

Lernen mit Multimedia

Detlev Leutner

*11. SH-Sommeruniversität,
Akademie Sankelmark, 09.-11.08.2018*

*Dank an: Jan Plass, Roland Brünken, Maria Opfermann, Annett Schmeck,
Johannes Hellenbrand u.a.*

Ein Teil der Arbeiten wurde gefördert von der DFG.

Überblick

- **Einleitung:** Worum geht es?
- **Typische Befunde** zum Lernen mit Multimedia
 - Text & Bild vs. nur Text
 - Bild & gehörter Text vs. Bild und gelesener Text
- **Theoretischer Hintergrund**
 - Cognitive Theory of Multimedia Learning
 - Cognitive Load Theory
 - Ist Cognitive Load messbar?
 - Design-Prinzipien zum Lernen mit Multimedia
- Multimedia „im Kopf“? **Generatives Zeichnen**
 - mit und ohne instruktionale Unterstützung
 - Regt generatives Zeichnen metakognitive Prozesse an?
- **Fazit**

Überblick

- ➔ ▪ **Einleitung:** Worum geht es?
- **Typische Befunde** zum Lernen mit Multimedia
 - Text & Bild vs. nur Text
 - Bild & gehörter Text vs. Bild und gelesener Text
- **Theoretischer Hintergrund**
 - Cognitive Theory of Multimedia Learning
 - Cognitive Load Theory
 - Ist Cognitive Load messbar?
 - Design-Prinzipien zum Lernen mit Multimedia
- Multimedia „im Kopf“? **Generatives Zeichnen**
 - mit und ohne instruktionale Unterstützung
 - Regt generatives Zeichnen metakognitive Prozesse an?
- **Fazit**

Einleitung: Worum geht es?

- **Lernen mit Multimedia = Lernen mit Text und Bild**
 - Nicht die Art des Mediums zählt
 - » (Computer, Video, Fernsehen, Game for Learning, Buch, Vortrag)
 - Sondern
 - » die **Art der Kodierung von Informationen** (sprachlich/ bildlich) und
 - » die **Art der Informationsaufnahme** (visuell/ auditiv)

- Typisch **Psychologie**...

Typische Studien:

Text & Bild > nur Text (Plass, Chun, Mayer & Leutner, 1998)

Anekdote zur Senkung der Arbeitsmoral
Heinrich Böll

In einem Hafen an der westlichen Küste Europas liegt ein ärmlich^o gekleideter Mann in seinem Fischerboot und döst^o. Ein schick^o angezogener Tourist legt eben^o einen neuen Farbfilm in seinen Fotoapparat, um das idyllische Bild zu fotografieren: blauer Himmel, grüne See^o mit friedlichen schneeweissen Wellen, ein schwarzes Boot, rote Fischermütze^o. Klick. Noch einmal: klick, und da aller guten Dinge drei sind, und sicher sicher ist, ein drittes Mal: klick. Das spröde^o, fast feindselige^o Geräusch weckt den dösenden Fischer, der sich schläfrig

INTRO RECORD AUTHOR NOTEBOOK HELP QUIT

▪ Lernumgebung

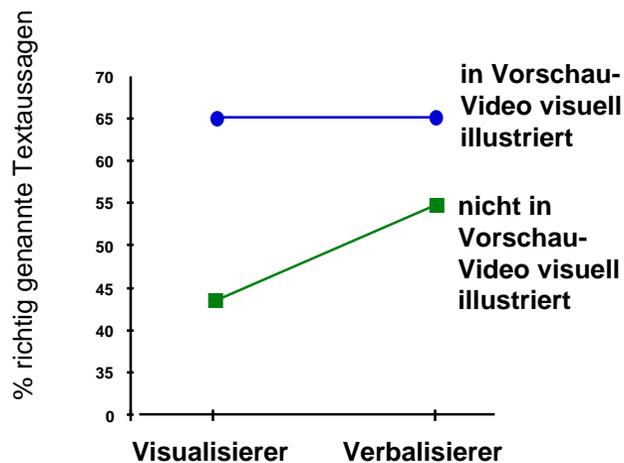
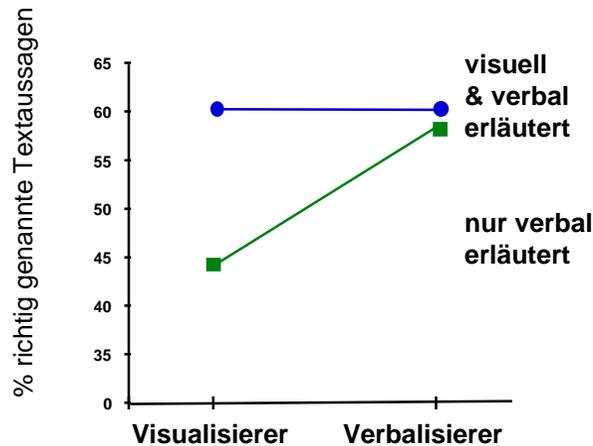
- CyberBuch (Chun & Plass, 1996): Bölls "Anekdote zur Senkung der Arbeitsmoral";
 - » 762 Worte über 11 Bildschirmseiten
- markierte Wörter erläutert via
 - » nur Text
 - » Text und Bild (Auswahloption)
 - » Text und Video (Auswahloption)
- Vorschau-Video

▪ Stichprobe

- 103 kalifornische College-Studenten, 39 Visualisierer, 35 Verbalisierer, 29 ohne erkennliche Präferenz

Typische Studien:

Text & Bild > nur Text (Plass, Chun, Mayer & Leutner, 1998)



■ Erläuterungen:

- Aussagen, die via Text *und* Bild/Video erläutert sind, werden besser erinnert als Aussagen, die nur via Text erläutert sind (**Multimedia-Effekt**, $F(1,72)=7.7$, $p<.01$). Der Unterschied ist für Visualisierer deutlich größer als für Verbalisierer (**ATI-Effekt**, $F(1,72)=4.4$, $p<.05$).

■ Vorschau-Video:

- Aussagen, die im Vorschauvideo visuell illustriert sind, werden besser erinnert als Aussagen, die nicht illustriert sind (**Multimedia-Effekt**, $F(1,72)=45.5$, $p<.001$). Der Unterschied ist für Visualisierer deutlich größer als für Verbalisierer (**ATI-Effekt**, $F(1,72)=5.1$, $p<.05$).

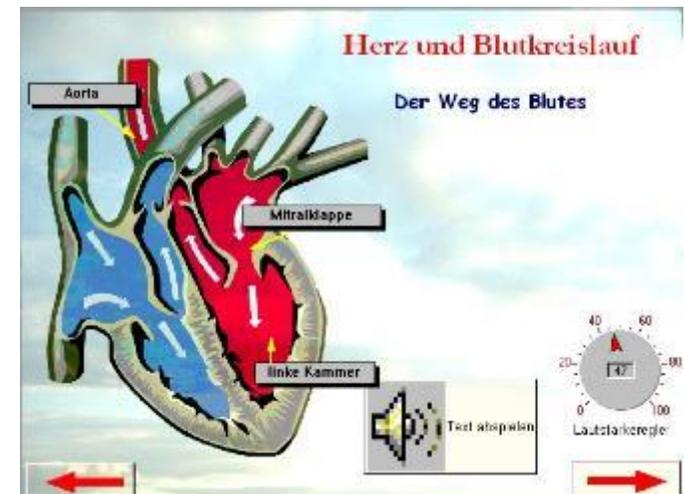
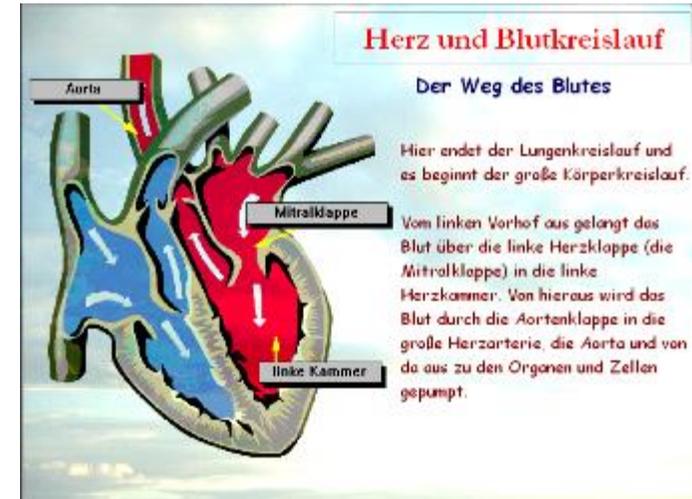
■ Kein Unterschied für Bild vs. Video

Typische Studien:

Bild & gehörter Text > Bild & gelesener Text

(Brünken & Leutner, 2001)

- 2 Experimente
- Lehrinhalt:
Funktionalität des Herz-Kreislaufsystems
- Umsetzung:
 - Verbale Information (**Texte**):
Information zu Strukturen des Herz-Kreislaufsystems
 - Bildliche Information (**Bilder**):
Information zu Prozessen im Herz-Kreislaufsystem
- Lehrmaterialpräsentation:
audiovisuell vs. visuell
- Steuerung der Präsentationszeiten:
 - systemgesteuert (Exp. 1) vs.
 - lernergesteuert (Exp. 2)

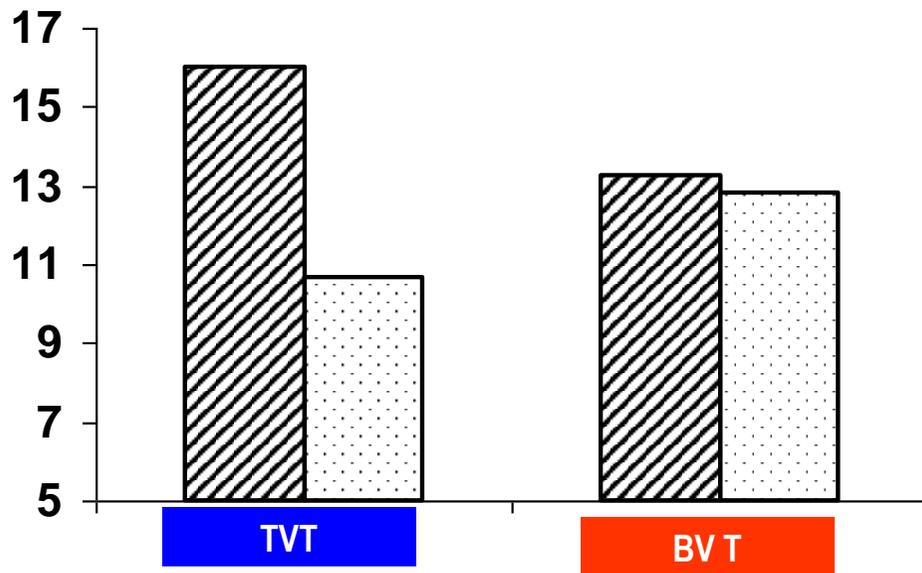


Typische Studien:

Bild & gehörter Text > Bild & gelesener Text

(Brünken & Leutner, 2001)

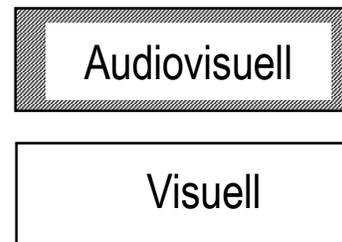
Experiment 1



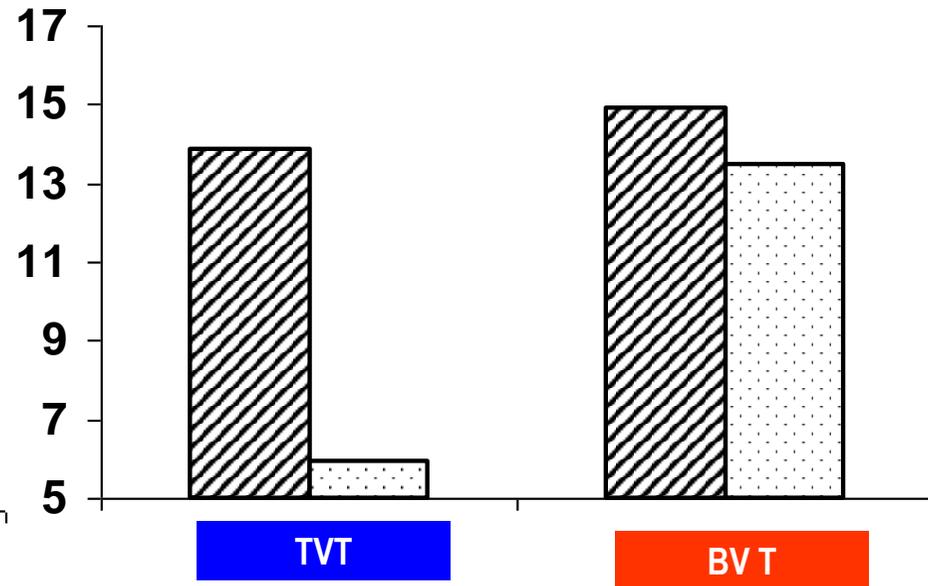
Experiment 1:

TVT: $t(38) = 1.87$; $p = .035$; $d = .59$

BVT: $t(38) = .403$; n.s.



