests, bei denen die Gehirnaktivitäten, die Herzschlagfrequenz oder die Veränderung des Pupillendurchmessers aufgezeichnet werden.⁶⁹ Ratingskalenverfahren basieren auf der Annahme, dass die Testpersonen in der Lage sind, zuverlässige Aussagen über ihre kognitiven Prozesse und die mentale Anstrengung zu treffen und stellen die meistgenutzte Variante bei den bisher durchgeführten Experimenten zur Messung der kognitiven Belastung dar.⁷⁰ Psychophysiologischen Techniken liegt die Annahme zugrunde, dass Veränderungen in der kognitiven Belastung sich in den Reaktionen physiologischer Funktionsbereiche des Menschen widerspiegeln.⁷¹ Sie eignen sich besonders gut, um zeitliche Verläufe der kognitiven Belastung aufzunehmen. Bei den Problem- und Leistungsergebnismessungen lassen sich zwei Vorgehen unterscheiden. Die erste Variante besteht darin, die erbrachten Ergebnisse bei der *Primary Task*, also beim Hauptproblem, zu messen. Bei der zweiten Variante, auch als *Dual-Task-Methode* bezeichnet, bearbeitet der Problembearbeiter parallel zum Hauptproblem noch ein Nebenproblem, bei dem im Regelfall einfache Handlungen vollzogen werden, die jedoch kontinuierlicher Aufmerksamkeit bedürfen. Haupt- und Nebenproblem konkurrieren daher um die vorhandenen kognitiven Kapazitäten. Die Nebenprobleme werden häufig anhand von Reaktionszeiten, erreichten Genauigkeiten und Fehlerraten bewertet.⁷²

3.3 Die verschiedenen Arten der kognitiven Belastung

Im Rahmen der *Cognitive Load Theory* setzt sich die gesamte kognitive Belastung aus drei spezifischen kognitiven Belastungen zusammen, die sich zueinander additiv verhalten (siehe Abbildung 4): Der *intrinsic cognitive load* (die „intrinsische kognitive Belastung“⁷³), der *extraneous* oder *ineffective cognitive load* (die „extrinsische kognitive Belastung“⁷⁴ oder

⁶⁹ Vgl. Paas, F. G. et al. (2003), S. 66.

⁷⁰ Vgl. Paas, F. G. et al. (2003), S. 66 f.

⁷¹ Vgl. Paas, F. G. / Merriënboer, J. J. G. v. (1994), S. 358.

⁷² Vgl. Paas, F. G. et al. (2003), S. 66.

⁷³ Kritzenberger, H. (2004), S. 34.

⁷⁴ Große, C. S. (2005), S. 27.

„lernirrelevante kognitive Belastung“⁷⁵) und der *germane cognitive load* (die „lernrelevante kognitive Belastung“⁷⁶) bilden die gesamten kognitive Belastung.⁷⁷

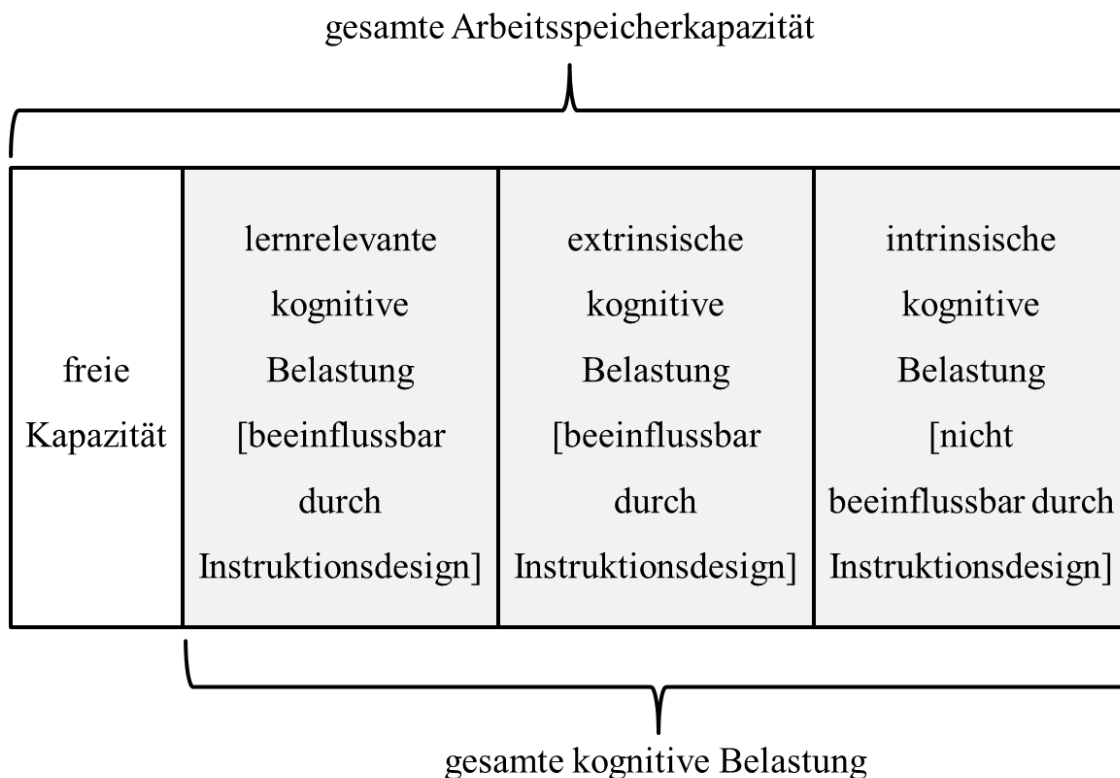


Abbildung 4: Arten der kognitiven Belastung⁷⁸

Die intrinsische kognitive Belastung wird durch die Interaktivität zwischen den Elementen von Informationen und dem Experteniveau des Probanden beeinflusst.⁷⁹ Sie fällt daher interindividuell unterschiedlich aus und hängt von den bereits vorhandenen Unterfähigkeiten beim Probanden ab, die einen Teil der zu erlernenden Fähigkeiten umfassen.⁸⁰ Die intrinsische kognitive Belastung ist infolgedessen besonders bei Novizen einer Wissensdomäne hoch.⁸¹ Beim Verarbeiten weisen die einzelnen Elemente von Informationen eine stärkere oder schwächere Interaktivität auf. Bei Informationen mit schwach ausgeprägter Elementinteraktivität können die einzelnen Elemente separat erfasst und verarbeitet werden. Stark ausgeprägte Interaktivität führt dazu, dass die einzelnen Elemente zwar separat auswendig ge-

⁷⁵ Scheller, J. (2009), S. 34.

⁷⁶ Scheller, J. (2009), S. 34.

⁷⁷ Scheller, J. (2009), S. 34.

⁷⁸ Entnommen aus: Moreno, R. / Park, B. (2010), S. 18.

⁷⁹ Vgl. Paas, F. G. et al. (2003), S. 65.

⁸⁰ Vgl. Paas, F. G. / Merriënboer, J. J. G. v. (1994), S. 355.

