



TECHNISCHE UNIVERSITÄT
IN DER KULTURHAUPTSTADT EUROPAS
CHEMNITZ

Professur Psychologie digitaler Lernmedien

Institut für Medienforschung

Philosophische Fakultät



Lehren und Lernen mit Medien II

Theorien

Tron: Legacy (2010). Walt Disney Pictures.

Überblick

- **CLT**: Cognitive Load Theorie
- **aCLT**: Augmented Cognitive Load Theorie
- **CTML**: Kognitive Theorie multimedialen Lernens
- **CATLM**: Kognitiv-affektive Theorie des Lernens mit Medien
- **KASTLM**: Kognitiv-Affektiv-Soziale Theorie des Lernens mit Medien
- **ICALM**: Integratives kognitiv-affektives Modell des Lernens mit Medien

Cognitive Load Theorie

- **Begründer:** John Sweller
- **Verbreitung:** Weit verbreiteter instruktionspsychologischer Erklärungsansatz
- **Vorläuferartikel:** Ab etwa 1982
- **CLT selbst:** Ab 1988
- **Mittlerweile umfassendes, theoretisches Modell**
- **Empirisch gut abgesicherte Theorie**



John Sweller

Kognitive Strukturen (z. B. Sweller, Van Merriënboer & Paas, 1998, 2019)

- Unterscheidung zwischen Langzeitgedächtnis (LZG) und Arbeitsgedächtnis (AG)
- Langzeitgedächtnis
 - Sehr großes Speichervermögen
 - Informationen nicht bewusst
 - Sämtliche dort gespeicherten Informationen erlernt
 - Lernen: Veränderung im LZG
 - Ziel: Förderung „geeigneter“ Veränderungsprozesse im LZG

Arbeitsgedächtnis (z. B. Sweller, 2009)

- Informationen bewusst
- Informationsquellen für das AG
 - Langzeitgedächtnis: Gelernte Informationen
 - Sensorischer Speicher: Neue Informationen
- **Bewusste Verarbeitung neuer Informationen:** Nur bei sekundärem biologischem Wissen notwendig
 - **Primäres biologisches Wissen:** Kein bewusstes Lernen, z. B. Erwerb der Muttersprache
 - **Sekundäres biologisches Wissen:** Bewusstes und mühevolleres Lernen, z. B. Erwerb der Schriftsprache



Auf wie viele Elemente ist unser Arbeitsgedächtnis beschränkt?

Zwei bis vier Elemente

0%

Drei bis fünf Elemente

0%

Sieben plus/minus zwei Elemente

0%

20-30 Elemente

0%

Keine Beschränkung

0%



Auf wie viele Elemente ist unser Arbeitsgedächtnis beschränkt?

Zwei bis vier Elemente

0%

Drei bis fünf Elemente

0%

Sieben plus/minus zwei Elemente

0%

20-30 Elemente

0%

Keine Beschränkung

0%

Arbeitsgedächtnis (z. B. Sweller, 2009)

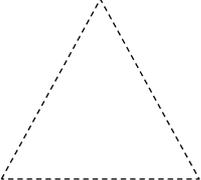
- **Zwei Beschränkungen bei der Informationsverarbeitung**
 - Begrenzung des Speichers auf 7 Elemente
 - Zeitliche Begrenzung auf 18 Sekunden
- **Ziel bei der Gestaltung von Lernmaterialien:** „Überwindung“ der beiden Einschränkungen des AG
- **Verständnis:** Fähigkeit, die zu verstehenden Informationselemente gleichzeitig im AG verarbeiten zu können
- **Unterteilung des AG in der CLT:** Modifizierte, ältere Variante von Baddeleys AG-Modell (1992)

Schemata (z. B. Sweller, 2005)

- **Ziel beim Lernen:** Ausbildung und Speicherung automatisierter Schemata
- **Schema:** Kognitives Konstrukt, welches Informationen zur Speicherung in das Langzeitgedächtnis schematisch organisiert
 - Bereitstellung von Mechanismen für die Organisation und Speicherung von Wissen
 - Ersatz für die zentrale Exekutive im AG
 - Senkung der kognitiven Belastung

Beispiele für Schemata

- Buchstaben: **A** *A* *a* *A*  *A* *A*

- Geometrische Objekte:    

- Restaurantbesuch:



Kognitive Belastung (z. B. Sweller, Van Merriënboer & Paas, 1998, 2019)

- **Messmethoden**
 - Aufgaben- bzw. leistungs-basierte Indikatoren
 - Subjektive Indikatoren
 - Physiologische Indikatoren
- **Verschiedene Arten der kognitiven Belastung**
 - Intrinsischer Cognitive Load (ICL)
 - Extraneous Cognitive Load (ECL)
 - Germane Cognitive Load (GCL)
 - Meta Cognitive Load

Intrinsischer Cognitive Load (z. B. Sweller, Van Merriënboer & Paas, 1998, 2019)

- Belastung aufgrund der Komplexität des Lerngegenstandes
- Festlegung durch Elementinteraktivität und Lernervorwissen
- **Elemente:** Alle bereits erlernten oder noch zu erlernenden Komponenten
- **Elementinteraktivität** auf einem Kontinuum angesiedelt:
 - **Niedrig:** Aufeinanderfolgende Verarbeitung einzelner Elemente im AG möglich
 - **Hoch:** Gleichzeitige Verarbeitung einzelner Elemente im AG erforderlich