Experiment 2



Experiment 2:

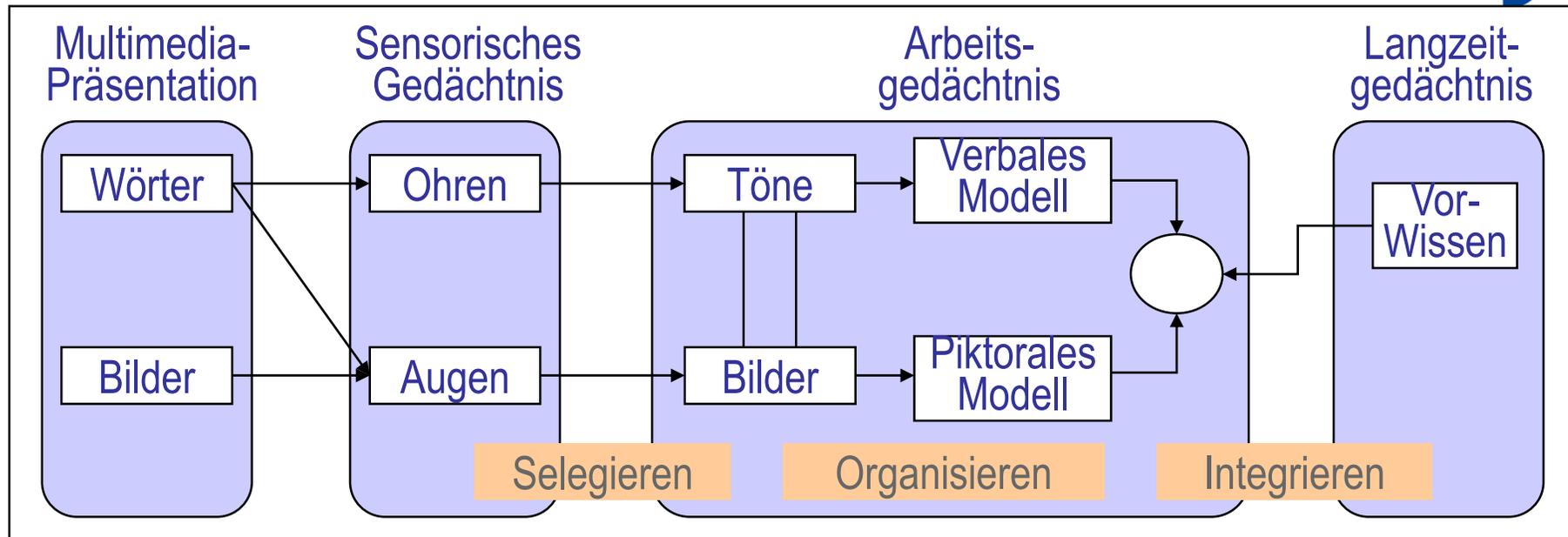
TVT: $t(36) = 2.41$; $p = .011$; $d = .78$

BVT: $t(36) = 1.264$; n.s.

Überblick

- **Einleitung:** Worum geht es?
- **Typische Befunde** zum Lernen mit Multimedia
 - Text & Bild vs. nur Text
 - Bild & gehörter Text vs. Bild und gelesener Text
- ▪ **Theoretischer Hintergrund**
 - Cognitive Theory of Multimedia Learning
 - Cognitive Load Theory
 - Ist Cognitive Load messbar?
 - Design-Prinzipien zum Lernen mit Multimedia
- Multimedia „im Kopf“? **Generatives Zeichnen**
 - mit und ohne instruktionale Unterstützung
 - Regt generatives Zeichnen metakognitive Prozesse an?
- **Fazit**

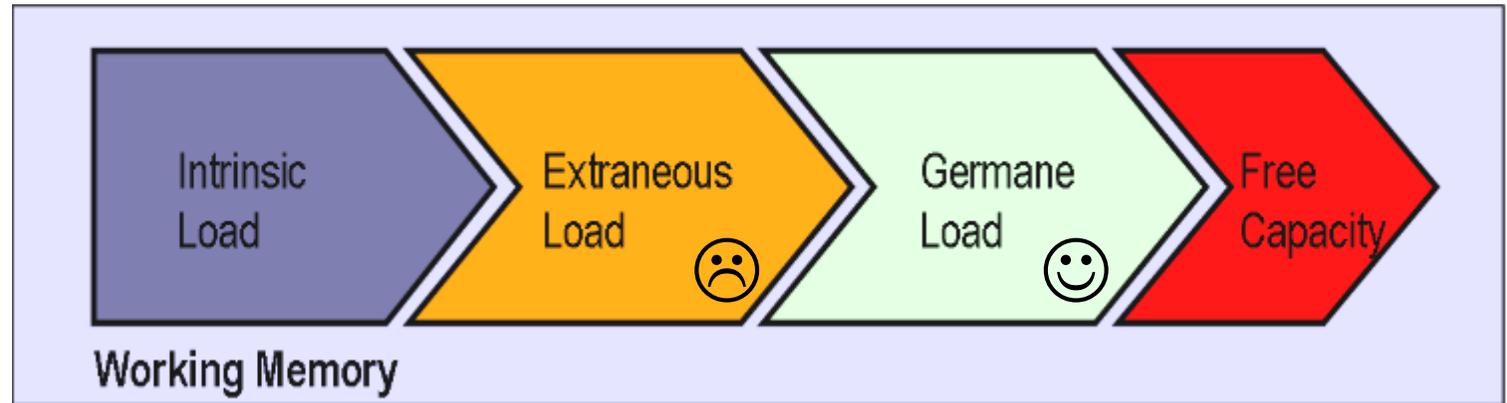
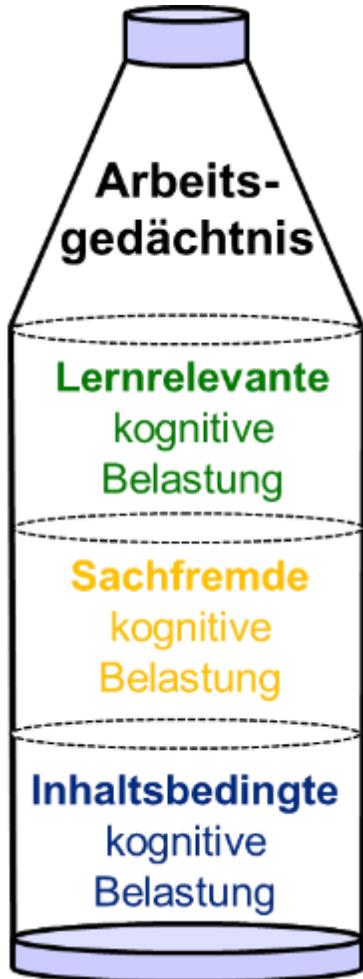
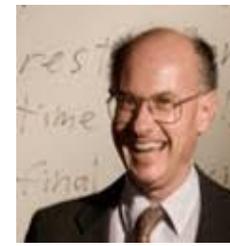
Theoretischer Hintergrund (1): Cognitive Theory of Multimedia Learning



(nach Mayer, 2009)

- Drei Grundannahmen zum **Lernen mit Multimedia**:
 - **aktive Verarbeitung** (Mayer, 2001; Wittrock, 1990)
 - **duale Kodierung** der Information („dual coding“: **Worte & Bilder**; Paivio, 1996) & **2-Kanal-Verarbeitung** („sensory modalities“: **auditiv & visuell**; Baddeley, 1992)
 - **begrenzte Verarbeitungskapazität** (Baddeley, 1992; Chandler & Sweller, 1991)

Theoretischer Hintergrund (2): Cognitive Load Theory



(nach Sweller, 1984)

- Didaktisches Ziel der Nutzung der Theorie:
 - Bei geg. „intrinsic load“ den „extraneous load“ möglichst weit zu reduzieren, um möglichst viel „Raum“ für lernwirksame informationsverarbeitende Prozesse zu schaffen, die „germane load“ hervorrufen.

Überblick

- **Einleitung:** Worum geht es?
- **Typische Befunde** zum Lernen mit Multimedia
 - Text & Bild vs. nur Text
 - Bild & gehörter Text vs. Bild und gelesener Text
- **Theoretischer Hintergrund**
 - Cognitive Theory of Multimedia Learning
 - Cognitive Load Theory
 - ➔ – Ist Cognitive Load messbar?
 - Design-Prinzipien zum Lernen mit Multimedia
- Multimedia „im Kopf“? **Generatives Zeichnen**
 - mit und ohne instruktionale Unterstützung
 - Regt generatives Zeichnen metakognitive Prozesse an?
- **Fazit**

Messung von Cognitive Load: Doppeltätigkeits-Paradigma

(Brünken, Steinbacher, Plass & Leutner, 2002)

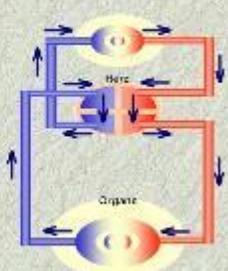
- 2 Experimente
- Inhalt: Herzkreislauf-System & Stadtplan Florenz
- Primäraufgabe:
Lernen mit wechselnden Bildschirm-Seiten
 - Text lesen – hören – lesen – hören – lesen – hören etc.
- Sekundäraufgabe:
Möglichst schnell auf Farbwechsel **A** → **A** reagieren
 - Reaktionszeit als Indikator für kognitive Belastung

A

Das Blut

Um seine vielfältigen Funktionen erfüllen zu können, muß das Blut die Zellen des Körpers erreichen können. Es bewegt sich über ein leistungsfähiges Transportsystem: das Blutgefäßsystem mit seinen mehreren Tausend Kilometer langer Blutgefäßbahnen.

Durch dieses vielfältig verzweigte Netz wird das Blut kontinuierlich 24 Stunden am Tag gepumpt. Diese Aufgabe erledigt das Kreislaufsystem mit Hilfe des Herzens. Das Herz ist einfach formale – nicht anders als die eine Druck-Saugpumpe.



A

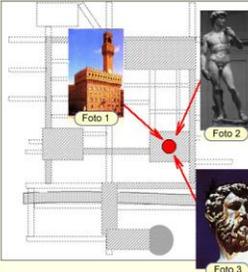
Auf der Piazza della Signoria

An diesem Platz befindet sich der Palazzo Vecchio (Foto 1), der zu Zeiten der florentinischen Republik, zwischen 1250 und 1530, als Sitz der Stadtregierung, der sogenannten Signoria diente und heute ebenfalls als Museum zu besichtigen ist.