⁸¹ Vgl. Renkl, A. et al. (2003), S. 95.

lernt werden können, resultiert aber auch darin, dass ein profunderes Verständnis über den Funktionszusammenhang der Elemente nur über das simultane Verarbeiten der Elemente erreicht werden kann. Da die Elementinteraktivität der Informationen Einfluss auf die benötigte Kapazität des Arbeitsgedächtnisses nimmt und durch die zu erlernende Materie vorgegeben ist, wird die entsprechende kognitive Belastung in Bezug auf die Materie als intrinsisch bezeichnet.⁸² Die intrinsische kognitive Belastung kann daher ausschließlich durch die Reduzierung der zu verstehenden Elemente erreicht werden und ist damit unabhängig von angewendeten Lehrvarianten und -methoden.⁸³ Die extrinsische kognitive Belastung hängt dagegen von der Art ab, wie Informationen vermittelt werden. Wenn unnötige Belastung durch eine nicht adäquate Präsentation der Informationen erzeugt wird, so kann diese als lernirrelevant angesehen werden. Diese zusätzliche Belastung senkt die noch zur Verfügung stehenden freien kognitiven Kapazitäten des Arbeitsgedächtnisses und mindert daher die Ressourcenzuteilung zur Schemabildung und -automatisierung.⁸⁴ Aus diesem Grund ist die extrinsische kognitive Belastung immer dann von besonderer Bedeutung, wenn das Problem eine bereits hohe intrinsische kognitive Belastung mit sich bringt.⁸⁵ Die Suche nach fehlenden Referenzen zu einem bestimmten Thema kann als typisches Beispiel für extrinsische kognitive Belastung verstanden werden. Viele traditionelle Lehrmethoden bringen eine hohe extrinsische Belastung mit sich, da bei ihrer Gestaltung der Hergang der Informationsaufnahme durch die kognitive Architektur des Gehirns nicht berücksichtigt wird.⁸⁶ Lehrinstruktionen, die den Lernenden dazu zwingen, einen Sachverhalt durch eine Mittel-Ziel-Analyse zu verstehen, führen daher tendenziell zu einer hohen extrinsischen kognitiven Belastung.⁸⁷

Die lernrelevante kognitive Belastung wird ebenfalls durch die Art, wie Informationen vermittelt werden, beeinflusst. Sie wird direkt zur Schemabildung und -automatisierung eingesetzt. Den Untersuchungsgegenstand stellen daher die Lernaktivitäten dar, die zum Durchdringen der Materie notwendig sind. Von der lernrelevanten kognitiven Belastung sind die Motivation und die Anstrengung gedanklich zu trennen, die zu einer Erhöhung der zugewiesenen kognitiven Kapazitäten für eine Problemstellung führen können. Eine solche Erhöhung kann

⁸² Vgl. Paas, F. G. / Renkl, A. / Sweller, J. (2003), S. 1.

⁸³ In der wissenschaftlichen Literatur wird aktuell diskutiert, ob die intrinsische kognitive Belastung nicht doch durch instruktionelle Designs wie Vorabtraining, Sequenzierung oder Blockbildung von Inhalten reduziert werden kann. Vgl. Moreno, R. / Park, B. (2010), S. 19.

⁸⁴ Vgl. Paas, F. G. / Renkl, A. / Sweller, J. (2003), S. 2.

⁸⁵ Vgl. Renkl, A. et al. (2003), S. 94 f.

⁸⁶ Vgl. Paas, F. G. / Renkl, A. / Sweller, J. (2003), S. 2.

⁸⁷ Vgl. Renkl, A. et al. (2003), S. 95.

sich allerdings förderlich auf die lernrelevante kognitive Belastung auswirken.⁸⁸ Selbsterklärungsaktivitäten, bei denen der Lernende versucht, eine Argumentationslinie zum Verstehen der Materie zu generieren, indem beispielsweise zwischen zwei Beispielen nach Gemeinsamkeiten gesucht wird, können als klassische lernrelevante kognitive Belastung verstanden werden.⁸⁹ Da die lernrelevante kognitive Belastung in Bezug auf das zu erlernende Material ebenfalls intrinsischer Natur ist, schlagen Sweller, Ayres und Kalyuga vor, die Nutzung des Begriffs der lernrelevanten kognitiven Belastung fortan nicht mehr zu nutzen und stattdessen auf den lernrelevanten Anteil der intrinsisch kognitiven Belastung zu verweisen.⁹⁰

Für die Summe aus intrinsischer, extrinsischer und lernrelevanter kognitiver Belastung sollte bei der Gestaltung des Lehr- und Instruktionsmaterials immer gelten, dass diese nicht die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses bei einem Lernvorgang überschreitet.⁹¹ Die drei Formen der kognitiven Belastung weisen zudem asymmetrische Beziehungen zueinander auf. Die intrinsische kognitive Belastung kann bei unverändertem Informationsgehalt nur durch die Bildung und Automatisierung zusätzlicher Schemata reduziert werden. Der die intrinsische kognitive Belastung übersteigende Anteil der gesamten kognitiven Kapazität steht nun der extrinsischen und der lernrelevanten kognitiven Belastung zur Verfügung. Eine Senkung der extrinsischen kognitiven Belastung kann genutzt werden, um die lernrelevante kognitive Belastung zu erhöhen. Die dadurch beschleunigte Schemabildung und -automatisierung⁹² senkt wiederum die intrinsische kognitive Belastung. Insgesamt kommt es also zu einer Reduzierung der gesamten kognitiven Belastung, sodass die frei werdenden Kapazitäten des Arbeitsgedächtnisses für weitere zu akquirierende Informationszusammenhänge eingesetzt werden können.⁹³

3.4 Effekte im Rahmen der Cognitive Load Theory

Im Rahmen der Vielzahl an Untersuchungen zur *Cognitive Load Theory* konnten diverse Effekte identifiziert werden, die Einfluss auf die intrinsische, die extrinsische und die lernrelevante kognitive Belastung nehmen und damit Aufschluss geben, welche Faktoren bei der Ge-

⁸⁸ Vgl. Paas, F. G. / Renkl, A. / Sweller, J. (2003), S. 2.

⁸⁹ Vgl. Renkl, A. / Atkinson, R. K. (2003), S. 17.

⁹⁰ Vgl. Sweller, J. / Ayres, P. L. / Kalyuga, S. (2011), S. 57.

⁹¹ Vgl. Paas, F. G. et al. (2003), S. 65.

⁹² Moreno und Park betonen in diesem Zusammenhang, dass die freiwerdenden kognitiven Ressourcen auch wirklich lernrelevanten Aktivitäten zugeteilt werden müssen, damit der Lernprozess beschleunigt werden kann. Vgl. Moreno, R. / Park, B. (2010), S. 18.

⁹³ Vgl. Paas, F. G. / Renkl, A. / Sweller, J. (2003), S. 2.

staltung von Lehr- und Instruktionsmaterialien zu berücksichtigen sind, um die Schemakonstruktion und -automatisierung positiv zu beeinflussen.⁹⁴ Tabelle 1 gibt die besagten Effekte in tabellarischer Form einschließlich einer kurzen Beschreibung und der den Effekten zugrunde liegenden Belastungsarten wieder.⁹⁵

Die hier kurz umrissenen Effekte der *Cognitive Load Theory* basieren auf zahlreichen vornehmlich experimentellen Untersuchungen und sind in den meisten Fällen so formuliert, dass ihre Gültigkeit allgemeiner Natur ist und sie damit unabhängig von einer bestimmten Wissensdomäne bestehen. Aufgrund wechselseitiger Verknüpfungen der Effekte darf aber in den seltensten Fällen bei Lernvorgängen von dem singulären Wirken eines einzigen Effektes ausgegangen werden. So kann im Rahmen der Forschung zur CLT in verschiedenen Untersuchungen beispielsweise festgestellt werden, dass der Expertise-Umkehr-Effekt, der sich durch das Vorhandensein von Expertise auf einem Gebiet manifestiert, andere CLT-Effekte negieren und sogar umkehren kann.⁹⁶ Beim Vorhandensein von redundanten Elementen kann es zudem vorteilhaft sein, wenn zueinander gehörende inhaltsidentische Elemente separat dargestellt werden, da die Redundanz dann einfacher durch den Leser vermieden wird.⁹⁷ Insofern kann konstatiert werden, dass beim Vorliegen von Redundanz der Aufmerksamkeitsspaltungseffekt in umgekehrte Richtung wirken kann. Der Informations-Flüchtigkeits-Effekt kann dagegen unter der Bedingung, dass hochkomplexe Informationen vermittelt werden sollen, dazu führen, dass der Modalitätseffekt keine Anwendung finden sollte.⁹⁸

⁹⁴ Vgl. Sweller, J. (2010), S. 29.

⁹⁵ Vgl. Sweller, J. / Ayres, P. L. / Kalyuga, S. (2011), S. 64 f.

⁹⁶ Vgl. Kalyuga, S. et al. (2003), S. 23.

⁹⁷ Vgl. Chandler, P. / Sweller, J. (1991), S. 304-309.

⁹⁸ Vgl. Sweller, J. / Ayres, P. L. / Kalyuga, S. (2011), S. 220-222.