Extraneous Cognitive Load (z. B. Sweller, Van Merriënboer & Paas, 1998, 2019)

- Lernirrelevante kognitive Belastung
- Von der Art der Darbietung abhängig
- Zentrales Ziel bei der Gestaltung von Lernmaterialien: ECL reduzieren
- ECL nach der CLT nur wichtig, wenn ICL hoch ist

Germane Cognitive Load (z. B. Sweller, Van Merriënboer & Paas, 1998, 2019)

- Lernbezogene bzw. lernrelevante kognitive Belastung
- Von der Art der Darbietung abhängig
- Erforderlich für die Konstruktion und Automatisierung von Schemata ins LZG
- Je größer der GCL, desto besser die Lern- bzw. Verständnisleistung
- Ziel bei der Gestaltung von Lernmaterialien: GCL erhöhen



Welche Aussagen zur kognitiven Belastung sind korrekt?

Das Erlernen von 10000 Vokabeln ist ein Beispiel für einen hohen ICL.

0%

Unübersichtliche Vorlesungsfolien stellen ein Beispiel für den ECL dar.

0%

Der GCL ist unabhängig von anderen Arten der kognitiven Belastung.

0%

Die Überprüfung des eigenen Lernfortschritts ist kein Beispiel für den Meta Cognitive Load.

0%

Ziel bei der Gestaltung von Lernmaterialien ist es, den GCL zu erhöhen.

0%



Welche Aussagen zur kognitiven Belastung sind korrekt?

Das Erlernen von 10000 Vokabeln ist ein Beispiel für einen hohen ICL.

##.##%

Unübersichtliche Vorlesungsfolien stellen ein Beispiel für den ECL dar.

##.##%

Der GCL ist unabhängig von anderen Arten der kognitiven Belastung.

##.##%

Die Überprüfung des eigenen Lernfortschritts ist kein Beispiel für den Meta Cognitive Load.

##.##%

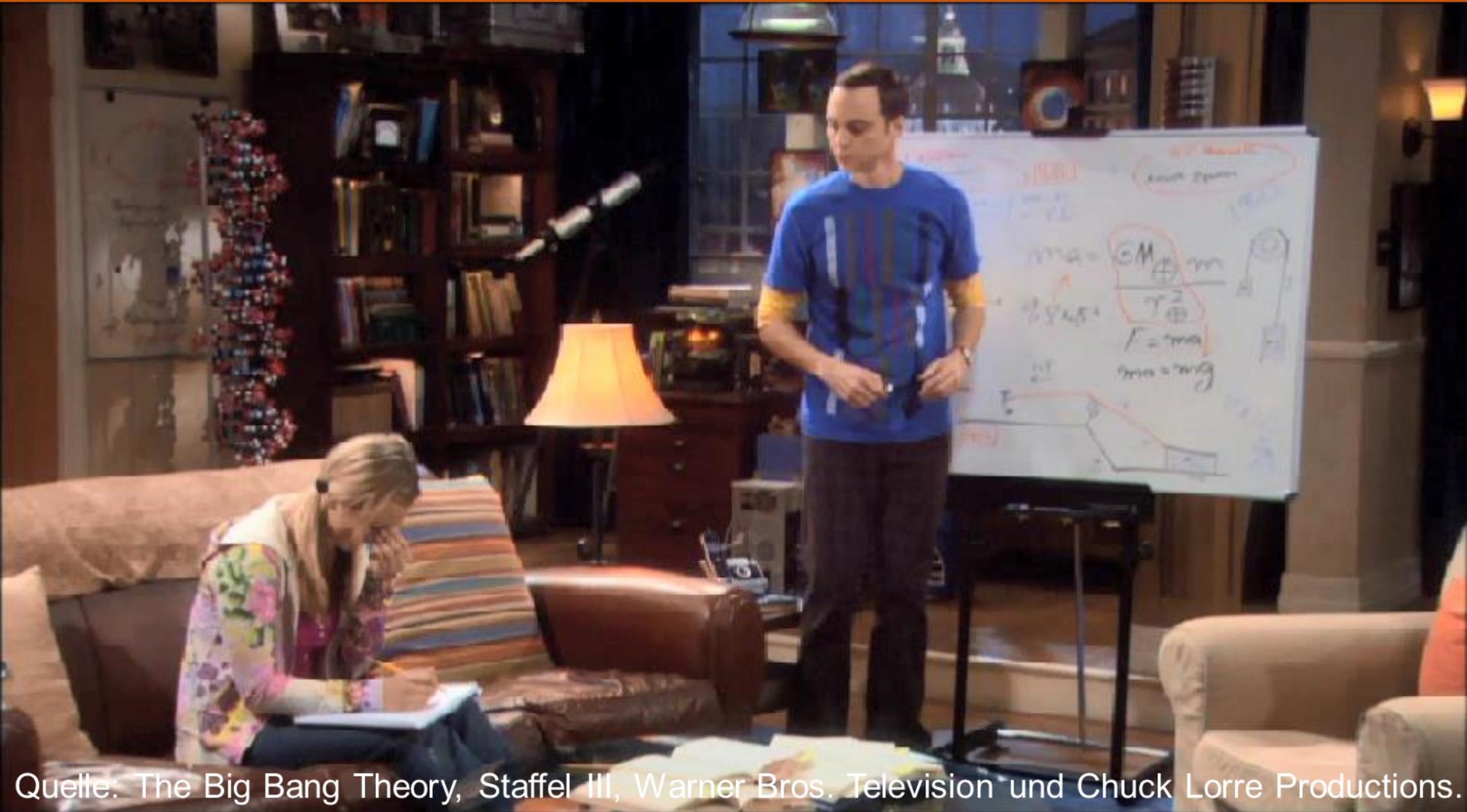
Ziel bei der Gestaltung von Lernmaterialien ist es, den GCL zu erhöhen.