Vor dem Palazzo Vecchio stehen zwei monumentale Marmorskulpturen, der berühmte David (Foto 2) von Michelangelo (heute nur noch als Kopie, das Original steht in der Galleria della Accademia) und ein, von den Florentinern als Mostro Bianco (Foto 3) (weißes Monster) bezeichnete Neptunbrunnen.

Der Palazzo Vecchio (vecchio = alt) erhielt seinen Namen übrigens, nachdem die Medici ihn als Regierungssitz gegen den Palazzo Pitti eingetauscht hatten. Vorher hieß er einfach Palazzo della Signoria, was man schlicht mit Rathaus übersetzen kann.

Der Palast ist aber an sich auch älter als die meisten anderen Gebäude. Er wurde 1299 in streng gotischem Stil errichtet, was man an den für die Gotik typischen Spitzbogenfenstern erkennen kann.



Messung von Cognitive Load: Doppeltätigkeits-Paradigma

(Brünken, Steinbacher, Plass & Leutner, 2002)

▪ Experiment 1

– **Wissenserwerb** Prä-Post

» $t(9)=6.97, p<.001$

– **Reaktionszeit** bei Sekundäraufgabe

» $F(2,9)= 41.19, p<.001$;

» DT (V) vs. DT (AV): $t(9) = 4.28, p = .002, d = 0.82$

▪ Experiment 2

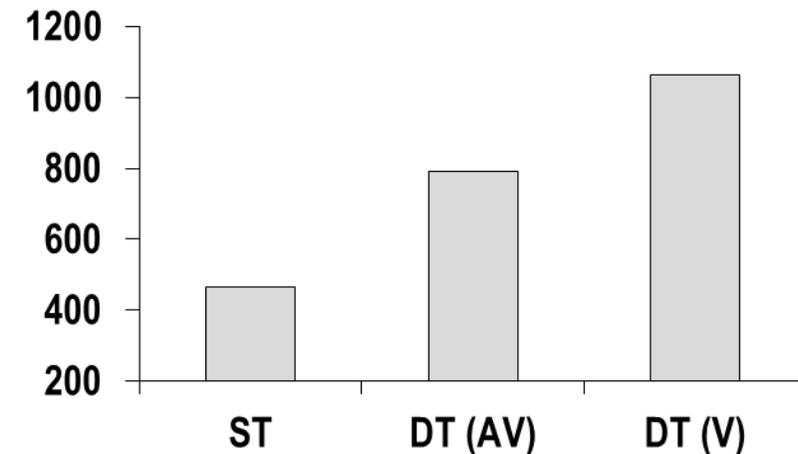
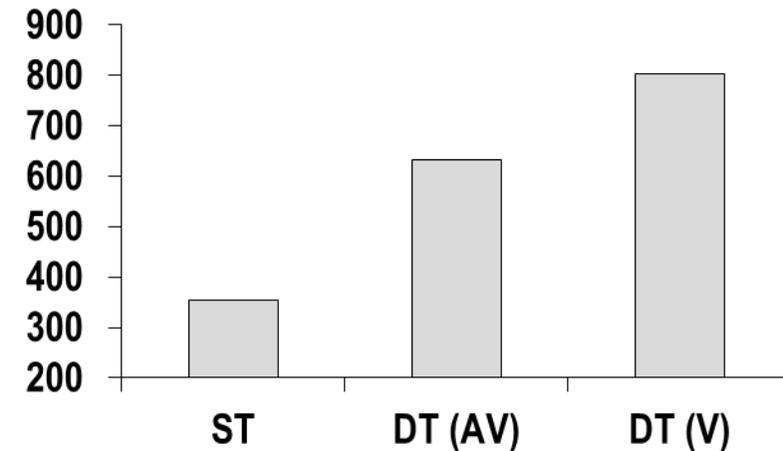
– **Wissenserwerb** Prä-Post

» $t(9)=6.63, p<.001$

– **Reaktionszeit** bei Sekundäraufgabe

» $F(2,9)= 20.36, p<.001$;

» DT (V) vs. DT (AV): $t(9) = 7.69, p = .001, d = 0.75$



Design-Prinzipien zum Lernen mit Multimedia (Mayer, 2009)

▪ Multimedia-Prinzip:

» Schüler lernen besser mit Worten *und* Bildern als mit Worten allein.

▪ Modalitäts-Prinzip:

» Schüler lernen besser mit Bildern/Animationen und *gesprochenen* Erläuterungen als mit Bildern/Animationen und erläuterndem Text auf dem Bildschirm.

▪ Redundanz-Prinzip:

» Schüler lernen besser mit Animationen und gesprochenen Erläuterungen als mit Animationen, gesprochenen Erläuterungen und Text auf dem Bildschirm.

▪ Kontiguitäts-Prinzip:

» Schüler lernen besser, wenn aufeinander bezogene Texte und Bilder *nah* anstatt fern voneinander (räumliche Nähe) und wenn sie *simultan* anstatt sequentiell (zeitliche Nähe) präsentiert werden.

▪ Kohärenz-Prinzip:

» Schüler lernen besser, wenn überflüssiges (irrelevantes) Material entfernt anstatt hinzugefügt wird.

Überblick

- **Einleitung:** Worum geht es?
- **Typische Befunde** zum Lernen mit Multimedia
 - Text & Bild vs. nur Text
 - Bild & gehörter Text vs. Bild und gelesener Text
- **Theoretischer Hintergrund**
 - Cognitive Theory of Multimedia Learning
 - Cognitive Load Theory
 - Ist Cognitive Load messbar?
 - Design-Prinzipien zum Lernen mit Multimedia
- ➔ ▪ Multimedia „im Kopf“? **Generatives Zeichnen**
 - mit und ohne instruktionale Unterstützung
 - Regt generatives Zeichnen metakognitive Prozesse an?
- **Fazit**

Multimedia im Kopf?

Spontanes Zeichnen beim Lesen eines Textes

Nr.: 5



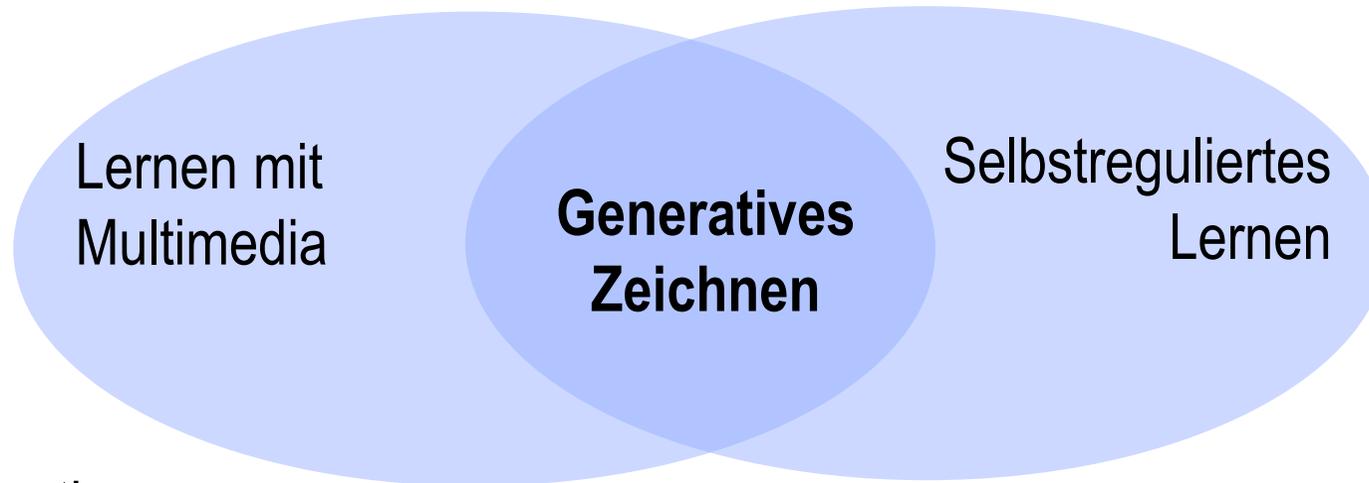
Eine Fledermaus



Auch eine Fledermaus...

Multimedia im Kopf?

Generatives Zeichnen



Kombination
von Text & Bild
unterstützt verstehendes Lernen.

(e.g., Mayer, 2009; Schnotz, 2005)

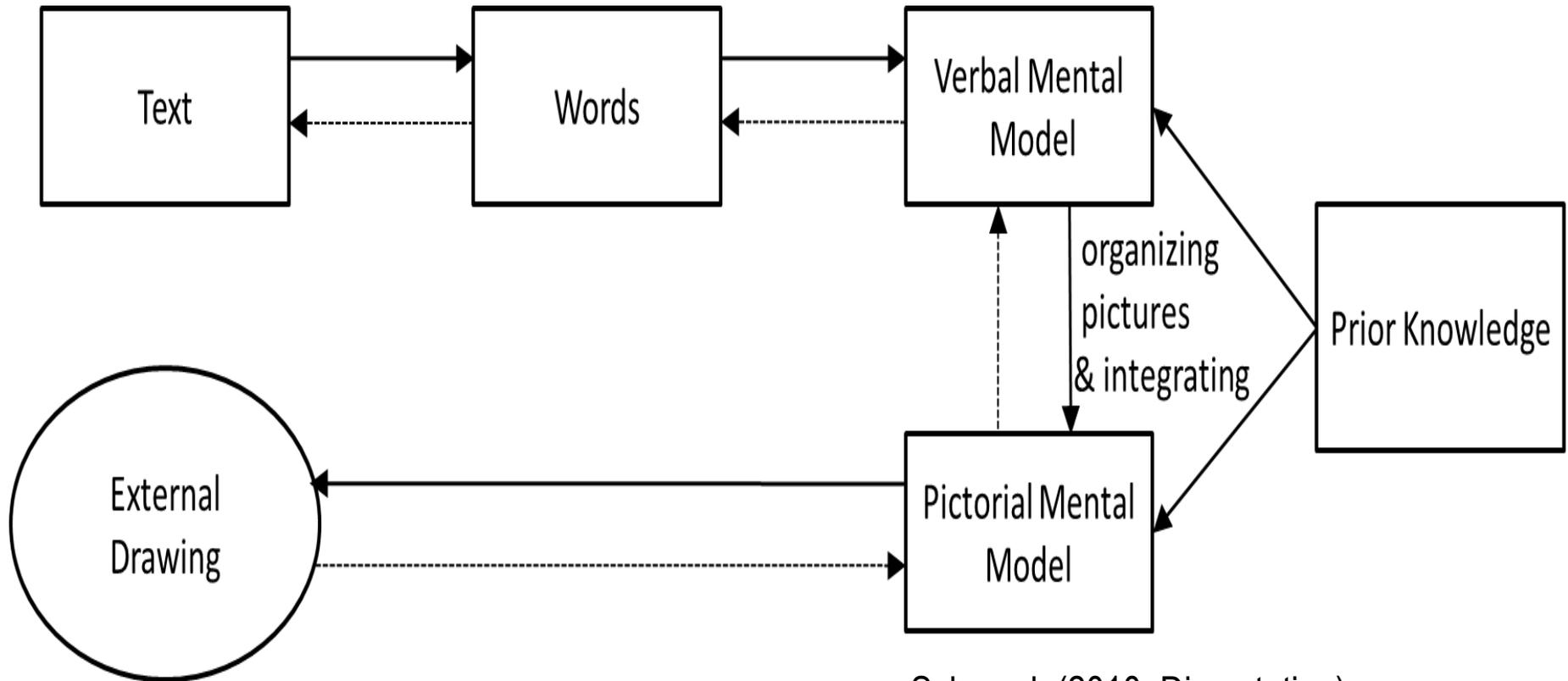
Aktive kognitive &
metakognitive Verarbeitung
unterstützt verstehendes Lernen.

(Leopold & Leutner, 2002; Pintrich, 2000;
Weinstein & Mayer, 1986)

Multimedia „im Kopf“?