CLT-Effekt	Beschreibung	Belastung
Zielfreiheitseffekt	Zielfreie Fragestellungen fördern das Lernen.	extrinsisch
Lösungsbeispiel- und Vervollständigungseffekt	Das Erfassen und Vervollständigen von Lösungsbeispielen führt gegenüber der Bearbeitung von Problemen zu besseren Leistungen in Nachtests.	extrinsisch
Aufmerksamkeitsspaltungseffekt	In mehrere Quellen getrennte aber zueinander gehörende Informationen fördern in einem integrierten Format das Lernen.	extrinsisch
Redundanzeffekt	Redundante Informationsquellen, die die Schemaakquise und -automatisierung nicht unterstützen, beeinträchtigen den Lernvorgang.	extrinsisch
Expertise-Umkehr-Effekt	Lehrmethoden, die auf Novizen ausgerichtet sind, können ihre Effektivität bei Experten verlieren.	extrinsisch
Führungs-Ausblend-Effekt	Mit zunehmender Expertise ist von dem Lehren durch Lösungsbeispiele auf zu vervollständige Beispiele hin zu kompletten Problemen zu wechseln.	extrinsisch
Modalitätseffekt	In mehrere Quellen getrennte Informationen fördern das Lernen besser, wenn sie im Dual-Modalitäts-Modus präsentiert werden.	extrinsisch, intrinsisch
Informationsflüchtigkeitseffekt	Komplexe Inhalte sollten in einem permanenten Format präsentiert werden, um Informationsverluste zu vermeiden.	extrinsisch, intrinsisch
Selbsterklärungs- und Imaginationseffekt	Das Abbilden und die Selbsterklärung von Prozeduren und Konzepten fördert das Lernen.	lernrelevant
Variabilitätseffekt	Das Durcharbeiten von Beispielen mit leicht variierenden Lösungswegen fördert das Lernen.	lernrelevant, intrinsisch
Element-Interaktivitätseffekt	Effekte im Rahmen der kognitiven Belastung treten insbesondere bei Instruktionsmaterialien mit hoher Elementinteraktivität auf.	intrinsisch
Isolationseffekt	Das Lernen kann durch isolierte Betrachtung und anschließender interaktiver Betrachtung der Elemente gefördert werden.	intrinsisch
Kollektiv-Arbeitsgedächtniseffekt	Bei hochkomplexen Problemen erweist sich die Gruppenarbeit als vorteilhaft und kann das Aneignen von Transferwissen fördern.	intrinsisch, extrinsisch

Tabelle 1: Effekte im Rahmen der Cognitive Load Theory⁹⁹

⁹⁹ In Anlehnung an: Sweller, J. (2010), S. 30.

4 Implikationen der Cognitive Load Theory

4.1 *Eingrenzung des Anwendungsbereichs*

Die Erweiterung der zeitpunkt- um eine zeitraumbezogene Betrachtung mit wiederholten Problemlösungsprozessen lässt die Betrachtung individueller Lernvorgänge notwendig werden. Das Lernen stellt dabei einen optionalen Teil des gesamten Problemlösungsprozesses dar. Im Rahmen der CLT wird allerdings implizit die These formuliert, dass Lernen und Problemlösen klar unterscheidbare Prozesse sind und sich gegenseitig behindern können. Insbesondere wird darauf verwiesen, dass der Aufbau einer Problemlösefähigkeit beim Entscheidungsträger nicht durch wiederholte Bearbeitung eines Problemtyps erreicht werden könne.¹⁰⁰ Diese unterschiedlichen Basisparadigmen bedingen eine differenzierte Betrachtung der einzelnen CLT-Effekte, um Aussagen zu deren Übertragbarkeit auf den Management-Controlling-Kontext zu formulieren.

Aufbauend auf diesem kontextuellen Zusammenhang möchte der Beitrag daher im Weiteren insbesondere die beiden folgenden Fragestellungen beantworten:

- Welche Aussagen der CLT sind konform zum Problemlösungsprozess und können daher auch bei der Einbringung sekundären (managerfremden) Wissens durch das Controlling in den Problemlösungsprozess berücksichtigt werden?
- Wie kann das Controlling das Management beim Aufbau eines controllingspezifischen Mindestwissens unterstützen (Umwandlung von sekundärem in primäres Wissen)?

Zur Beantwortung dieser beiden Fragen müssen zunächst zwei Einschränkungen formuliert werden. Erstens sind bisher trotz unzähliger experimenteller Untersuchungen zur Reduzierung des *Cognitive Load* unter Berücksichtigung von Wechselwirkungen kaum Anstrengungen unternommen worden, die CLT-Effekte auch beim Lösen von schlecht-definierten Problemstellungen aufzudecken. Diese liegen jedoch für reale Entscheidungen im Management häufig vor. Aus diesem Grund diskutieren *Brünken, Plass* und *Moreno*, inwieweit sich die bisher gewonnenen Erkenntnisse auch auf „more authentic learning environments“¹⁰¹ übertragen lassen. Im Allgemeinen lässt sich festhalten, dass die Leistungserbringung bei

¹⁰⁰ Vgl. Betsch, T. / Funke, J. / Plessner, J. (2011), S. 176 und S. 184.

¹⁰¹ Brünken, R. / Plass, J. L. / Moreno, R. (2010), S. 254.

schlecht-definierten Problemen gegenüber wohl-definierten Problemstellungen abweicht¹⁰², sodass angezweifelt werden darf, ob die Ergebnisse wohl-definierter Lösungsfindungen unreflektiert auch für schlecht-definierte Probleme valide sind.

Im Rahmen der CLT-Forschung ist bisher untersucht worden, inwieweit der Lösungsbeispiel-effekt beim Vorliegen einer schlecht-definierten Problematik auftritt.¹⁰³ Rourke und Sweller können in diesem Zusammenhang aufzeigen, dass das Lernen mit Lösungsbeispielen auch in schlecht-definierten Domänen dem Lernen durch komplett eigenständiges Lösen überlegen ist.¹⁰⁴ In einer ersten Untersuchung ist es gelungen, den Expertise-Umkehr-Effekt hierbei zu belegen.¹⁰⁵ Für zukünftige Forschungsarbeiten wird die Forderung formuliert, die Relevanz der *Cognitive Load Theory* für schlecht-definierte Problemstellungen weiter zu untersuchen.¹⁰⁶

Zweitens kann mithilfe der CLT nur ein Ausschnitt aus der Manager-Controller-Dyade betrachtet werden. Da die CLT auf den Schemaerwerb und damit auf bewusstes und explizites Wissen, das auch verbalisiert werden kann, zurückgreift, können lediglich Probleme mit einer geringen problemlöserunabhängigen Komplexität berücksichtigt werden. Nur bei geringer Vernetztheit und Dynamik der Variablen beschränkt sich die Unterstützung des Controllings auf deklaratives Wissen.

4.2 *Potenzielle Instruktionen für das Einbringen von sekundärem Wissen in die Problemlösung durch das Controlling*

Bei der Betrachtung der Konsequenzen, die sich durch die CLT auf das Einbringen sekundären Wissens in Problemstellungen durch das Controlling ableiten lassen, zeigt sich, dass die CLT in diesem Zusammenhang nur bedingt Gestaltungsempfehlungen zur Verfügung stellt. Dies ist insbesondere auf die beiden unterschiedlichen Perspektiven des Controllings und der CLT zurückzuführen. Da das Controlling sekundäres Wissen in die Problemlösungsprozesse einbringt und sich folglich an den Phasen eines Problemlösungsprozesses orientiert, liegt eine teilkonträre Perspektive zur CLT vor. Die CLT nimmt das Paradigma ein, dass Lernen, d. h.

¹⁰² Vgl. Schraw, G. / Dunkle, M. E. / Bendixen, L. D. (1995), S. 533.

¹⁰³ Vgl. Sweller, J. / Ayres, P. L. / Kalyuga, S. (2011), S. 103.

¹⁰⁴ Vgl. Rourke, A. / Sweller, J. (2009), S. 198.

¹⁰⁵ Vgl. Oksa, A. / Kalyuga, S. / Chandler, P. (2010), S. 227 und S. 232 f.