##.##%

Kontroversen in der CLT (z. B. Beckmann, 2010, de Jong, 2010, Kalyuga, 2011)

- Anzahl an Arten der kognitiven Belastung: Zwei oder drei Arten?
- Bedeutung des Germane Cognitive Load: Obsolet oder auf einer Prozess- statt Strukturebene?
- Zusammenhang der verschiedenen Arten der kognitiven Belastung: Additiv oder nicht additiv?

Affektive Variablen beim Lernen



Quelle: The Big Bang Theory, Staffel III, Warner Bros. Television und Chuck Lorre Productions.

Augmented Cognitive Load Theorie (Huk & Ludwigs, 2009)

- **Augmented Cognitive Load Theorie (aCLT):** Erweiterung der CLT mit Berücksichtigung affektiver Variablen
- **Freie AG-Kapazität:** Wird nicht automatisch als GCL genutzt
- **Höhe des GCL:** Abhängig von kognitiven und affektiven Variablen
- **Kognitive Unterstützungsmaßnahmen:** Zielen auf den Schemaerwerb des Lernenden ab
- **Affektive Unterstützungsmaßnahmen:** Erhöhen das situationale Interesse des Lernenden
- **Kognitive und affektive Maßnahmen:** Ergänzen sich und besitzen einen additiven Effekt auf die Lernleistung

Beispiel eines Fragebogens zur Emotion (Schallberger, 2005)

- Kurzskalen zur Erfassung der positiven Aktivierung, negativen Aktivierung und Valenz in Experience Sampling Studien (PANAVA-KS)

		sehr		unentschieden		sehr			
(1: VA-)	zufrieden	3	2	1	0	1	2	3	unzufrieden
(2: PA-)	energiegeladen	3	2	1	0	1	2	3	energielos
(3: NA-)	"gestresst"	3	2	1	0	1	2	3	entspannt
(4: PA)	müde	3	2	1	0	1	2	3	hellwach
(5: NA)	friedlich	3	2	1	0	1	2	3	verärgert
(6: VA)	unglücklich	3	2	1	0	1	2	3	glücklich
(7: PA)	lustlos	3	2	1	0	1	2	3	hoch motiviert
(8: NA)	ruhig	3	2	1	0	1	2	3	nervös
(9: PA-)	begeistert	3	2	1	0	1	2	3	gelangweilt
(10: NA-)	besorgt	3	2	1	0	1	2	3	sorgenfrei

Quelle: Schallberger (2005)

Kognitive Theorie multimedialen Lernens

- **Begründer:** Richard E. Mayer
- **Verbreitung:** Ebenfalls weit verbreiteter instruktionspsychologischer Erklärungsansatz
- **Unter diversen Namen publiziert:** Seit 1989
- **Bezeichnung „CTML“:** Seit 1996
- **Empirisch gut abgesicherte Theorie**
- **Erweiterung der CTML:** Seit 2005 durch Moreno und Mayer: Cognitive-affective theory of learning with media (CATLM)