Generatives Zeichnen: Angeregte kognitive & metakognitive Prozesse

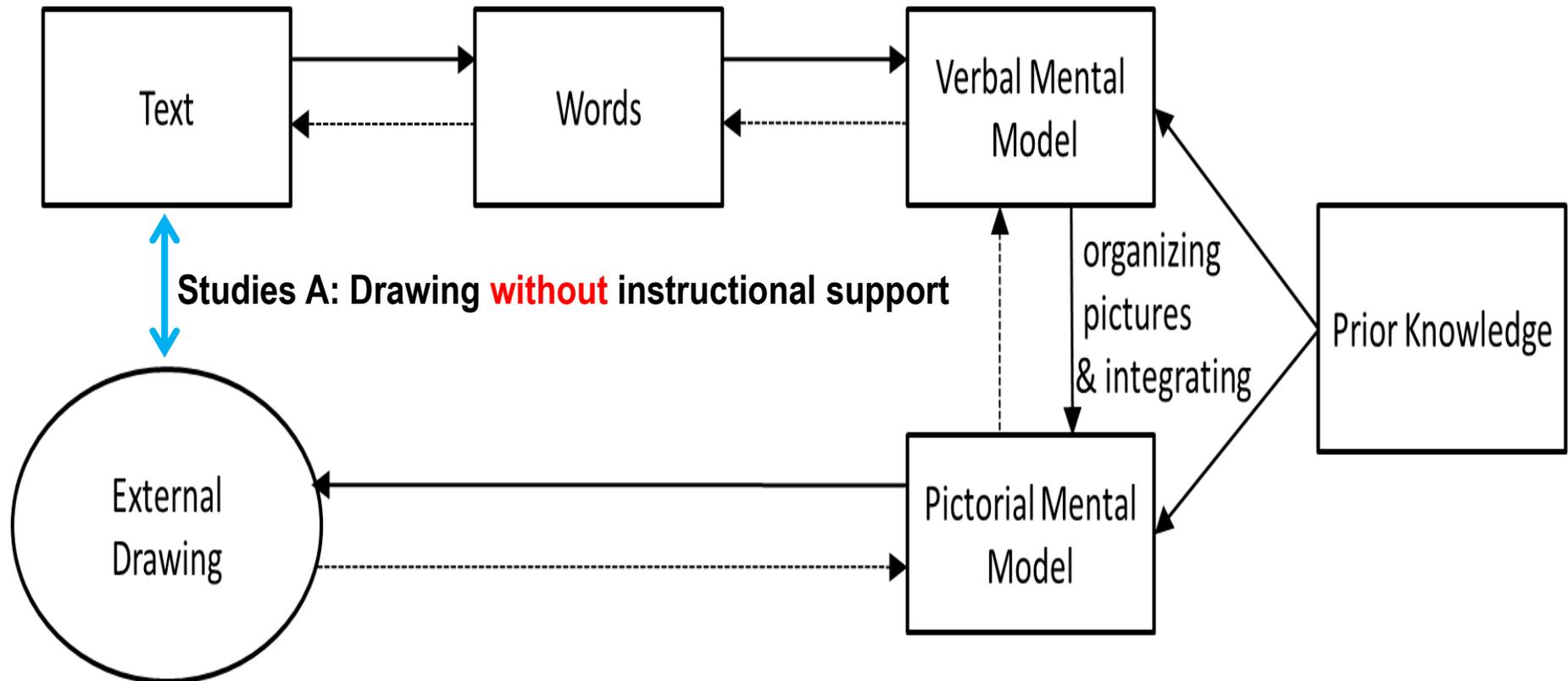
- Generative Theory of Drawing Instruction (Van Meter & Garner, 2005)



Schmeck (2010; Dissertation),
see also Leutner & Schmeck (2014;
Cambridge Handbook of Multimedia Learning)

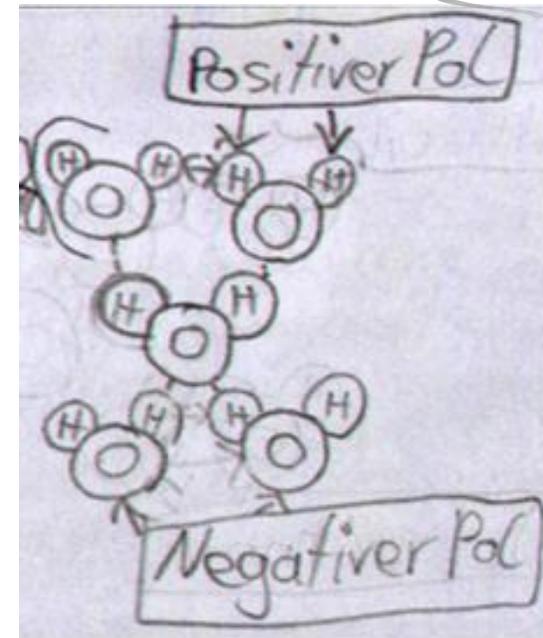
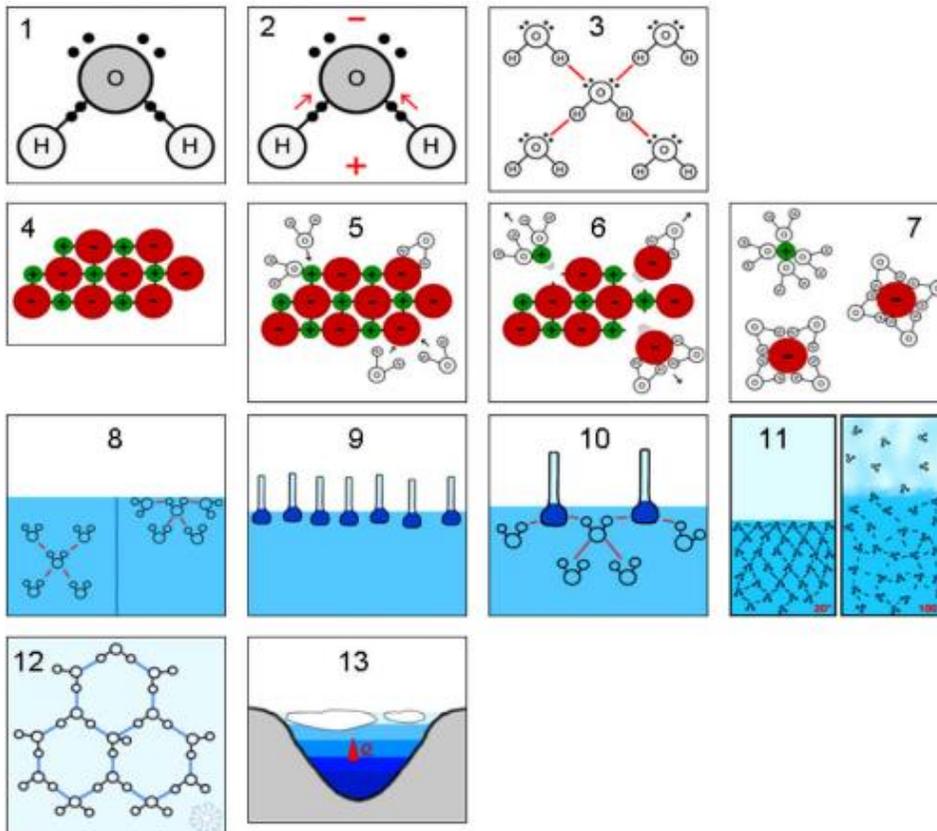
Generatives Zeichnen ohne instruktionale Unterstützung

- Vergleich
 - Lesen vs. Lesen & Zeichnen



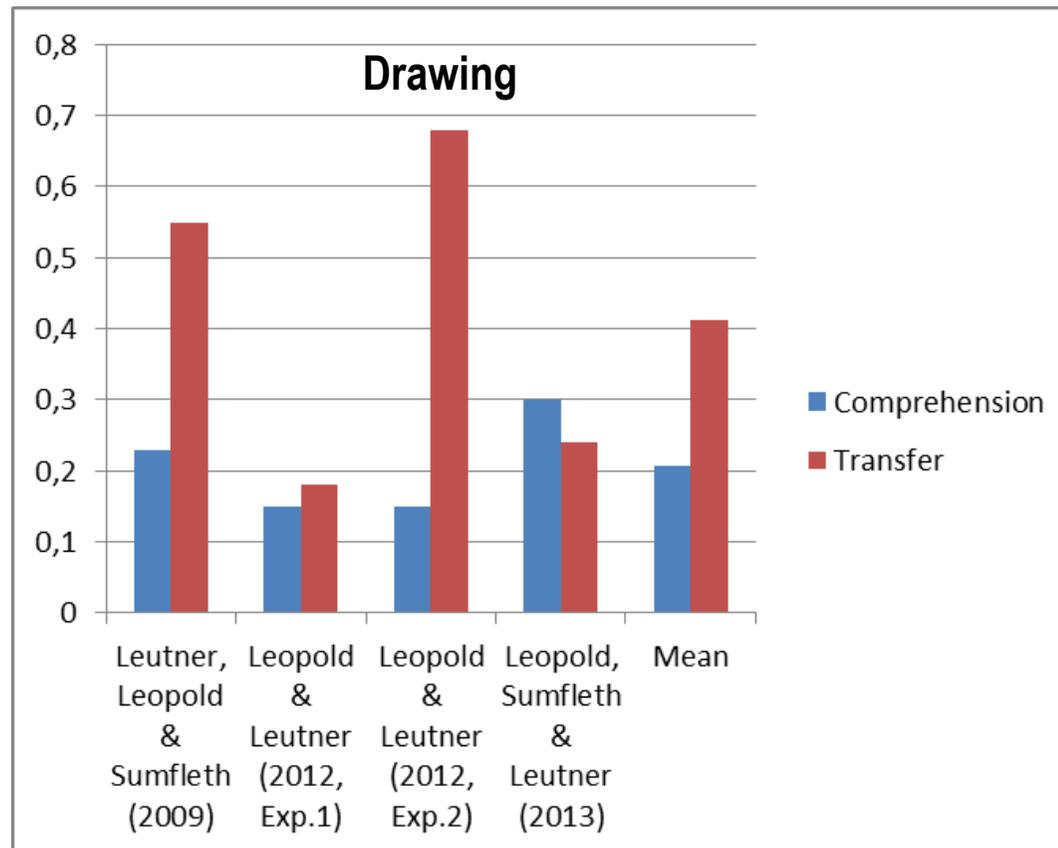
Generatives Zeichnen ohne instruktionale Unterstützung