¹⁰⁶ Vgl. Kalyuga, S. (2011), S. 40.

das Aneignen von Wissen, und das Lösen von Problemen sich gegenseitig beeinträchtigen.¹⁰⁷ Sie fordert explizit ein, dass im Rahmen von Lernvorgängen instruktionelle Maßnahmen zu ergreifen sind, sodass die Phase der Problemrepräsentation, der Alternativensuche und der Alternativenbewertung durch den Lernenden nur partiell realisiert werden müssen. Diese restriktive Perspektive der CLT, deren Verursachung im Zielfreiheitseffekt sowie im Vervollständigungs-, Lösungsbeispiel-, und dem Führungs-Ausblend-Effekt zu identifizieren ist, muss jedoch nicht durchweg so stringent zur Anwendung kommen. Im Rahmen der anderen CLT-Effekte bestehen keine Voraussetzungen hinsichtlich des Lernprozessablaufes, sodass der in diesem Beitrag vorgestellte klassische Problemlösungszyklus genutzt werden kann und auch Aussagen beim Einbringen sekundären Wissens in Problemlösungen getroffen werden können. Tabelle 2 ordnet den CLT-Effekten die Phasen des Problemlösungszyklus bzw. die Phasen einer Aufgabe zu, die durch die entsprechenden Effekte beeinflusst werden.

Effekt:	Phase:	Wahrnehmung	Repräsentation	Alternativensuche	Alternativenbewertung
Zielfreiheitseffekt		(x)	(x)		
Lösungsbeispiel- und Vervollständigungseffekt		(x)	(x)		
Führungs-Ausblend-Effekt		(x)	(x)		
Aufmerksamkeitsspaltungseffekt		x	x		
Modalitätseffekt		x	x		
Redundanzeffekt		x	x		
Isolationseffekt		x	x		
Informationsflüchtigkeitseffekt		x	x		
Expertise-Umkehr-Effekt		x	x		
Selbsterklärungs- und Imaginationseffekt			x	x	x
Kollektiv-Arbeitsgedächtnis-Effekt			x	x	x
Element-Interaktivitäts-Effekt					
Variabilitätseffekt					
Legende: x = Effekteinfluss auf Problem; (x) = Effekteinfluss auf Aufgabe					

Tabelle 2: Beeinflussung der Problemlösungszyklusphasen durch Cognitive Load Theory-Effekte

¹⁰⁷ Vgl. Funke, J. (2003), S. 72.

Der Zielfreiheitseffekt beeinflusst einerseits die Wahrnehmung, da der Sachverhalt durch den Bearbeitenden gar nicht als Problem interpretiert werden soll, sondern als eine Aufgabe, bei der durch zielloses Ausprobieren¹⁰⁸ aufgedeckt wird, welche Lösungswege möglich sind¹⁰⁹, und andererseits die Repräsentation, in der eine mentale Abbildung der Realität durch das Definieren von Objekten und deren Beziehungen, jedoch keine Ableitung von einem Istzustand und einem Zielzustand erfolgt. Der Lösungsbeispiel-, Vervollständigungs- und Führungs-Ausblend-Effekt wirken sich auf die Wahrnehmung und Repräsentation eines Tatbestands aus. Den drei Effekten ist gemein, dass das Problem als Aufgabe gedeutet werden soll, dem Bearbeiter daher also die konkret einzusetzenden Operatoren bei einer dem Lösungsbeispiel folgenden Aufgabe bekannt sind¹¹⁰ und er keine kognitive Anstrengung auf die Suche nach einzusetzenden Mitteln verwenden muss.¹¹¹ Diese vier Effekte setzen daher eine eingerichtete Lernumgebung voraus, bei der entweder dem Lernenden keine Zielsetzungen vorgegeben werden oder aber die Lösungswege der zu bearbeitenden Problemstellungen bereits bekannt sind. Durch diese Vorgabe wird das aktive Lösen von Problemen ausgeschlossen. Um diese Effekte beim Einbringen von sekundären Wissen in die Problemstellung dennoch zu berücksichtigen, müsste das Controlling daher das Problem in eine Aufgabe umgestalten, um beispielsweise dem Management neue Operatoren zum selbstständigen Einsatz für zukünftige Problemstellungen zu vermitteln.

Der Aufmerksamkeitsspaltungs-, Modalitäts-, Redundanz-, Isolations-, Informationsflüchtigkeits- und Expertise-Umkehr-Effekt wirken auf die Phasen der Problemwahrnehmung und der Problemrepräsentation ein. Werden z. B. zu absorbierende Informationen so gestaltet, dass überflüssige redundante Inhalte eliminiert werden, so „kann sich eine große Arbeitserleichterung“¹¹² beim Problemlösungsprozess ergeben, wodurch letztendlich eine verbesserte Problemrepräsentation erreicht wird. Die Art und Weise, wie eine Information präsentiert wird, beeinflusst dagegen das Ausmaß der Informationsnutzung und den verwendeten Informationsverarbeitungskanal.¹¹³ Die Wirkung des Expertise-Umkehr-Effekts drückt sich dabei durch vorhandene oder fehlende Expertise im Auftreten der anderen bereits beschriebenen Effekte aus. Da im Rahmen von Selbsterklärungs- und Imaginationsaktivitäten Sachverhalte

¹⁰⁸ Vgl. Sweller, J. (1988), S. 262.

¹⁰⁹ Vgl. Sweller, J. / Ayres, P. L. / Kalyuga, S. (2011), S. 90.

¹¹⁰ Vgl. Greeno, J. G. (1980), S. 5 f. und S. 19; Sweller, J. / Cooper, G. A. (1985), S. 69.

¹¹¹ Vgl. Renkl, A. et al. (2003), S. 94; Sweller, J. (2004), S. 25 f.

¹¹² Gerling, P. G. (2007), S. 87.

¹¹³ Vgl. Gerling, P. G. (2007), S. 88.

hinterfragt, rationalisiert und mental abgebildet werden¹¹⁴, setzen diese frühestens mit der Problemrepräsentation ein, können aber in den Phasen der Alternativensuche und -bewertung durchgeführt werden, in denen unter dem möglichen Vorliegen von Unsicherheit hinsichtlich der einzelnen Operatoren Wahrscheinlichkeiten für das Eintreten bestimmter Umstände geschätzt werden müssen¹¹⁵. Im Zuge des Kollektiv-Arbeitsgedächtnis-Effekts erfolgt im Anschluss an die Problemwahrnehmung eine Aufteilung der Arbeitspakete zwischen den Teammitgliedern¹¹⁶, sodass gegenüber dem individuellen Arbeiten ein grundsätzlich anderer Verarbeitungsmechanismus einsetzt. Die instruktionellen Richtlinien, die sich aus diesen acht Effekten ergeben, behalten ihren bisher nachgewiesenen Geltungsbereich auch beim alltäglichen Einbringen von sekundärem Wissen in die Problemlösung durch das Controlling bei.

Sowohl dem Element-Interaktivitäts-Effekt als auch dem Variabilitätseffekt können keine konkreten Phasen des Problemlösungsprozesses zugeordnet werden. Dies ist auf die problemlösungsprozessunabhängige Definition beider Effekte zurückzuführen. Aus dem Element-Interaktivitäts-Effekt mit seiner allgemeinen Tendenzaussage, dass kognitive Überbelastung insbesondere bei Problemstellungen mit hoher Elementinteraktivität, einem Indikator für vorliegende objektive Komplexität, auftritt¹¹⁷, lassen sich die im Controlling bereits bekannten Handlungsempfehlungen zur Vermeidung eines *Information Overload* ableiten. Demnach soll einerseits das aktuelle Informationsangebot durch das Controlling kritisch hinterfragt und andererseits der Manager aktiv für die Problematik eines *Information Overload* sensibilisiert werden.¹¹⁸ Der Variabilitätseffekt postuliert dagegen die konkrete Forderung, Transferwissen durch die Bearbeitung möglichst vieler verschiedener Problemstellungen zu generieren, problemlösungsunabhängig.¹¹⁹

¹¹⁴ Vgl. Clark, R. C. / Nguyen, F. / Sweller, J. (2006), S. 226 f.; Sweller, J. / Ayres, P. L. / Kalyuga, S. (2011), S. 187.