Richard E. Mayer



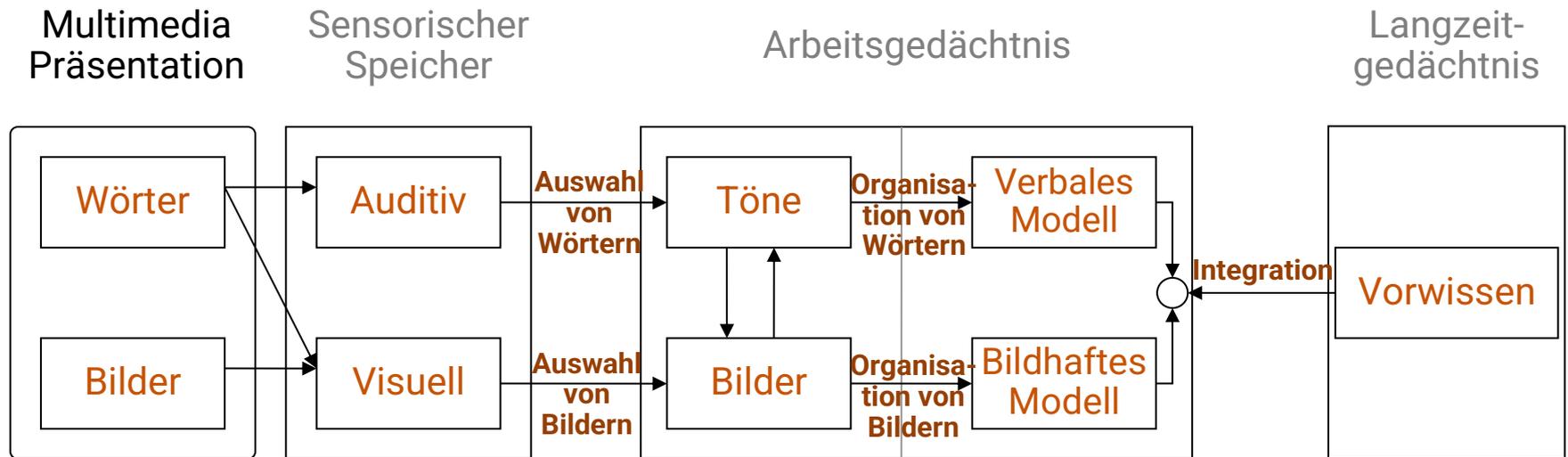
Roxana Moreno

Grundannahmen der CTML (z. B. Mayer, 2014)

- **Zwei Kanäle im Informationsverarbeitungssystem**
 - Visuelle / bildhafte Informationen
 - Auditiv / verbale Informationen
 - Ziel: Aktivierung beider Kanäle bei der Informationsverarbeitung
- **Begrenzte Kapazität des Arbeitsgedächtnisses**
 - Begrenzte Informationskapazität für jeden Kanal des AG
 - Vergleiche mit Baddeley und CLT
 - Ziel: Lernende kognitiv nicht überlasten
- **Aktive Informationsverarbeitung**
 - Konstruktion kohärenter mentaler Repräsentationen durch aktive Informationsverarbeitung der Lernenden

Verarbeitung multimedialer Botschaften nach der CTML (z. B. Mayer, 2014)

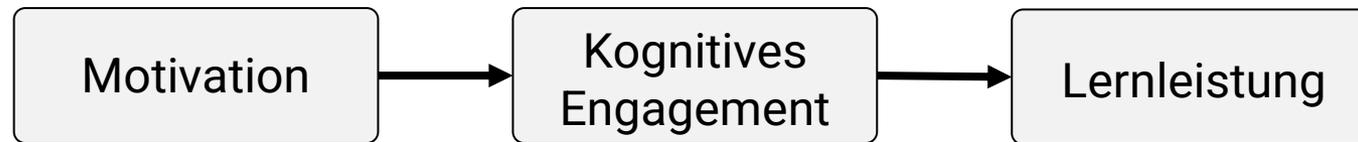
- Gedächtnisspeicher, Kognitive Prozesse & Repräsentationsformen



Quelle: Angelehnt an Mayer (2014)

Zusätzliche Grundannahmen der CATLM (z. B. Moreno & Mayer, 2007)

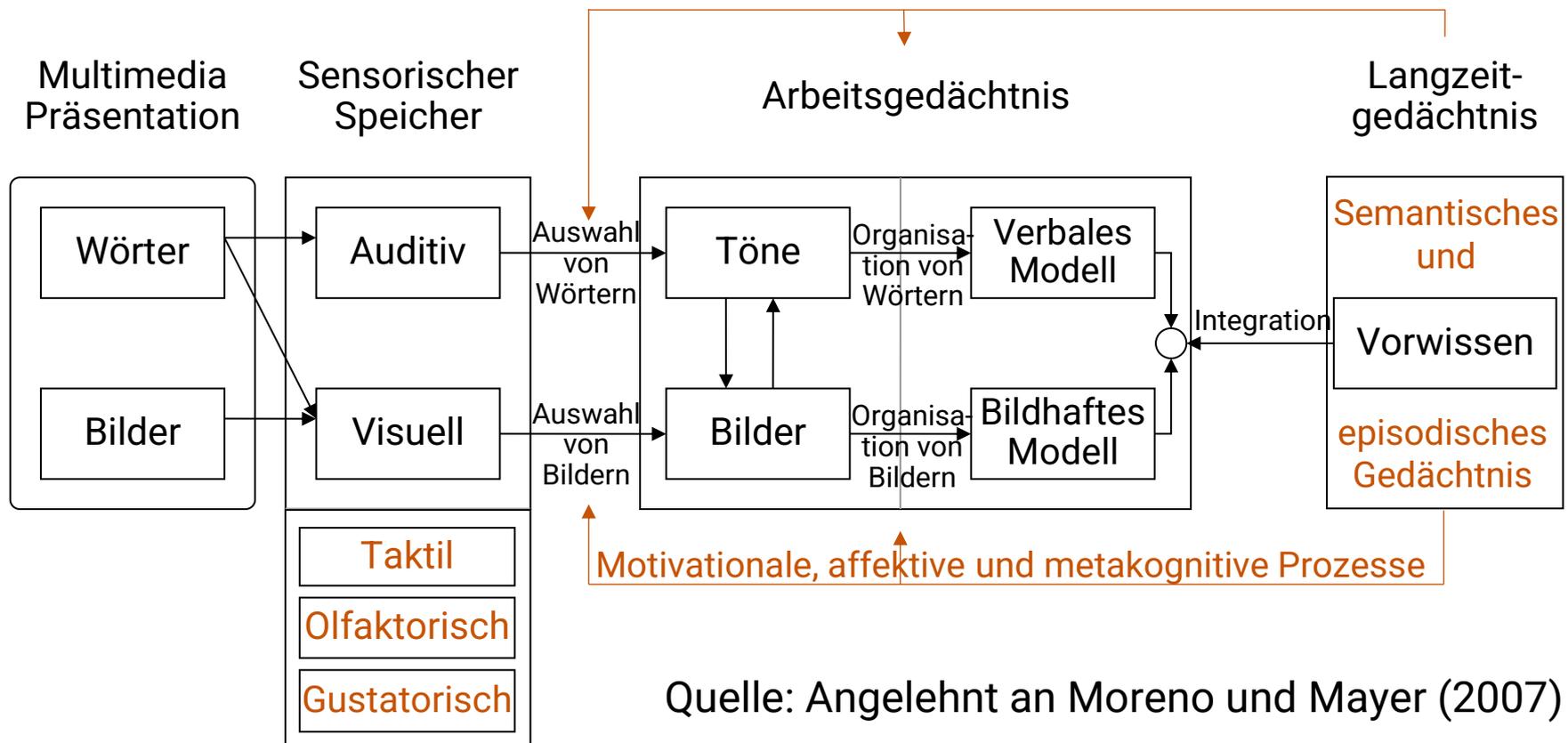
- **Unterteilung des Langzeitgedächtnisses**
 - Semantisches und episodisches Gedächtnis
- **Motivationale Faktoren**