- Lehrstoff: Dipol-Charakter des Wasser-Molküls



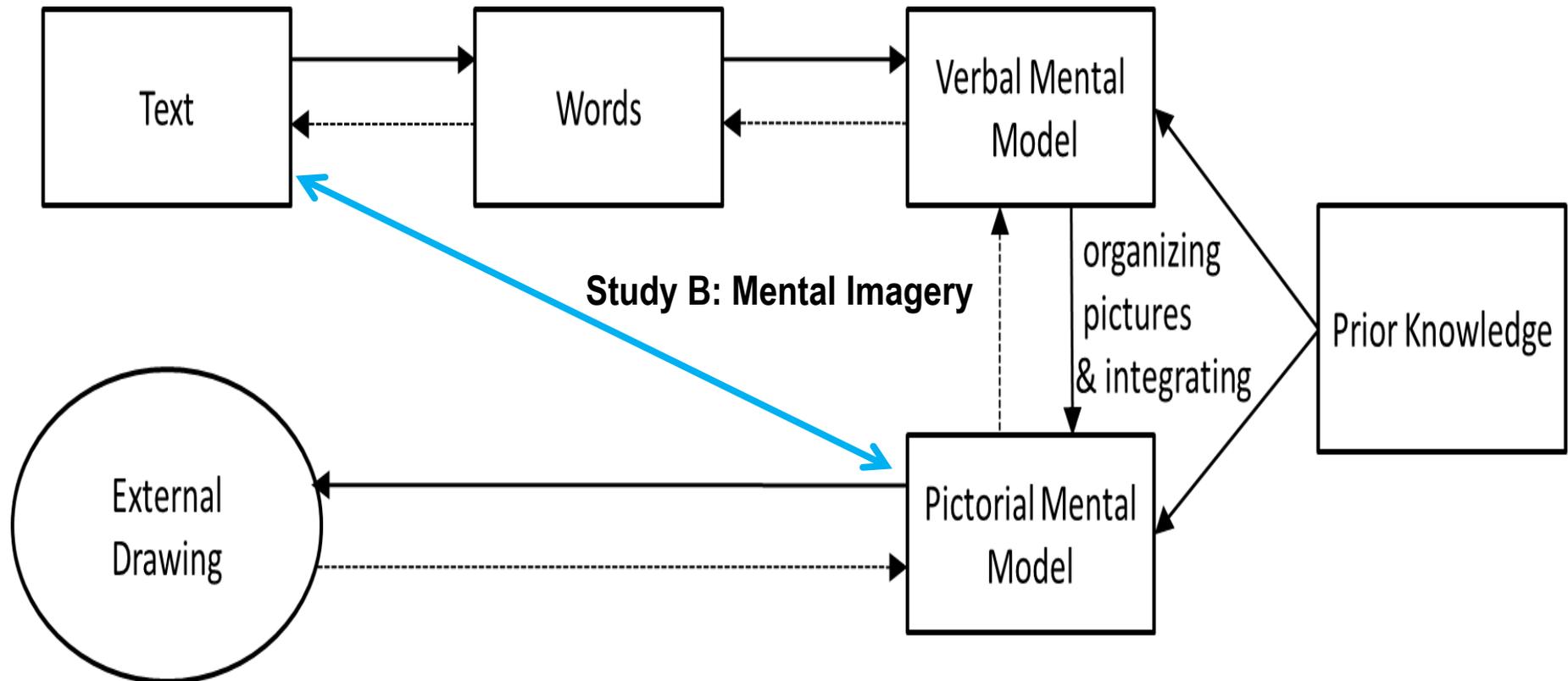
Generatives Zeichnen ohne instruktionale Unterstützung

- Effektstärken Cohen's d (5 Studien; Lesen vs. Lesen & Zeichnen)



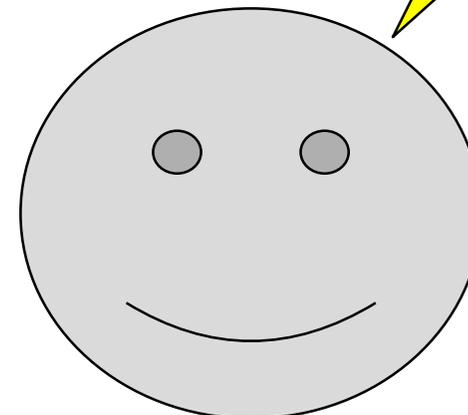
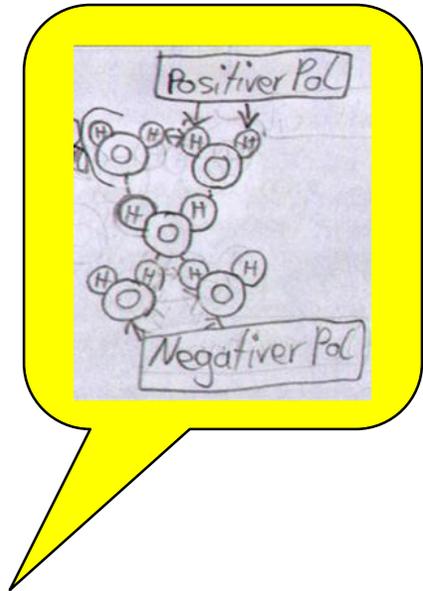
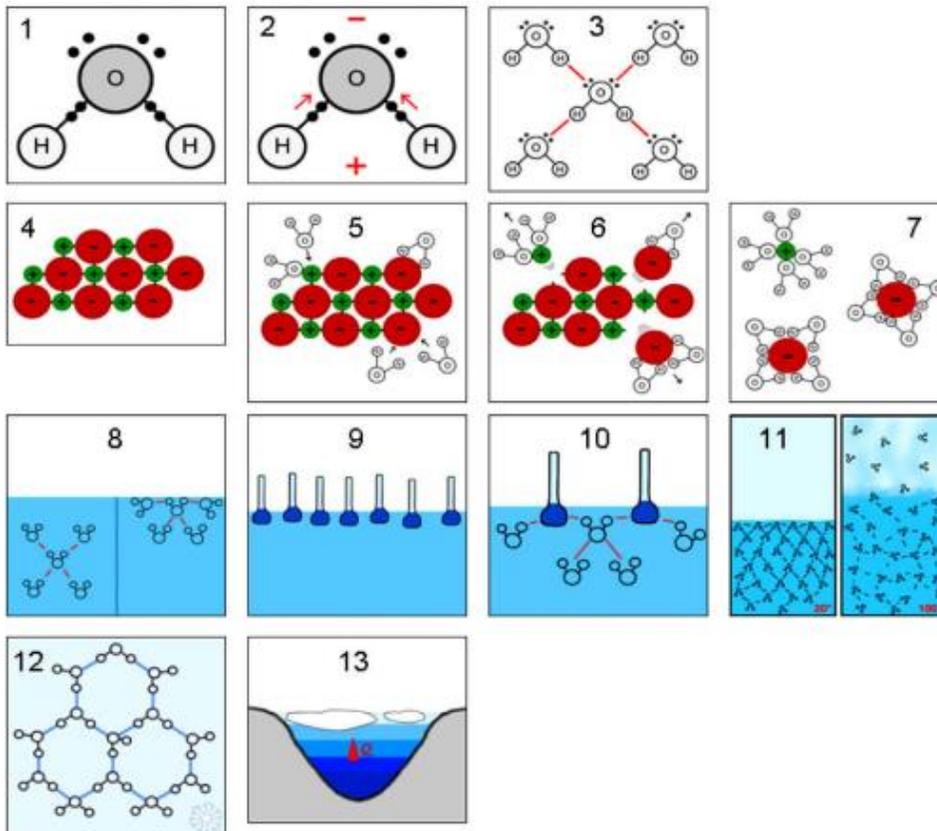
Generatives Zeichnen: Mentale Vorstellungsbilder

- Vergleich
 - Lesen vs. Lesen und mentales Vorstellen



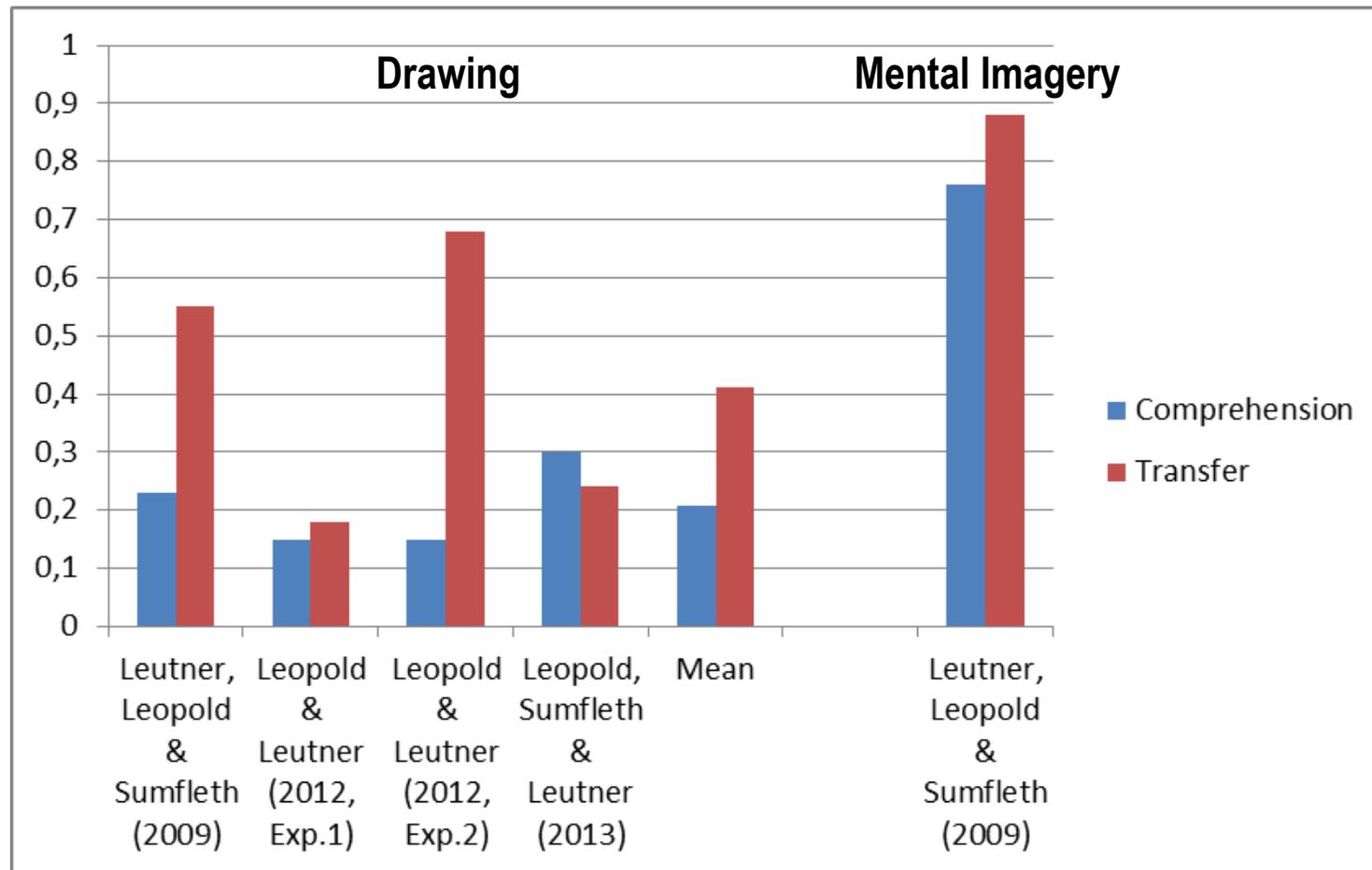
Generatives Zeichnen: Mentale Vorstellungsbilder