¹¹⁵ Vgl. Gerling, P. G. (2007), S. 100.

¹¹⁶ Vgl. Sweller, J. / Ayres, P. L. / Kalyuga, S. (2011), S. 230-233.

¹¹⁷ Vgl. Sweller, J. / Ayres, P. L. / Kalyuga, S. (2011), S. 193 f.

¹¹⁸ Vgl. Hirsch, B. / Volnhals, M. (2012), S. 39.

¹¹⁹ Vgl. Merriënboer, J. J. G. v. / Sweller, J. (2005), S. 161; Clark, R. C. / Nguyen, F. / Sweller, J. (2006), S. 222.

4.3 *Relevanz der CLT-Effekte beim Aufbau primären Wissens im Management durch das Controlling*

Damit der Manager in die Lage zur Problemlösung versetzt wird, hat das Controlling „die Aufgabe, dafür Sorge zu tragen, dass ein Mindestmaß an controllingspezifischem Wissen vorliegt“¹²⁰, das der Manager dann auch ohne weitere Unterstützung durch das Controlling einsetzen kann. In diesem Zusammenhang sind die durch die CLT formulierten empirisch nachgewiesenen Richtlinien hinsichtlich des organisationalen Trainings von Mitarbeitern zu berücksichtigen.¹²¹ Ob die im Rahmen der singular- und wechselwirkenden CLT-Effekte resultierenden Gestaltungsempfehlungen Anwendung finden können, hängt neben der aufzuzeigenden Gültigkeit bei schlecht-definierten Problemstellungen auch davon ab, ob beim Aufbau dieses primären Wissens das aktive Lösen eines bestehenden Problems im Vordergrund steht oder ob dem Controlling die Möglichkeit gegeben ist, auch bereits gelöste Probleme zur Wissensgenerierung einzusetzen. Steht das aktive Lösen eines Problems im Fokus, so sind die Auswirkungen der beiden unterschiedlichen Perspektiven zu berücksichtigen, die auch bei der Einbringung sekundären Wissens in eine Problemstellung vorliegen. Wird dem Controlling dagegen hinsichtlich der Art und Weise des Wissensaufbaus Handlungsfreiheit gewährt, so können bei wohl-definierten Problemstellungen alle aus den CLT-Effekten deduzierten Gestaltungsempfehlungen zur Anwendung kommen.

4.4 *Harmonisierende Erkenntnisse aus CLT und Controlling*

Die große Anzahl an effizienzsteigernden Maßnahmen zur Gestaltung von Lehrmethoden und Lernumgebungen, die in „over twenty-five years of experimental research on cognitive load theory“¹²² gewonnen wurden, bietet die Möglichkeit, Untersuchungsergebnisse aus dem Bereich des Controllings vor dem Hintergrund einer möglichen Übereinstimmung mit Erkenntnissen der CLT zu beurteilen. Demnach sollte das Controlling beim Aufbau von primärem Wissen und dem Einbringen von sekundärem Wissen in die Problemlösung stets darauf achten, die extrinsische kognitive Belastung des Managers niedrig zu halten, sodass eine Entscheidung gefunden wird, bei der der Manager einerseits aufgrund von Überlastung nicht zu

¹²⁰ Gerling, P. G. (2007), S. 172.

¹²¹ Vgl. Clark, R. C. / Nguyen, F. / Sweller, J. (2006), S. iv.

¹²² Clark, R. C. / Nguyen, F. / Sweller, J. (2006), S. iv.

einer schlechteren Lösung findet und andererseits aufgrund freier kognitiver Kapazitäten eventuell noch die Möglichkeit besitzt, beim Problemlösungsprozess seine eigene Expertise auszubauen.

Clark, Nguyen und *Sweller* heben beispielsweise auf CLT-Erkenntnissen beruhend hervor, dass bei sämtlichen Problemen, die einer Veränderung des gesamten Problemraums (einer sogenannten räumlichen Veränderung) bedürfen, gerade Novizen von selbsterklärenden Grafiken profitieren, die zu einer Reduzierung der extrinsischen kognitiven Belastung führen. Grafiken lassen sich ihnen zufolge außerdem bedingungslos bei zu erlernenden Regeln einsetzen, die räumliche Beziehungen abbilden sollen. Bei Problemen mit einer sehr niedrigen Komplexität werden im Regelfall aber auch kostengünstigere textuelle Präsentationen zu einer ähnlich guten Lerneffizienz führen.¹²³ *Bassler* stellt im Einklang dazu auf den Kontext des Controllings übertragen fest, dass im Rahmen von Monatsberichten der Komplexitätsgrad eines Problems darüber entscheidet, ob die Nutzung einer Grafik Vorteile mit sich bringt, und dass bei räumlichen Entscheidungsproblemen der Einsatz von Grafiken unabhängig vom Komplexitätsgrad gegenüber einer tabellarischen Darstellung immer überlegen ist.¹²⁴ *Clark, Nguyen* und *Sweller* erwähnen außerdem, dass Grafiken auch bei raumunabhängigen Sachverhalten zur Förderung eines tieferen Verständnisses beitragen können. Ein profunderes Verständnis geht dabei in vielen Fällen mit einer höheren kognitiven Belastung einher.¹²⁵

Eine zweite sich aus den Erkenntnissen der CLT ableitende Forderung besteht darin, dass bei fortgeschrittenen Lernenden von der Expertise abhängige, redundante Inhalte entfernt werden sollen. *Clark, Nguyen* und *Sweller* empfehlen z. B. für Fortgeschrittene selbsterklärende Texte ohne visuelle Veranschaulichung darzustellen, um nicht unbeabsichtigt negative Auswirkungen auf die Lernmotivation hervorzurufen. Ob reiner Text oder die alleinige Darstellung einer Grafik in einem solchen Fall von Vorteil sind, hängt vom Selbsterklärungsgehalt der Objekte für die spezifische Empfängergruppe ab. Ist der Text bereits selbsterklärend, bedarf es keiner redundanten grafischen Darstellung.¹²⁶ *Bassler* stellt schlüssig dazu in ihren Betrachtungen fest, dass hinsichtlich der Auswirkung von Fachwissen im Kontext des Controllings keine Aussagen über die Vorteilhaftigkeit von visuellen Darstellungen getroffen werden können, und verweist im Zuge dessen auf ein Experiment, bei dem erfahrene Versuchspersonen

¹²³ Vgl. Clark, R. C. / Nguyen, F. / Sweller, J. (2006), S. 50.

¹²⁴ Vgl. Bassler, A. (2010), S. 108.

¹²⁵ Vgl. Clark, R. C. / Nguyen, F. / Sweller, J. (2006), S. 59-61.

¹²⁶ Vgl. Clark, R. C. / Nguyen, F. / Sweller, J. (2006), S. 259 und S. 265.

schlechtere Leistungen mit einer grafischen gegenüber einer tabellarischen Darstellung erbringen.¹²⁷

¹²⁷ Vgl. Bassler, A. (2010), S. 83-85.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Sobald Manager Problemlösungsprozesse wiederholt anwenden, ist mit individuellen Lernvorgängen zu rechnen. Für das Controlling resultiert daraus die Aufgabe, Manager bei diesen Lernvorgängen zu unterstützen. Allerdings existieren hierzu innerhalb des *Cognitive (Management) Accounting Research* bisher kaum Forschungsarbeiten.¹²⁸ Im vorliegenden Beitrag wurde dieses Defizit aufgegriffen, indem untersucht wurde, welchen Beitrag die *Cognitive Load Theory* zum Verständnis individueller Lernvorgänge im Management-Controlling-Kontext beitragen kann.