- **Metakognitive Faktoren**
 - Beeinflussung der kognitiven Regulationsverarbeitung, Motivation und Emotion
- **Lernercharakteristika**
 - Vorwissen und Fähigkeiten
- **Taktile, olfaktorische und gustatorische Informationsaufnahme und -verarbeitung**

Verarbeitung multimedialer Botschaften nach CATLM (z. B. Moreno & Mayer, 2007)

- Gedächtnisspeicher, Kognitive Prozesse, Repräsentationsformen, motivationale, affektive und meta-kognitive Prozesse



Quelle: Angelehnt an Moreno und Mayer (2007)

Beispiel eines Fragebogens zur Motivation (Rheinberg, Vollmeyer & Burns, 2001)

- **F**ragebogen zur Erfassung **a**ktueller **M**otivation in Lern- und Leistungssituationen (**FAM**) mit 18 Items und vier Faktoren

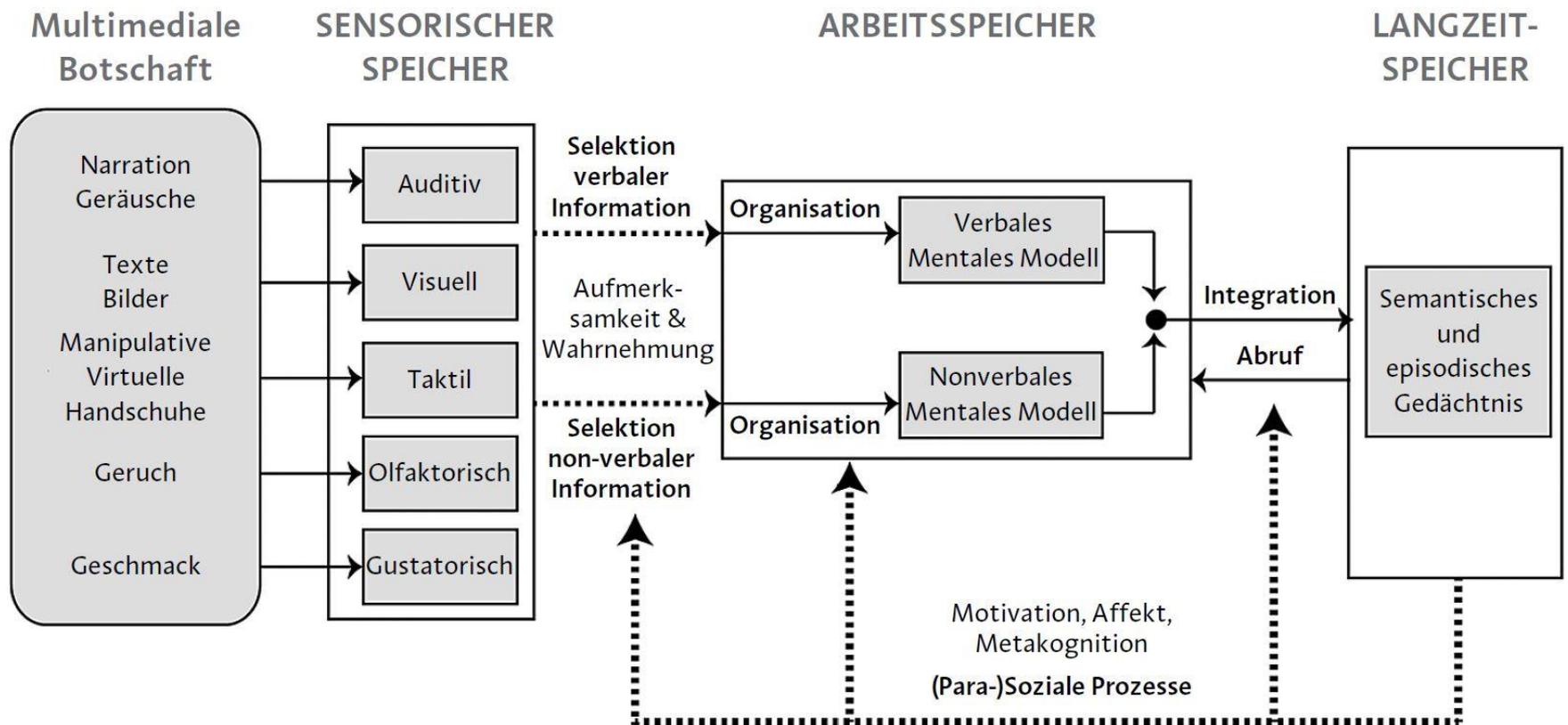
- Herausforderung (**H**)
- Interesse (**I**)
- Erfolgswahrscheinlichkeit (**E**)
- Misserfolgsbefürchtung (**M**)