- Lehrstoff: Dipol-Charakter des Wasser-Molküls



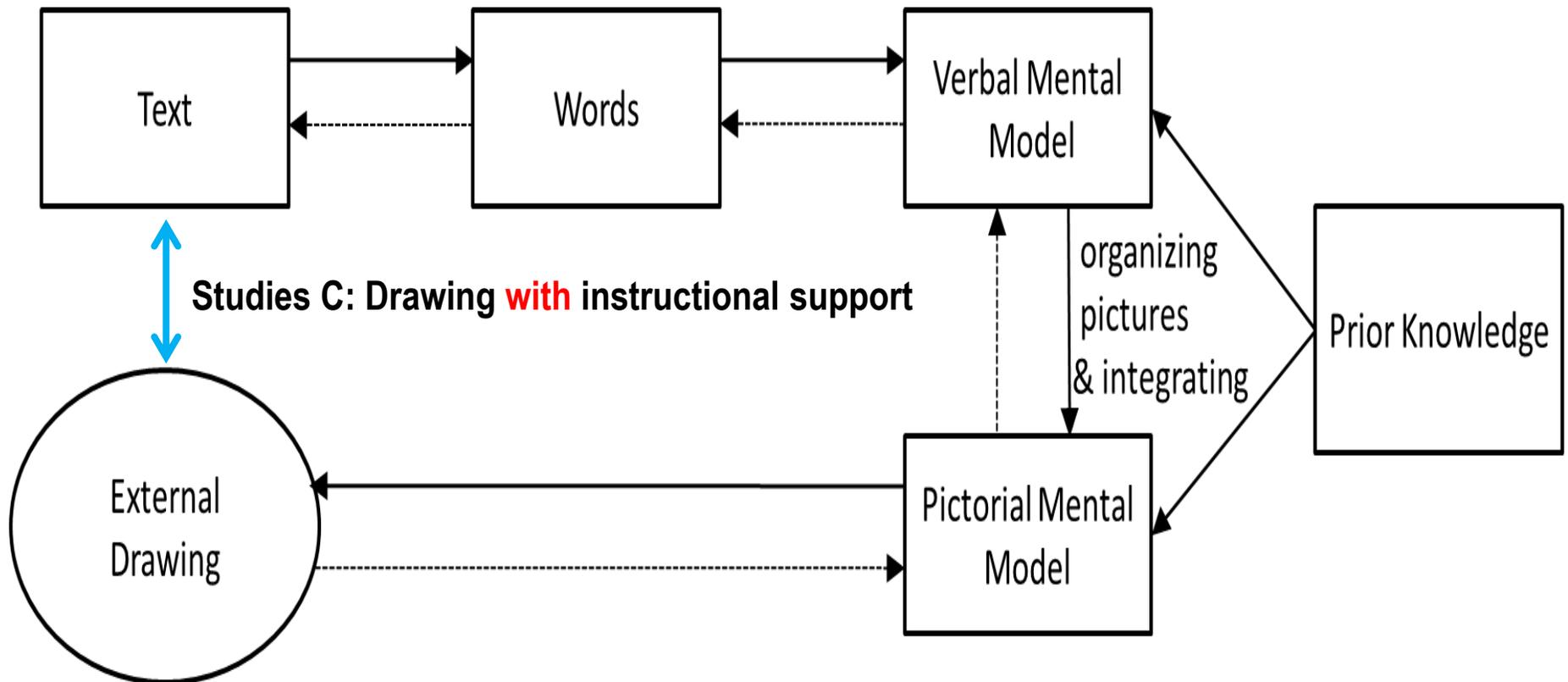
Generatives Zeichnen: Mentale Vorstellungsbilder

- Effektstärke Cohen's d (1 Studie; Lesen vs. Lesen & mentales Vorstellen)



Generatives Zeichnen mit instruktionaler Unterstützung

- Vergleich
 - Lesen vs. Lesen & Zeichnen mit instruktionaler Unterstützung

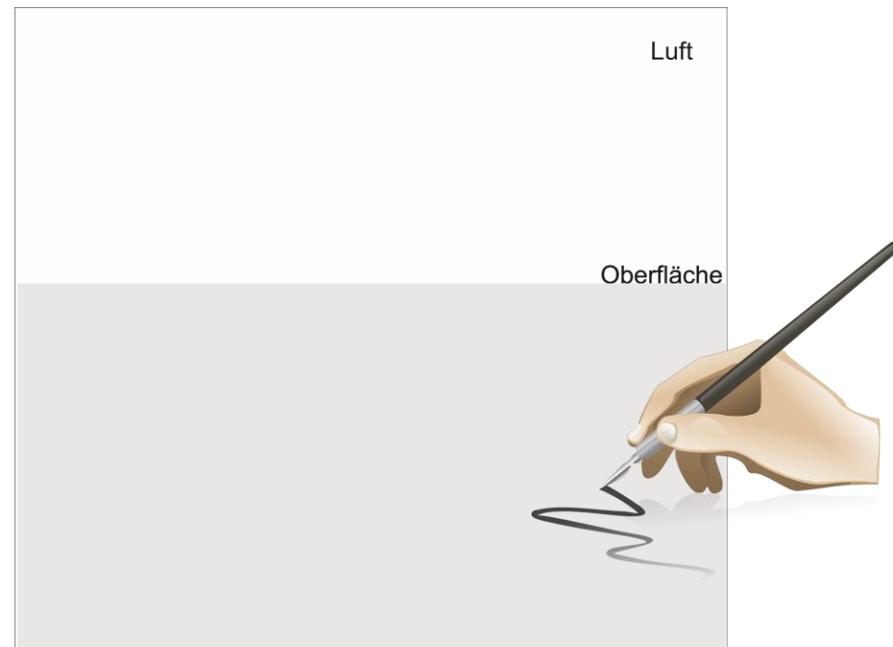
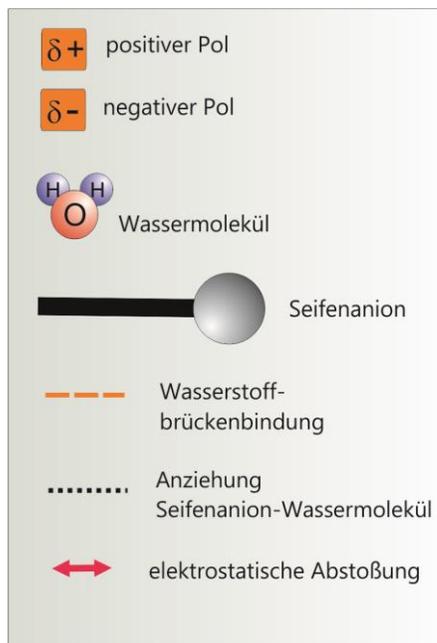


Generatives Zeichnen mit instruktionaler Unterstützung

4. Die Anlagerung

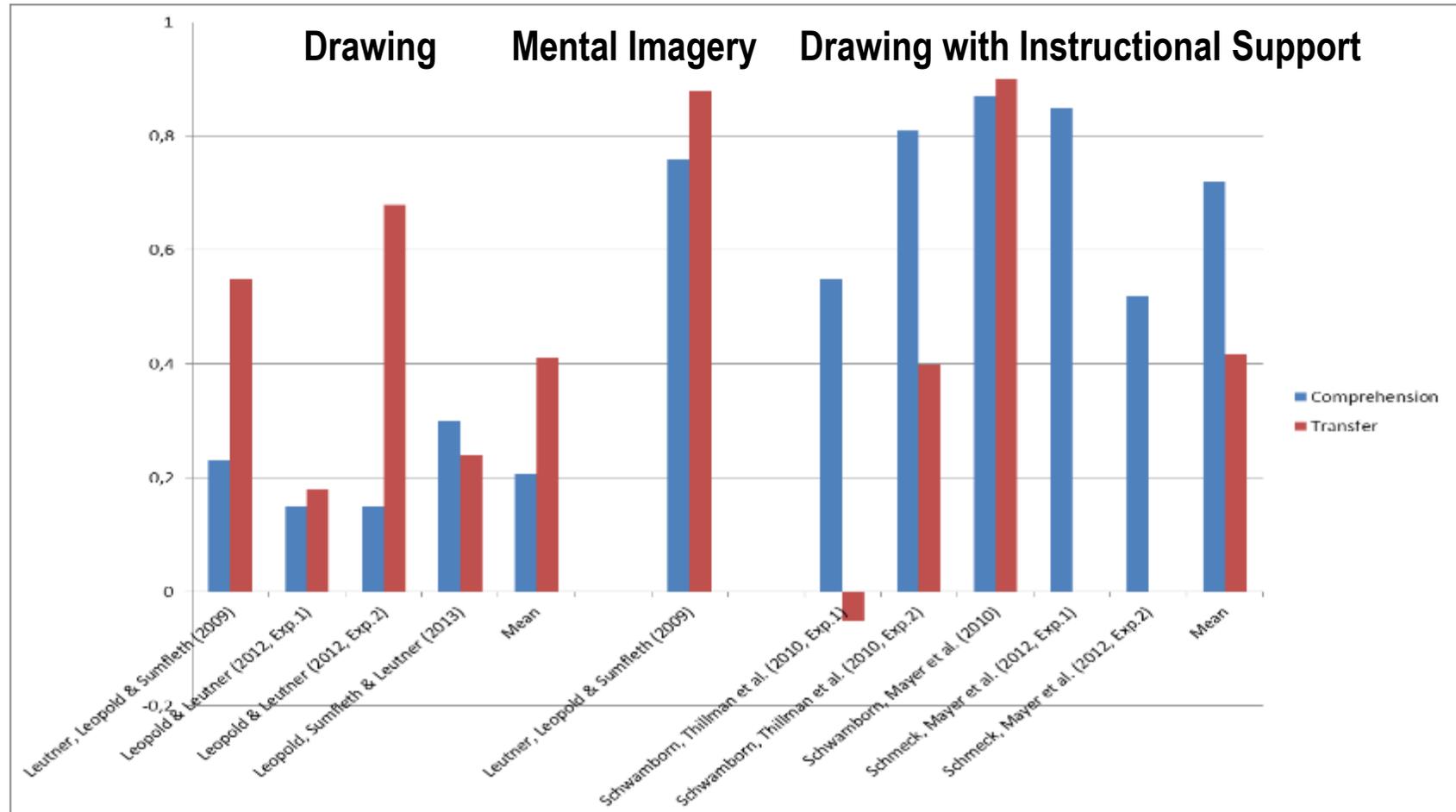
Stell' dir nun vor, dass du dein T-Shirt mit Bratenfett verschmutzt hast. Du versuchst es mit Wasser zu reinigen, aber das Wasser allein entfernt den Fettfleck nicht, weil die Textilfaser und das Fett hydrophob (wasserabweisend) sind. Im Folgenden wird dir erläutert, wie durch Hinzugabe von Seife ins Wasser der Fettfleck entfernt werden kann.

Zunächst lagern sich die Seifen-Anionen mit ihren hydrophoben Enden sowohl an die Faser als auch an das Fett an. Dabei ragen ihre hydrophilen Köpfcchen in die Seifenlösung. Dieser Anlagerungsprozess führt schließlich dazu, dass die Grenzflächen Wasser-Faser und Wasser-Fett vollständig von Seifen-Anionen besetzt sind.



Generatives Zeichnen mit instruktionaler Unterstützung

- Effektstärken Cohen's d (5 Studien; Lesen vs. Lesen & Zeichnen)



Generatives Zeichnen: Schlussfolgerungen

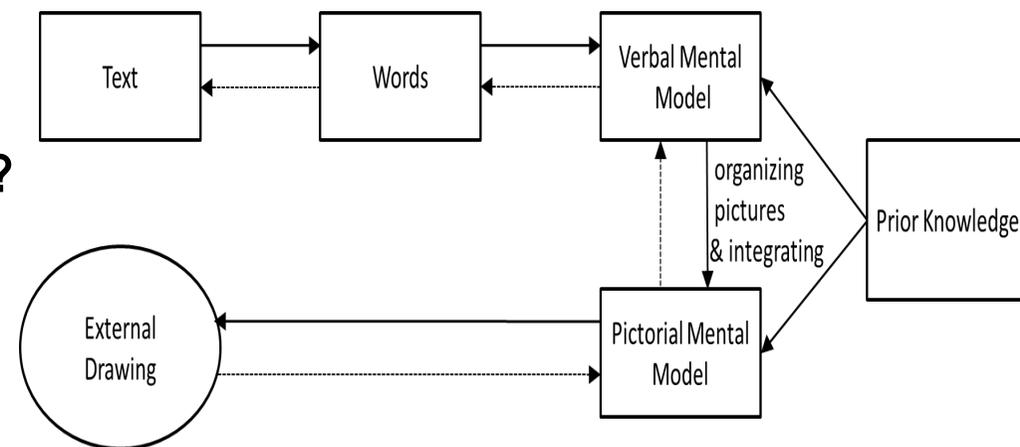
- Das „**Generative Drawing Principle in Multimedia Learning**“:

- Asking students to create drawings while reading text causes generative processing that leads to better learning outcomes (Schwamborn, Mayer et al., 2010; see also Leutner & Schmeck, 2014: Cambridge Handbook of Multimedia Learning)

» Mechanismus:

Anregung metakognitiver Prozesse?