Obwohl Untersuchungen zur kognitiven Belastung seit über 30 Jahren¹²⁹ immer wieder statistisch signifikante Aussagen hervorgebracht haben und sich aus den damit verbundenen Erkenntnissen Gestaltungsrichtlinien hinsichtlich Lernumgebungen und Lehrmethoden ableiten lassen, kann eine Umsetzung dieser Ideen im Rahmen anderer wissenschaftlicher Disziplinen allenfalls partiell vorgefunden werden.¹³⁰ Ein möglicher Grund hierfür ist darin zu sehen, dass die Forschung zur *Cognitive Load Theory* in vielerlei Hinsicht isoliert von den Beobachtungen und Entwicklungen anderer Theorien erfolgt. Eine kontextuelle Einbettung der kognitiven Belastungstheorie in die allgemeinen Kognitionswissenschaften, insbesondere die kognitive Psychologie, steht in vielen Teilen noch aus, sodass ein zentraler Forschungsansatz in Zukunft darin bestehen wird, Aussagen und Erkenntnisse aus beiden Bereichen zusammenzuführen und zu homogenisieren. Eine auf einem konsistenten kognitionswissenschaftlichen Fundament fußende *Cognitive Load Theory* dürfte die Akzeptanz und Umsetzung der bisherigen Erkenntnisse auch in betriebswirtschaftlichen Disziplinen wie dem Controlling weiter fördern.

Die durch die *Cognitive Load Theory* vorgesehene Dreiteilung der kognitiven Belastung erscheint aus einer Instruktionen optimierenden Perspektive sinnvoll. Auf das Controlling übertragen bedeutet dies, dass eine Gestaltung von Lernprozessen einerseits zu einer Reduzierung der extrinsischen kognitiven Belastung führen soll und andererseits die freiwerdenden kognitiven Kapazitäten der lernrelevanten kognitiven Belastung zuzuführen sind, um eine Intensivierung des Schemaerwerbs zu forcieren. Zur Umsetzung dieses Vorhabens stellt die *Cogniti-*

¹²⁸ Vgl. Gibbins, M. / Jamal, K. (1993), S. 457 f; Shields, M. D. (1997), S. 23 f.

¹²⁹ Vgl. Clark, R. C. / Nguyen, F. / Sweller, J. (2006), S. iv.

¹³⁰ Für eine Übersicht offenstehender Fragestellungen und Kritikpunkte hinsichtlich der *Cognitive Load Theory* siehe Jong, T. d. (2010), S. 110-125.

ve Load Theory zahlreiche instruktionelle Gestaltungsrichtlinien zur Verfügung, die jedoch immer an den spezifischen Kontext anzupassen sind. Neben dem Einsatz der CLT-Gestaltungsempfehlungen durch das Controlling, können diese indes jederzeit zur Ausbildung von Controllern selbst eingesetzt werden.

Um den essentiellen Kritikpunkt, dass die Erkenntnisse der kognitiven Belastungstheorie zu wenig Relevanz für die im Managementalltag häufig auftretenden schlecht-definierten Problemstellungen besitzen, zu überwinden, sind Versuchsaufbauten zu kreieren, die auch Messungen in solchen Bereichen zulassen. Zur Evaluation der personenunabhängigen mentalen Belastung lässt sich dabei auf das Konzept des *Satisficing* durch *Simon* zurückgreifen, wonach der Handelnde aufgrund begrenzter Kapazitäten zum Vergleichen von Handlungsalternativen vereinfachende Auswahlregeln nutzt, die zu befriedigenden mit bestimmten Auszahlungen verbundenen Lösungen führen (kognitive Heuristiken).¹³¹ Bei der Einholung von Expertenmeinungen hinsichtlich der vorliegenden mentalen Belastung einer Problemstellung kann beispielsweise genau dieser Aspekt der Informationsselektion in die analytischen Überlegungen einbezogen werden. Zur Messung der mentalen Anstrengung lassen sich die im Zuge dieses Beitrags umrissenen subjektiven Ratingverfahren einsetzen. Problematischer gestaltet sich die Messung der erbrachten Leistungen, da kein objektives Wissen darüber besteht, wie die optimale Lösung bei schlecht-definierten Problemstellungen auszusehen hat.¹³² Da in solchen Fällen eine subjektive Bewertung der Leistungen unvermeidlich ist, bietet sich der Einsatz einer geschulten fachkompetenten Ex-Post-Jury zur Leistungsbeurteilung an. Um Aussagekraft und -gehalt hinsichtlich der Leistungen möglichst realitätsgetreu zu gestalten, ist sicherzustellen, dass potenzielle Störgrößen wie Verhaltens- oder Sympathieeffekte beim evaluierenden Urteil keinen oder zumindest nur einen geringen Einfluss nehmen.

Abschließend lässt sich festhalten, dass die bisherigen Aussagen der *Cognitive Load Theory* mit bis zu 5.800 direkten¹³³ und einer nicht zu unterschätzenden Anzahl an indirekten¹³⁴ wissenschaftlichen Beiträgen als empirisch solide abgesichert betrachtet werden können. Ein immenser Fortschritt liegt in der bisher noch nicht umsetzbaren Möglichkeit verborgen, kog-

¹³¹ Vgl. Simon, H. A. (1955), S. 99 f.; Lingnau, V. et al. (2012).

¹³² Die Identifikation von Fehlern als Leistungsindikator ist aufgrund einer fehlenden eindeutigen Lösung nicht möglich. Eine objektive Messung der erbrachten Leistung zur Beurteilung des Cognitive Load kann aus diesem Grund nicht realisiert werden.

¹³³ Eine Intervalleingrenzung der Anzahl an Beiträgen zur CLT wurde durch eine Suche auf www.sciencedirect.com, www.ebscohost.com und www.springerlink.com mit den Suchworten „Cognitive Load Theory“ und „Cognitive Load“ vorgenommen.

¹³⁴ Vgl. Sweller, J. / Ayres, P. L. / Kalyuga, S. (2011), S. 243-261.

nitive Belastung direkt zu messen. Technologien, die die drei kognitiven Belastungsarten bei mentalen Informationsverarbeitungsvorgängen unterschiedlichen Gehirnarealen zuordnen können, stellen beispielsweise ein solches Potenzial u. a. für das Controlling dar, da dies den konkreten Vergleich von Gestaltungsoptionen ermöglichen würde. Für das *Cognitive (Management) Accounting Research* lassen sich zwar aus der CLT einige Gestaltungsempfehlungen ableiten, allerdings sind weitere Forschungsarbeiten für den bisher kaum untersuchten Forschungsbereich des individuellen sowie des organisationalen Lernens im Management-Controlling-Kontext nötig. Besonderes Augenmerk sollte dabei auf solche Lerntheorien gelegt werden, die explizit die beim kognitiv begrenzten Manager ablaufenden Problemlösungsprozesse berücksichtigen. Eine solche stellt beispielsweise die *Strategy Selection Learning Theory*¹³⁵ dar.

¹³⁵ Vgl. Rieskamp, J. / Otto, P. E. (2006).

Literatur

- Anderson, J. R. (2007):* Kognitive Psychologie, 6. Aufl., Berlin 2007.
- Arbinger, R. (1997):* Psychologie des Problemlösens – eine anwendungsorientierte Einführung, Wiesbaden 1997.
- Bassler, A. (2010):* Die Visualisierung von Daten im Controlling, Lohmar et al. 2010.
- Betsch, T. / Funke, J. / Plessner, J. (2011):* Denken - Urteilen, Entscheiden, Problemlösen. Allgemeine Psychologie für Bachelor, Berlin et al. 2011.
- Brünken, R. / Plass, J. L. / Moreno, R. (2010):* Current Issues and Open Questions in Cognitive Load Research. In: Plass, J. L. et al. (Hrsg.): Cognitive Load Theory, Cambridge et al. 2010, S. 253-272.
- Chandler, P. / Sweller, J. (1991):* Cognitive Load Theory and the Format of Instruction. In: Cognitive and Instruction, 8 (1991), H. 4, S. 293-332.
- Chi, M. T. H. / Glaser, R. / Rees, E. (1982):* Expertise in Problem Solving. In: Sternberg, R. J. (Hrsg.): Advances in the Psychology of Human Intelligence, Hillsdale (New Jersey) 1982, S. 7-76.
- Clark, R. C. / Nguyen, F. / Sweller, J. (2006):* Efficiency in Learning: Evidenced-Based Guidelines to Manage Cognitive Load, San Francisco 2006.
- Demski, J. S. / Feltham, G. A. (1976):* Cost Determination: A Conceptual Approach, Ames (Iowa) 1976.
- Dörner, D. (1983):* Die Anforderung komplexer und unbestimmter Probleme. In: Dörner, D. et al. (Hrsg.): Lohhausen – Vom Umgang mit Unbestimmtheit und Komplexität, Bern et al. 1983, S. 19-104.
- Dörner, D. (1987):* Problemlösen als Informationsverarbeitung, 3. Aufl., Stuttgart 1987.
- Fischer, T. M. / Möller, K. / Schultze, W. (2012):* Controlling – Grundlagen, Instrumente und Entwicklungsperspektiven, Stuttgart 2012.
- Funke, J. (2003):* Problemlösendes Denken, Stuttgart 2003.
- Garud, R. / Porac, J. F. (1999):* Kognition. In: Garud, R. et al. (Hrsg.): Advances in Managerial Cognition and Organizational Information Processing: Cognition, Knowledge and Organizations, Bd. 6, Stamford (Connecticut) 1999, S. ix-xxi.
- Gerling, P. G. (2007):* Controlling und Kognition: Implikationen begrenzter kognitiver Kapazitäten für das Controlling, Lohmar et al. 2007.
- Gibbins, M. / Jamal, K. (1993):* Problem-Centred Research and Knowledge-Based Theory in the Professional Accounting Setting. In: Accounting, Organizations and Society, 18 (1993), H. 5, S. 451-466.