	trifft nicht zu							trifft zu	
	1	2	3	4	5	6	7	6	7
1. Ich mag solche Rätsel und Knobeleyen. (I)	1	2	3	4	5	6	7		
2. Ich glaube, der Schwierigkeit dieser Aufgabe gewachsen zu sein. (E)	1	2	3	4	5	6	7		
3. Wahrscheinlich werde ich die Aufgabe nicht schaffen. (E)	1	2	3	4	5	6	7		
4. Bei der Aufgabe mag ich die Rolle des Wissenschaftlers, der Zusammenhänge entdeckt. (I)	1	2	3	4	5	6	7		
5. Ich fühle mich unter Druck, bei der Aufgabe gut abschneiden zu müssen. (M)	1	2	3	4	5	6	7		
6. Die Aufgabe ist eine richtige Herausforderung für mich. (H)	1	2	3	4	5	6	7		
7. Nach dem Lesen der Instruktion erscheint mir die Aufgabe sehr interessant. (I)	1	2	3	4	5	6	7		
8. Ich bin sehr gespannt darauf, wie gut ich hier abschneiden werde. (H)	1	2	3	4	5	6	7		
9. Ich fürchte mich ein wenig davor, dass ich mich hier blamieren könnte. (M)	1	2	3	4	5	6	7		
10. Ich bin fest entschlossen, mich bei dieser Aufgabe voll anzustrengen. (H)	1	2	3	4	5	6	7		
11. Bei Aufgaben wie dieser brauche ich keine Belohnung, sie machen mir auch so viel Spaß. (I)	1	2	3	4	5	6	7		
12. Es ist mir etwas peinlich, hier zu versagen. (M)	1	2	3	4	5	6	7		
13. Ich glaube, dass kann jeder schaffen. (E)	1	2	3	4	5	6	7		
14. Ich glaube, ich schaffe diese Aufgabe nicht. (E)	1	2	3	4	5	6	7		
15. Wenn ich die Aufgabe schaffe, werde ich schon ein wenig stolz auf meine Tüchtigkeit sein. (H)	1	2	3	4	5	6	7		
16. Wenn ich an die Aufgabe denke, bin ich etwas beunruhigt. (M)	1	2	3	4	5	6	7		
17. Eine solche Aufgabe würde ich auch in meiner Freizeit bearbeiten. (I)	1	2	3	4	5	6	7		
18. Die konkreten Leistungsanforderungen hier lähmen mich. (M)	1	2	3	4	5	6	7		

Quelle: Rheinberg, Vollmeyer und Burns (2001)

Verarbeitung multimedialer Botschaften nach KASTLM (Schneider, Beege, Nebel & Rey, 2018)

- **K**ognitiv-**A**ffektiv-**S**oziale **T**heorie des **L**ernens mit **M**edien (**KASTLM**)



Quelle: Schneider, Beege, Nebel und Rey (2018)



Worin unterscheiden sich die CATLM und die KASTLM (im Englischen: CASTLE)?

Im Umfang des sensorischen Speichers

0%

In der Berücksichtigung motivationaler Effekte

0%

In der Berücksichtigung affektiver Prozesse

0%

In der Berücksichtigung (para-)sozialer Prozesse.

0%

In der Differenzierung in ein semantisches und ein episodisches Gedächtnis.

0%



Worin unterscheiden sich die CATLM und die KASTLM (im Englischen: CASTLE)?

Im Umfang des sensorischen Speichers

##.##%

In der Berücksichtigung motivationaler Effekte

##.##%

In der Berücksichtigung affektiver Prozesse

##.##%

In der Berücksichtigung (para-)sozialer Prozesse.