→ Blickbewegungs-Studie



- [Das „**Prognostic Drawing Principle in Multimedia Learning**“:]

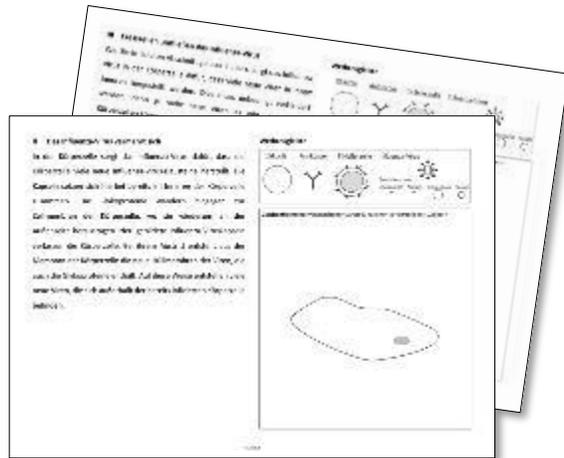
- The quality of learners’ drawings during learning predicts the quality of their learning outcomes.

Überblick

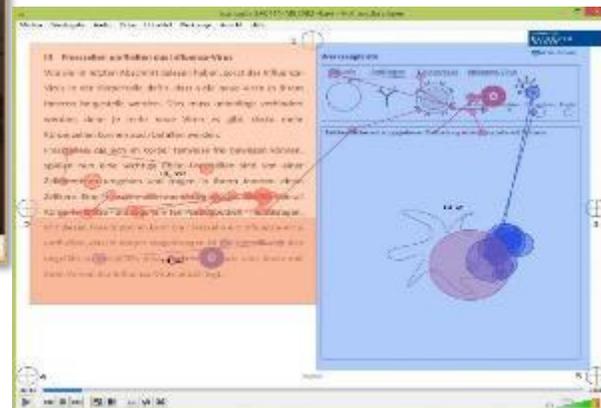
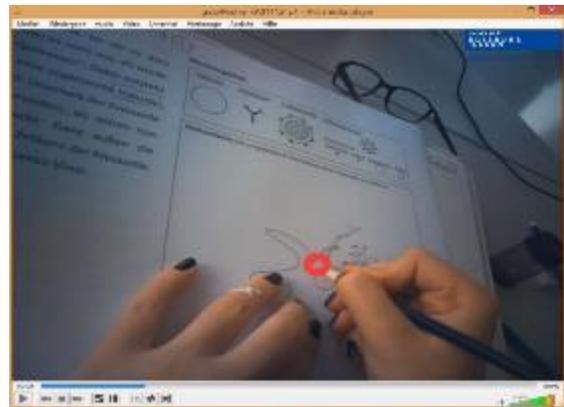
- **Einleitung:** Worum geht es?
- **Typische Befunde** zum Lernen mit Multimedia
 - Text & Bild vs. nur Text
 - Bild & gehörter Text vs. Bild und gelesener Text
- **Theoretischer Hintergrund**
 - Cognitive Theory of Multimedia Learning
 - Cognitive Load Theory
 - Ist Cognitive Load messbar?
 - Design-Prinzipien zum Lernen mit Multimedia
- Multimedia „im Kopf“? **Generatives Zeichnen**
 - mit und ohne instruktionale Unterstützung
- ➡ – Regt generatives Zeichnen metakognitive Prozesse an?
- **Fazit**

Generatives Zeichnen: Studie zu metakognitiven Prozessen

(Hellenbrand, Opermann, Schmeck & Leutner, 2018)

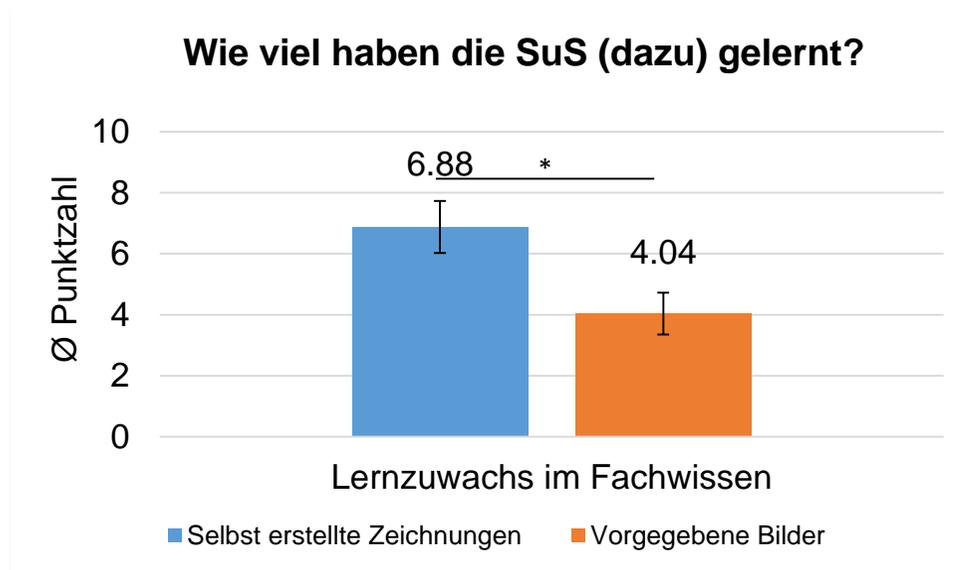


(Schmeck et al., 2014)



Generatives Zeichnen: Studie zu metakognitiven Prozessen

(Hellenbrand, Opermann, Schmeck & Leutner, 2018)



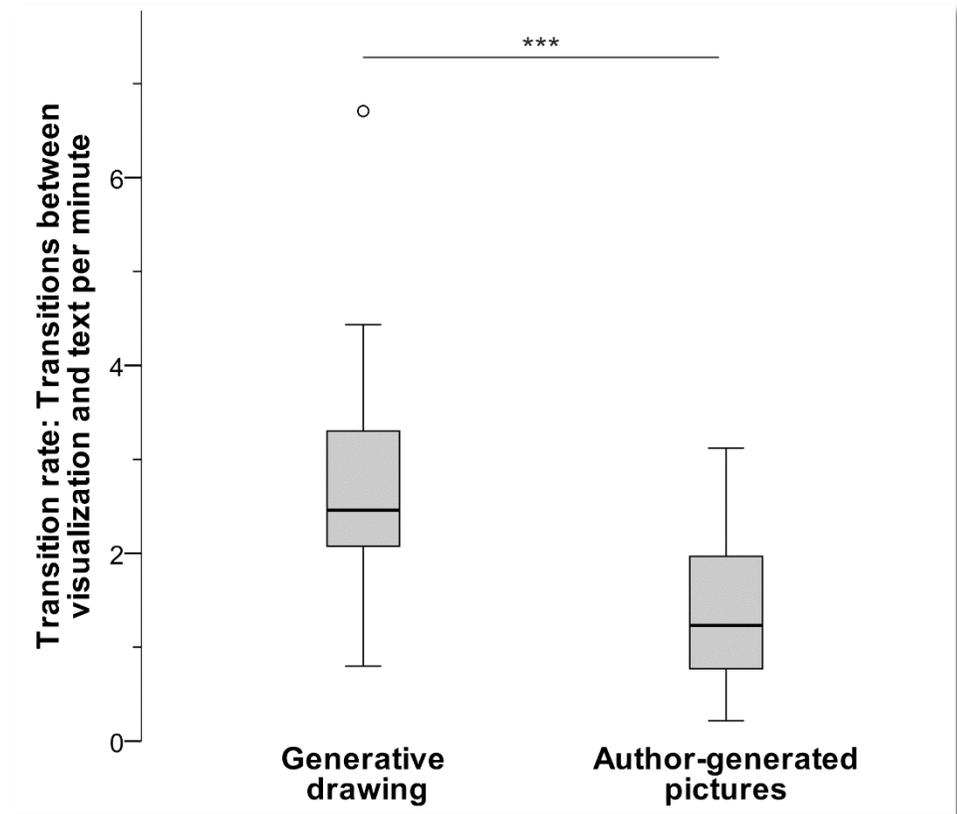
Maximal zu erreichende Punktzahl im Fachwissenstest (Prä- sowie Post): **19 Punkte**

	Gruppe	N	T-Test für unabhängige Stichproben					
			M	SD	t	df	p	d
Vorwissen	Zeichnungen	26	7.77	3.31	-1.27	50	.209	-
	Bilder	26	9.15	4.45				
Lernzuwachs	Zeichnungen	26	6.88	4.36	2.60	50	.012	0.72
	Bilder	26	4.04	3.48				

Generatives Zeichnen: Studie zu metakognitiven Prozessen

(Hellenbrand, Opermann, Schmeck & Leutner, 2018)

- Führt die Anwendung der Lernstrategie **des generativen Zeichnens** verstärkt dazu, dass...
 - sich die Lernenden beim Lernen selbst **überwachen und regulieren?**
 - Transition Rate Bild/Text

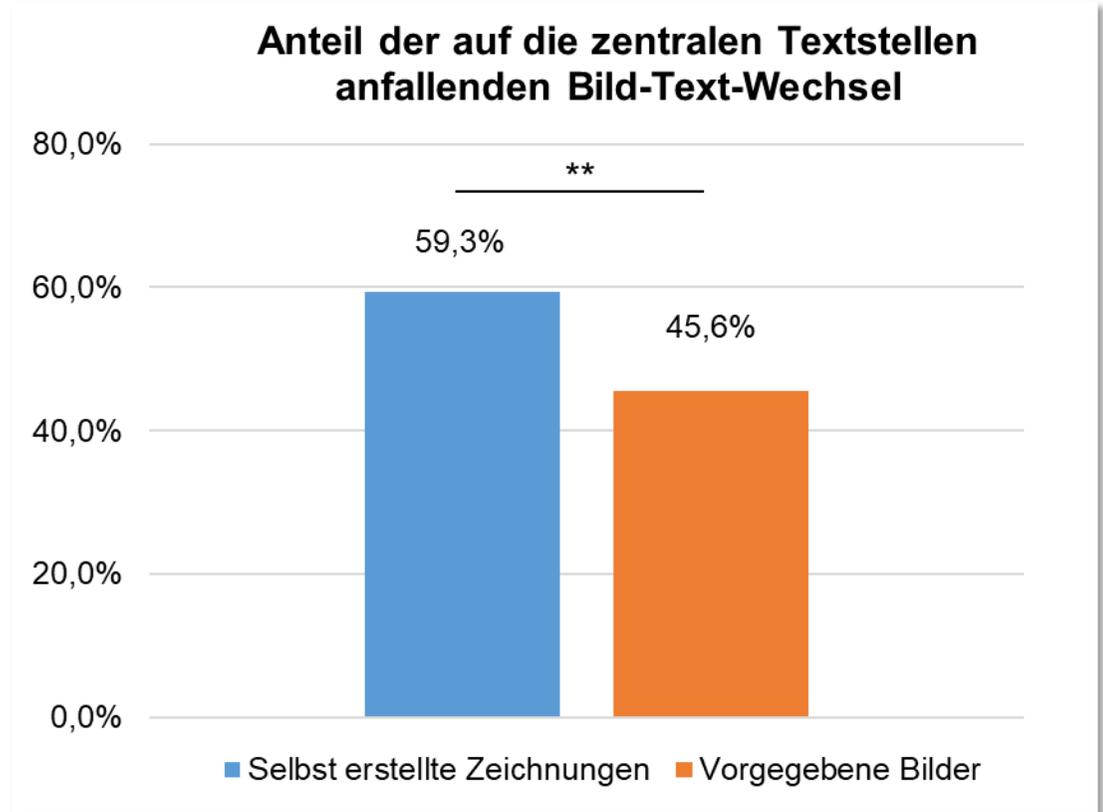


	Gruppe	N	Mann-Whitney-U Test				
			Mdn	U	z	p	d
Transition rate	Zeichnungen	26	2.46	104.0	-4.28	< .001	1.19
	Bilder	26	1.23				

Generatives Zeichnen: Studie zu metakognitiven Prozessen

(Hellenbrand, Opermann, Schmeck & Leutner, 2018)

- Führt die Anwendung der Lernstrategie des **generativen Zeichnens** verstärkt dazu, dass...
 - die **Bild-Text-Wechsel auf die zentralen Stellen des Textes** ausgeführt werden?
 - Anteil Bild/Text-Wechsel



	Gruppe	N	T-Test für unabhängige Stichproben					
			M	SD	t	df	p	d
Anteil Bild-Text-Wechsel auf zentrale Textstellen	Zeichnungen	26	.59	.08	2.95	50	.006	0.82
	Bilder	26	.47	.22				

Überblick

- **Einleitung:** Worum geht es?
- **Typische Befunde** zum Lernen mit Multimedia
 - Text & Bild vs. nur Text
 - Bild & gehörter Text vs. Bild und gelesener Text
- **Theoretischer Hintergrund**
 - Cognitive Theory of Multimedia Learning
 - Cognitive Load Theory
 - Ist Cognitive Load messbar?
 - Design-Prinzipien zum Lernen mit Multimedia
- Multimedia „im Kopf“? **Generatives Zeichnen**
 - mit und ohne instruktionale Unterstützung
 - Regt generatives Zeichnen metakognitive Prozesse an?