- Gigerenzer, G. / Gaissmaier, W. (2011):* Heuristic Decision Making. In: Annual Review of Psychology, 62 (2011), H. 1, S. 451-482.
- Greeno, J. G. (1980):* Some Examples of Cognitive Task Analysis with Instructional Implications. In: Snow, R. E. et al. (Hrsg.): Aptitude, Learning and Instruction: Cognitive Process Analyses of Learning and Problem Solving, 2. Aufl., Hillsdale (New Jersey) 1980, S. 1-21.
- Groot, A. D. d. (1966):* Perception and Memory Versus Thought: Some Old Ideas and Recent Findings. In: Kleinmuntz, B. et al. (Hrsg.): Problem Solving: Research, Method, and Theory, New York 1966, S. 19-50.
- Große, C. S. (2005):* Lernen mit multiplen Lösungswegen, Münster 2005.
- Hayes, J. R. (1981):* The Complete Problem Solver, Philadelphia (Pennsylvania) 1981.
- Henseler, J. / Jonen, A. / Lingnau, V. (2006):* Die Rolle des Controllings bei der Ein- und Weiterführung der Balanced Scorecard - Eine empirische Untersuchung. In: Lingnau, V. (Hrsg.): Beiträge zur Controlling-Forschung, Nr. 7, 2. Aufl., Kaiserslautern 2006.
- Hirsch, B. / Volnhals, M. (2012):* Information Overload im betrieblichen Berichtswesen - ein unterschätztes Phänomen. In: Die Betriebswirtschaft, 72 (2012), H. 1, S. 23-55.
- Holzinger, A. (2007):* Book review: Efficiency in Learning: Evidenced-Based Guidelines to Manage Cognitive Load. In: Educational Technology and Society, 10 (2007), H. 3, S. 325-326.
- Jong, T. d. (2010):* Cognitive Load Theory, educational research, and instructional design: some food for thought. In: Instructional Science, 38 (2010), H. 2, S. 105-134.
- Kalyuga, S. (2010):* Schema Acquisition and Sources of Cognitive Load. In: Plass, J. L. et al. (Hrsg.): Cognitive Load Theory, Cambridge et al. 2010, S. 48-64.
- Kalyuga, S. (2011):* Informing: A Cognitive Load Perspective. In: Informing Science: the International Journal of an Emerging Transdiscipline, 14 (2011), H. 1, S. 33-45.
- Kalyuga, S. et al. (2003):* The Expertise Reversal Effect. In: Educational Psychologist, 38 (2003), H. 1, S. 23-31.
- Klauer, K. J. / Leutner, D. (2007):* Lehren und Lernen - Einführung in die Instruktionspsychologie, Weinheim et al. 2007.
- Kritzenberger, H. (2004):* Multimediale und interaktive Lernräume, München et al. 2004.
- Libby, R. / Luft, J. L. (1993):* Determinants of Judgment Performance in Accounting Settings: Ability, Knowledge, Motivation, and Environment. In: Accounting, Organizations and Society, 18 (1993), H. 5, S. 425-450.
- Lingnau, V. (2001):* Vom homo oeconomicus zum homo organisans. Zur Bedeutung von Herbert A. Simon für die Betriebswirtschaftslehre. In: Zeitschrift für Planung, 12 (2001), H. 4, S. 421-438.

- Lingnau, V. (2006a):* Controlling. Ein kognitionsorientierter Ansatz. In: Lingnau, V. (Hrsg.): Beiträge zur Controlling-Forschung, Nr. 4, Kaiserslautern 2006a.
- Lingnau, V. (2006b):* Produktionscontrolling - Eine kognitionsorientierte Perspektive. In: Winter, P. et al. (Hrsg.): Controlling im Wandel der Zeit: Festschrift anlässlich der Emeritierung von Prof. Dr. Hans-Jörg Hoitsch, Lohmar 2006b, S. 230-244.
- Lingnau, V. (2008):* Controlling. In: Corsten, H. (Hrsg.): Betriebswirtschaftslehre, Bd. 2, 4. Aufl., München 2008, S. 81-137.
- Lingnau, V. (2009):* Shareholder Value als Kern des Controllings? In: Wall, F. et al. (Hrsg.): Controlling zwischen Shareholder Value und Stakeholder Value. Neue Anforderungen, Konzepte und Instrumente, München 2009, S. 19-37.
- Lingnau, V. et al. (2012):* Implikationen ökologischer Rationalität für die Controllingforschung. In: Lingnau, V. (Hrsg.): Beiträge zur Controlling-Forschung, Nr. 19, Kaiserslautern 2012.
- McCall, M. W. / Kaplan, R. E. (1985):* Whatever It Takes: The Realities of Managerial Decision Making, Englewood Cliffs (New Jersey) 1985.
- Merriënboer, J. J. G. v. / Sweller, J. (2005):* Cognitive Load Theory and Complex Learning: Recent Developments and Future Directions. In: Educational Psychology Review, 17 (2005), H. 2, S. 147-177.
- Meshkati, N. (1988):* Toward Development of a Cohesive Model of Workload. In: Hancock, P. A. et al. (Hrsg.): Human Mental Work, Bd. 52, Amsterdam et al. 1988, S. 305-314.
- Miller, G. A. (1956):* The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information. In: Psychological Review, 101 (1956), H. 2, S. 343-352.
- Moreno, R. / Park, B. (2010):* Cognitive Load Theory: Historical Development and Relation to Other Theories. In: Plass, J. L. et al. (Hrsg.): Cognitive Load Theory, Cambridge et al. 2010, S. 9-28.
- Oksa, A. / Kalyuga, S. / Chandler, P. (2010):* Expertise reversal effect in using explanatory notes for readers of Shakespearean text. In: Instructional Science, 38 (2010), H. 3, S. 217-236.
- Opwis, K. (2000):* Kognitive Psychologie I: Wissensrepräsentation, Gedächtnis, Problemlösen, Expertise. Kopien der Folien zur Vorlesung. Online im Internet, URL: http://www.unibas.ch/psycho/Skripten/Opwis/Kognition_I.pdf. Abruf: 2000-04-11.
- Paas, F. G. / Merriënboer, J. J. G. v. (1994):* Instructional Control of Cognitive Load in the Training of Complex Cognitive Tasks. In: Educational Psychology Review, 6 (1994), H. 4, S. 351-371.
- Paas, F. G. / Renkl, A. / Sweller, J. (2003):* Cognitive Load Theory and Instructional Design: Recent Developments. In: Educational Psychologist, 38 (2003), H. 1, S. 1-4.