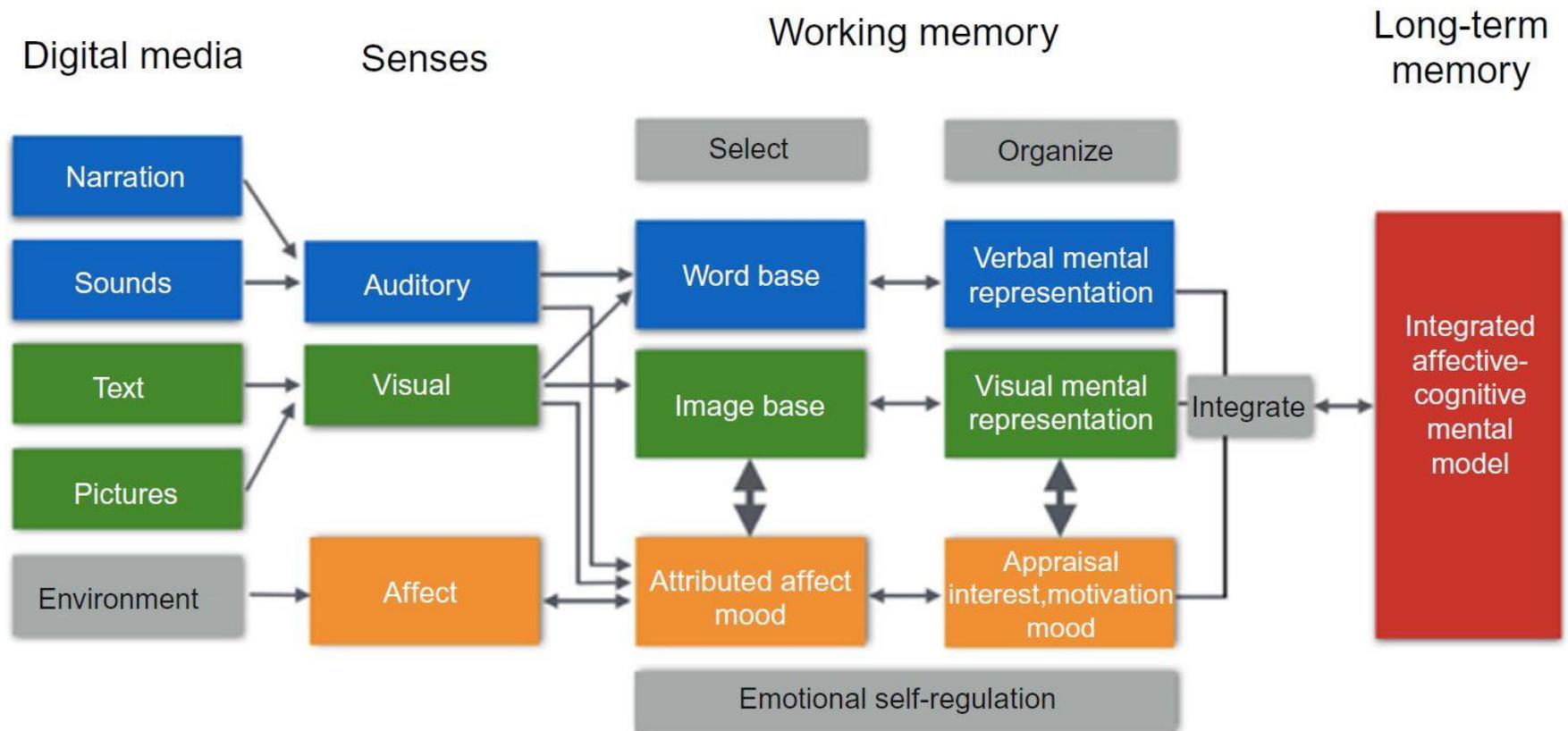
##.##%

In der Differenzierung in ein semantisches und ein episodisches Gedächtnis.

##.##%

Verarbeitung multimedialer Botschaften nach ICALM (Plass & Kaplan, 2015)

- **I**ntegrated **C**ognitive **A**ffective model of **L**earning with **M**ultimedia



Quelle: Plass und Kaplan (2015)

Zusammenfassung

- **Kognitive Strukturen:** Arbeitsgedächtnis und Langzeitgedächtnis als kognitive Strukturen in der CLT und aCLT
- **aCLT:** Berücksichtigung kognitiver und affektiver Variablen in der aCLT
- **Grundannahmen der CTML und CATLM:** Zwei Kanäle im Informationsverarbeitungssystem, begrenzte Kapazität des Arbeitsgedächtnisses und aktive Informationsverarbeitung
- **Weitere Annahmen der CATLM:** Unterteilung des Langzeitgedächtnisses, motivationale Faktoren, metakognitive Faktoren und Lernercharakteristika
- **Berücksichtigung weiterer Informationsaufnahmen laut CATLM:** Neben visueller und auditiver Informationsaufnahme auch taktile, olfaktorische und gustatorische Informationsaufnahme
- **KASTLM (Englisch: CASTLE):** Berücksichtigung (para-)sozialer Prozesse
- **ICALM:** Integratives kognitiv-affektives Modell des Lernens mit Medien

Prüfungsliteratur

- Rey, G. D. (2009). *E-Learning. Theorien, Gestaltungsempfehlungen und Forschung*. Bern: Huber.
 - Theorien – CLT (Buch: S. 36–49; Webseite: S. 21–31)
 - Theorien – CTML (Buch: S. 49–60; Webseite: S. 32–40)
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. (2019). Cognitive architecture and instructional design: 20 years later. *Educational Psychology Review*, 31, 261–292.
- Plass, J. L., & Kaplan, U. (2015). Emotional design in digital media for learning. In S. Y. Tettegah, & M. Gartmeier (Eds.). *Emotions, technology, design, and learning* (pp. 131–161). San Diego: Academic Press.