▪ **Fazit**

Fazit

detlev.leutner@uni-due.de
www.uni-due.de/LLPsych

- Lernen mit Text und Bild
(d.h. **Lernen mit Multimedia**)
ist (im Allgemeinen) **lernförderlicher
als Lernen nur mit Text.**
- Forschung zum Lernen mit Multimedia
hat **empirisch validierte
Design-Prinzipien** hervorgebracht
 - u.a. **Multimedia-, Modalitäts-, Redundanz-,
Kontiguitäts-, Kohärenz-Prinzip**
- Aus Perspektive des **Selbstregulieren Lernens**
kann es sinnvoll sein, Lernende selbst Bilder
zeichnen zu lassen (**Multimedia „im Kopf“**).
 - Das **fördert metakognitive Prozesse** der Überwachung
und Selbstregulation des Lernprozesses.



<https://community.articulate.com/articles/coherence-principle-less-material-for-better-learning>

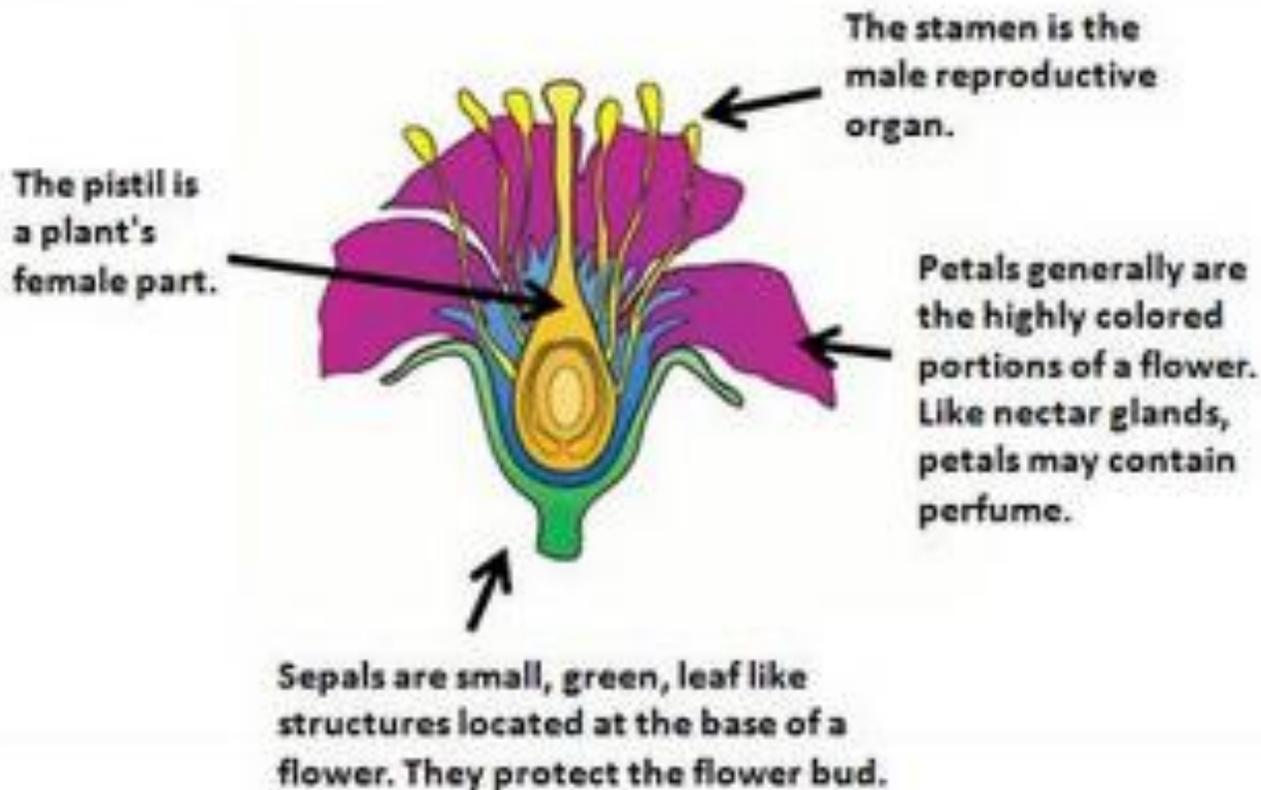
Flower

- As a plant's reproductive part, a flower contains a stamen (male flower part) and/or pistil (female flower part), plus accessory parts such as sepals, petals, and nectar glands.
- The stamen is the male reproductive organ.
- The pistil is a plant's female part. |
- Sepals are small, green, leaf like structures located at the base of a flower. They protect the flower bud. Collectively, the sepals are called a calyx.
- Petals generally are the highly colored portions of a flower. Like nectar glands, petals may contain perfume. Collectively, the petals are called a corolla. The number of petals on a flower often is used to help identify plant families and genera.



<https://community.articulate.com/articles/coherence-principle-less-material-for-better-learning>

A flower contains a stamen and/or pistil, plus accessory parts such as sepals, petals, and nectar glands.



<https://sites.google.com/site/cognitivetheorymlearning/coherence-principle>

Instructional Design for Multimedia

Definition

Instructional Design is the systematic process of analyzing learning objectives and learner characteristics, selecting and organizing content, and developing and evaluating instructional materials and methods to facilitate learning.




Architecture

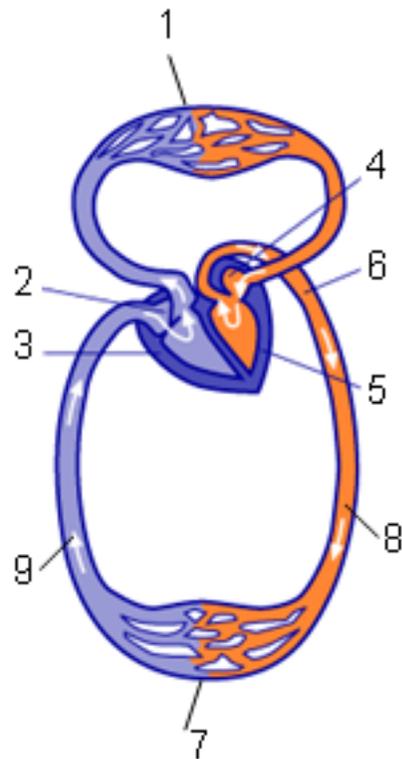
Instructional architecture is the design of the structure of instruction, including the sequence of content, the selection of media, and the organization of the learning environment.



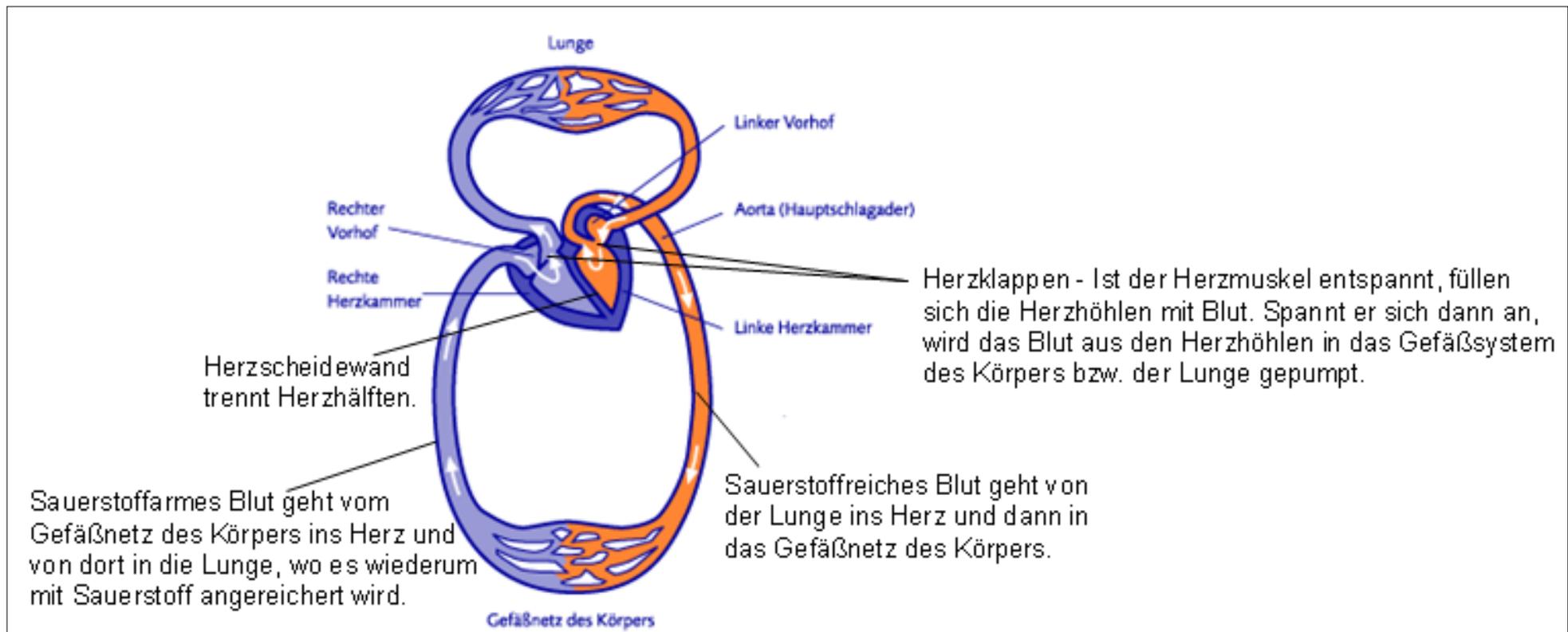

Definition
Architecture
Design
Implementation

Sanjaya Mishra

Multimedia



Jede Herzhälfte besteht aus zwei Herzhöhlen, Vorhof (2, 4) und Kammer (3, 5). Die Herzhälften sind durch die Herzscheidewand voneinander getrennt. Zwischen Vorhof und Kammer und am Übergang zum Gefäßsystem (7) befinden sich die Herzklappen. Ist der Herzmuskel entspannt, füllen sich die Herzhöhlen mit Blut. Spannt er sich dann an, wird das Blut aus den Herzhöhlen in das Gefäßsystem des Körpers bzw. der Lunge (1) gepumpt. Dabei geht sauerstoffreiches Blut über die Aorta (6) von der Lunge ins Herz (8) und dann in das Gefäßnetz des Körpers. Sauerstoffarmes Blut geht vom Gefäßnetz des Körpers ins Herz (9) und von dort in die Lunge, wo es wiederum mit Sauerstoff angereichert wird.



Luftpumpe

- Rolf Plötzner, PH Freiburg