- Paas, F. G. / Renkl, A. / Sweller, J. (2004):* Cognitive Load Theory: Instructional Implications of the Interaction between Information Structures and Cognitive Architecture. In: *Instructional Science*, 32 (2004), H. 1-2, S. 1-8.
- Paas, F. G. et al. (2003):* Cognitive Load Measurement as a Means to Advance Cognitive Load Theory. In: *Educational Psychologist*, 38 (2003), H. 1, S. 63-71.
- Renkl, A. / Atkinson, R. K. (2003):* Structuring the Transition From Example Study to Problem Solving in Cognitive Skill Acquisition: A Cognitive Load Perspective. In: *Educational Psychologist*, 38 (2003), H. 1, S. 15-22.
- Renkl, A. et al. (2003):* Cognitive Load beim Lernen aus Lösungsbeispielen. In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 17 (2003), H. 2, S. 93-101.
- Rieskamp, J. / Otto, P. E. (2006):* SSL: A Theory of How People Learn to Select Strategies. In: *Journal of Experimental Psychology*, 135 (2006), H. 2, S. 207-236.
- Rourke, A. / Sweller, J. (2009):* The worked-example effect using ill-defined problems: Learning to recognise designers' styles. In: *Learning and Instruction*, 19 (2009), H. 2, S. 185-199.
- Scheller, J. (2009):* Animationen in der Grammatikvermittlung: Multimedialer Spracherwerb am Beispiel von Wechselpräpositionen, Münster 2009.
- Schraw, G. / Dunkle, M. E. / Bendixen, L. D. (1995):* Cognitive Processes in Well-Defined and Ill-Defined Problem Solving. In: *Applied Cognitive Psychology*, 9 (1995), H. 6, S. 523-538.
- Shields, M. D. (1997):* Research in Management Accounting by North Americans in the 1990s. In: *Journal of Management Accounting Research*, 9 (1997), S. 3-61.
- Simon, D. P. / Simon, H. A. (1978):* Individual Differences in Solving Physics Problems. In: Sieglar, R. S. (Hrsg.): *Children's thinking: What develops?*, Hillsdale (New Jersey) 1978, S. 325-348.
- Simon, H. A. (1955):* A Behavioral Model of Rational Choice. In: *The Quarterly Journal of Economics*, 69 (1955), H. 1, S. 99-118.
- Simon, H. A. (1986):* Rationality in Psychology and Economics. In: *The Journal of Business*, 59 (1986), H. 4/2, S. 209-224.
- Sprinkle, G. B. / Williamson, M. G. (2007):* Experimental Research in Managerial Accounting. In: Chapman, C. S. et al. (Hrsg.): *Handbook of Management Accounting Research: Vol. 1*, Amsterdam et al. 2007, S. 415-444.
- Sternberg, R. J. (2009):* *Cognitive Psychology*, 5. Aufl., Belmont (Kalifornien) 2009.
- Sweller, J. (1988):* Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning. In: *Cognitive Science*, 12 (1988), H. 2, S. 257-285.

- Sweller, J. (2004): Instructional Design Consequences of an Analogy between Evolution by Natural Selection and Human Cognitive Architecture. In: Instructional Science, 32 (2004), H. 1-2, S. 9-31.*
- Sweller, J. (2005): Implications of Cognitive Load Theory for Multimedia Learning. In: Mayer, R. E. (Hrsg.): The Cambridge Handbook of Multimedia Learning, Cambridge et al. 2005, S. 19-30.*
- Sweller, J. (2010): Cognitive Load Theory: Recent Theoretical Advances. In: Plass, J. L. et al. (Hrsg.): Cognitive Load Theory, Cambridge et al. 2010, S. 29-47.*
- Sweller, J. / Ayres, P. L. / Kalyuga, S. (2011): Cognitive Load Theory, New York et al. 2011.*
- Sweller, J. / Chandler, P. (1991): Evidence for Cognitive Load Theory. In: Cognition and Instruction, 8 (1991), H. 4, S. 351-362.*
- Sweller, J. / Cooper, G. A. (1985): The Use of Worked Examples as a Substitute for Problem Solving in Learning Algebra. In: Cognitive and Instruction, 2 (1985), H. 1, S. 59-89.*
- Yerkes, R. M. / Dodson, J. D. (1908): The Relation of Strength of Stimulus to Rapidity of Habit-Formation. In: Journal of Comparative Neurology and Psychology, 18 (1908), H. 5, S. 459-482.*

Beiträge zur Controlling-Forschung
des Lehrstuhls für Unternehmensrechnung und Controlling
der Technischen Universität Kaiserslautern

- Nr. 1.2 Jonen, Andreas / Lingnau, Volker (2003): Basel II und die Folgen für das Controlling von kreditnehmenden Unternehmen, 2. Auflage.
- Nr. 2 Jonen, Andreas / Lingnau, Volker / Weinmann, Peter (2004): Lysios: Auswahl von Software-Lösungen zur Balanced Scorecard.
- Nr. 3.2 Gerling, Patrick / Hubig, Lisa / Jonen, Andreas / Lingnau, Volker (2004): Aktueller Stand der Kostenrechnung für den Dienstleistungsbereich in Theorie und Praxis, 2. Auflage.
- Nr. 4.2 Lingnau, Volker (2006): Controlling – ein kognitionsorientierter Ansatz, 2. Auflage.
- Nr. 5.2 Jonen, Andreas / Lingnau, Volker (2004): Konvergenz von internem und externen Rechnungswesen – Umsetzung der Konvergenz in der Praxis, 2. Auflage.
- Nr. 6 Lingnau, Volker / Mayer, Andreas / Schönbohm, Avo (2004): Beyond Budgeting - Notwendige Kulturrevolution für Unternehmen und Controller?
- Nr. 7.2 Henseler, Jörg / Jonen, Andreas / Lingnau, Volker (2004): Die Rolle des Controllings bei der Ein- und Weiterführung der Balanced Scorecard – Eine empirische Untersuchung, 2. Auflage.
- Nr. 8 Lingnau, Volker (Hrsg.) (2005): Dienstleistungskolloquium am 17.09.2004 an der Technischen Universität Kaiserslautern.
- Nr. 9.2 Jonen, Andreas / Schmidt, Thorsten / Lingnau, Volker (2005): Lynkeus - Kritischer Vergleich softwarebasierter Informationssysteme zur Unterstützung des Risikowirtschaftsprozesses, 2. Auflage.
- Nr. 10 Lingnau, Volker (Hrsg.) (2005): Dienstleistungskolloquium am 10.11.2005 an der Technischen Universität Kaiserslautern.
- Nr. 11.2 Jonen, Andreas (2007): Semantische Analyse des Risikobegriffs - Strukturierung der betriebswirtschaftlichen Risikodefinitionen und literaturempirische Auswertung, 2. Auflage.
- Nr. 12 Jonen, Andreas / Lingnau, Volker / Sagawe, Christian (2007): Unterstützung der Festlegung der Risikobewertung mittels des Analytic Hierarchy Process.
- Nr. 13 Jonen, Andreas / Lingnau, Volker (2007): Das real existierende Phänomen Controlling und seine Instrumente – Eine kognitionsorientierte Analyse.

- Nr. 14 Lingnau, Volker (2008): Controlling, BWL und Privatwirtschaftslehre.
- Nr. 15 Lingnau, Volker (2010): Forschungskonzept des Lehrstuhls für Unternehmensrechnung und Controlling.
- Nr. 16 Lingnau, Volker / Kreklow, Katharina (2011): Ausrichtung der Unternehmensführung auf nachhaltige Wertschöpfung nach dem Deutschen Corporate Governance Kodex?
- Nr. 17 Lingnau, Volker / Walter, Katja (2011): Psychologische Paradigmen für die Controllingforschung.
- Nr. 18 Schönbohm, Avo / Hoffmann, Ulrike (2011): A comparative study on the scope and quality of the sustainability reporting of the TecDAX30 companies.
- Nr. 19 Lingnau, Volker / Koffler, Ulrich / Kokot, Katharina / Tenhaeff, Christian (2012): Implikationen ökologischer Rationalität für die Controllingforschung.
- Nr. 20 Lingnau, Volker / Koffler, Ulrich (2012): Untersuchungen der Konsequenzen konzeptioneller Veränderungen auf das Controllinginstrumentarium.
- Nr. 21 Schönbohm, Avo / Zahn, Anastasia (2012): Corporate Capital Budgeting – Success Factors from a Behavioral Perspective.