Weiterführende Literatur I

- Huk, T., & Ludwigs, S. (2009). Combining cognitive and affective support in order to promote learning. *Learning and Instruction, 19*, 495–505.
- Paas, F., & Sweller, J. (2014). Implications of Cognitive Load Theory for Multimedia Learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (2 ed., pp. 27–42). Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Sweller, J. (2005). Implications of Cognitive Load Theory for multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 19–30). Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Beckmann, J. F. (2010). Taming a beast of burden - On some issues with the conceptualisation and operationalisation of cognitive load. *Learning and Instruction, 20*, 250–264.
- Bevilacqua, A. (2017). Commentary: Should gender differences be included in the evolutionary upgrade to cognitive load theory? *Educational Psychology Review, 29*, 189–194.

Weiterführende Literatur II

- Chen, F., Zhou, J., Wang, Y., Yu, K., Arshad, S. Z., Khawaji, A., & Conway, D. (2016). *Robust multimodal cognitive load measurement*. Switzerland: Springer.
- de Bruin, A. B. H., & van Merriënboer, J. J. G. (2017). Bridging cognitive load and self-regulated learning research: A complementary approach to contemporary issues in educational research. *Learning and Instruction, 51*, 1–9.
- de Jong, T. (2010). Cognitive load theory, educational research, and instructional design: some food for thought. *Instructional Science, 38*, 105–134.
- Galy, E., Cariou, M., & Mélan, C. (2012). What is the relationship between mental workload factors and cognitive load types? *International Journal of Psychophysiology, 83*, 269–275.
- Kalyuga, S. (2011). Cognitive load theory: How many types of load does it really need? *Educational Psychology Review, 23*, 1–19.

Weiterführende Literatur III

- Kalyuga, S., & Singh, A.-M. (2016). Rethinking the boundaries of cognitive load theory in complex learning. *Educational Psychology Review*, 28, 831–852.
- Leppink, J., & Van Merriënboer, J. J. G. (2015). The beast of aggregating cognitive load measures in technology-based learning. *Educational Technology & Society*, 18, 230–245.
- Ngu, B. H., Phan, H. P., Yeung, A. S., & Chung, S. F. (2018). Managing element interactivity in equation solving. *Educational Psychology Review*, 30, 255–272.
- Paas, F., Van Gog, T., & Sweller, J. (2010). Cognitive load theory: New conceptualizations, specifications, and integrated research perspectives. *Educational Psychology Review*, 22, 115–121.
- Seufert, T. (2018). The interplay between self-regulation in learning and cognitive load. *Educational Research Review*, 24, 116–129.

Weiterführende Literatur IV

- Sweller, J. (2010). Element interactivity and intrinsic, extraneous, and germane cognitive load. *Educational Psychology Review*, 22, 123–138.
- Zheng, R. (2018). *Cognitive load measurement and application: A theoretical framework for meaningful research and practice*. New York, NY: Routledge.
- Schallberger, U. (2005). Projekt „Qualität des Erlebens in Arbeit und Freizeit“. Untersuchungen mit der Experience Sampling Method. Kurzskalen zur Erfassung der Positiven Aktivierung, Negativen Aktivierung und Valenz in Experience Sampling Studien (PANAVA-KS). Theoretische und methodische Grundlagen, Konstruktvalidität und psychometrische Eigenschaften bei der Beschreibung intra-und interindividueller Unterschiede.
- Mayer, R. E. (2014). Cognitive theory of multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (2 ed., pp. 43–71). Cambridge, MA: Cambridge University Press.

Weiterführende Literatur V

- Moreno, R. (2005). Instructional technology: Promise and pitfalls. In L. Pytlikzillig, M. Bodvarsson & R. Bruning (Eds.), *Technology-based education: Bringing researchers and practitioners together* (pp. 1–19). Greenwich, CT: Information Age Publishing.
- Rheinberg, F., Vollmeyer, R., & Burns, B. D. (2001). FAM: Ein Fragebogen zur Erfassung aktueller Motivation in Lern- und Leistungssituationen (Langversion, 2001). *Diagnostica, 2*, 57–66.
- Moreno, R., & Mayer, R. (2007). Interactive multimodal learning environments: Special issue on interactive learning environments: Contemporary issues and trends. *Educational Psychology Review, 19*, 309–326.
- Kim, C., & Pekrun, R. (2014). Emotions and motivation in learning and performance. In J. M. Spector, M. D. Merrill, J. Elen, & M. J. Bishop (Eds.), *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 65–75). New York: Springer.

Weiterführende Literatur VI

- Schneider, S., Beege, M., Nebel, S. & Rey, G. D. (2018). Soziale Prozesse beim Lernen mit digital präsentierten Lernmaterialien. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 65, 257–274.
- Schneider, S., Beege, M., Nebel, S., Schnaubert, L., & Rey, G. D. (2022). The Cognitive-Affective-Social Theory of Learning in digital Environments (CASTLE). *Educational Psychology Review*, 34, 1–38.