

Lernen mit AR und VR: Anmerkungen und Herausforderungen

Steffi Zander¹

¹Instructional Design, Bauhaus-Universität Weimar



VR/AR-Learning

Arbeitskreis der GI-Fachgruppen
E-Learning & VR/AR

Startseite

News

Veranstaltungen

Wettbewerb

Akteure

Über uns

Account

Ziele

- **Systematisierung und Validierung** der pädagogisch-psychologischen und informationstechnischen Fragestellungen, Methoden und Ergebnisse
- **Aufbau** einer aktiven **Community**
- **Organisation von Aktivitäten**, die den Wissensgewinn, die Sichtbarkeit und Kooperationen fördern

<http://bit.ly/VRARLearn>



VR/AR-Learning

Arbeitskreis der GI-Fachgruppen
E-Learning & VR/AR

Startseite

News

Veranstaltungen

Wettbewerb

Akteure

Über uns

Account

Aktivitäten und Termine

- Vernetzungsplattform
 - derzeit in Arbeit: **Positionspaper** (Aktueller Stand und zukünftige Entwicklungen)
- Wettbewerb „Gelungenes VR/AR-Lernszenario“(14. März)
- Hands-On-Workshop VR/AR-Learning (9.-10. März in Erfurt)
- DGfE-Kongress Essen: Ad-Hoc-Arbeitsgruppe (20. März)

<http://bit.ly/VRARLearn2018>

Beispiele

Augmented Civil Engineereality (AuCity)

Quelle: Augview Limited, 2016



Lernen mit AR/VR

Metaanalysen & Reviews zu AR/VR und Lernen

Radu, 2014 // Santos 2014 // Bacca et al., 2014 // Chen, 2017

- Wachsendes Feld – wachsende Zahl von Studien
- Mehrwert: Motivation, Interaktion, Kollaboration, Engagement, räumliche Informationen

 Aber: nicht über alle Studien hinweg



Oftmals nicht berücksichtigt: Lernervoraussetzungen, Heterogenität

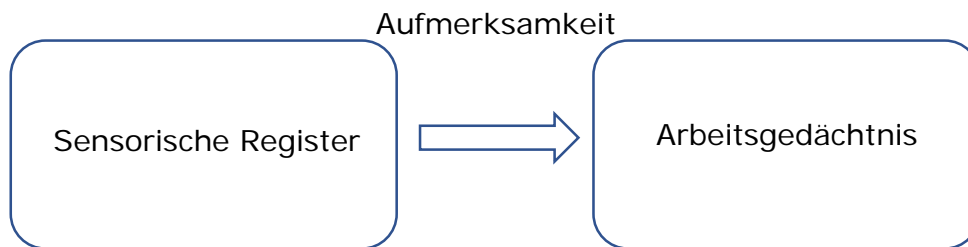
Lernen

Atkinson & Shiffrin (1968)

Sensorische Register

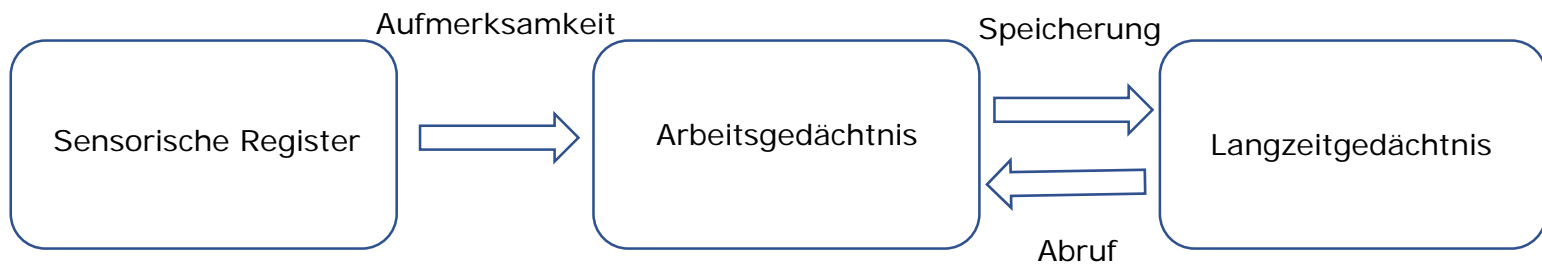
Lernen

Atkinson & Shiffrin (1968)



Lernen

Atkinson & Shiffrin (1968)



Ü1: Kurzzeitgedächtnis

Auf der nächsten Folie sehen Sie 15 Zahlen.

Versuchen Sie sich diese innerhalb von 10 Sekunden zu merken.

Schreiben Sie die Zahlen in der präsentierten Reihenfolge auf.

Legen Sie jetzt Blatt und Stift bereit.

Ü1: Kurzzeitgedächtnis

Auf der nächsten Folie sehen Sie 15 Zahlen.

Versuchen Sie sich diese innerhalb von 10 Sekunden zu merken.

Schreiben Sie die Zahlen in der präsentierten Reihenfolge auf.

Legen Sie jetzt Blatt und Stift bereit.

Konzentrieren Sie sich!

Los geht's!

Ü1: Kurzzeitgedächtnis

258111417202326

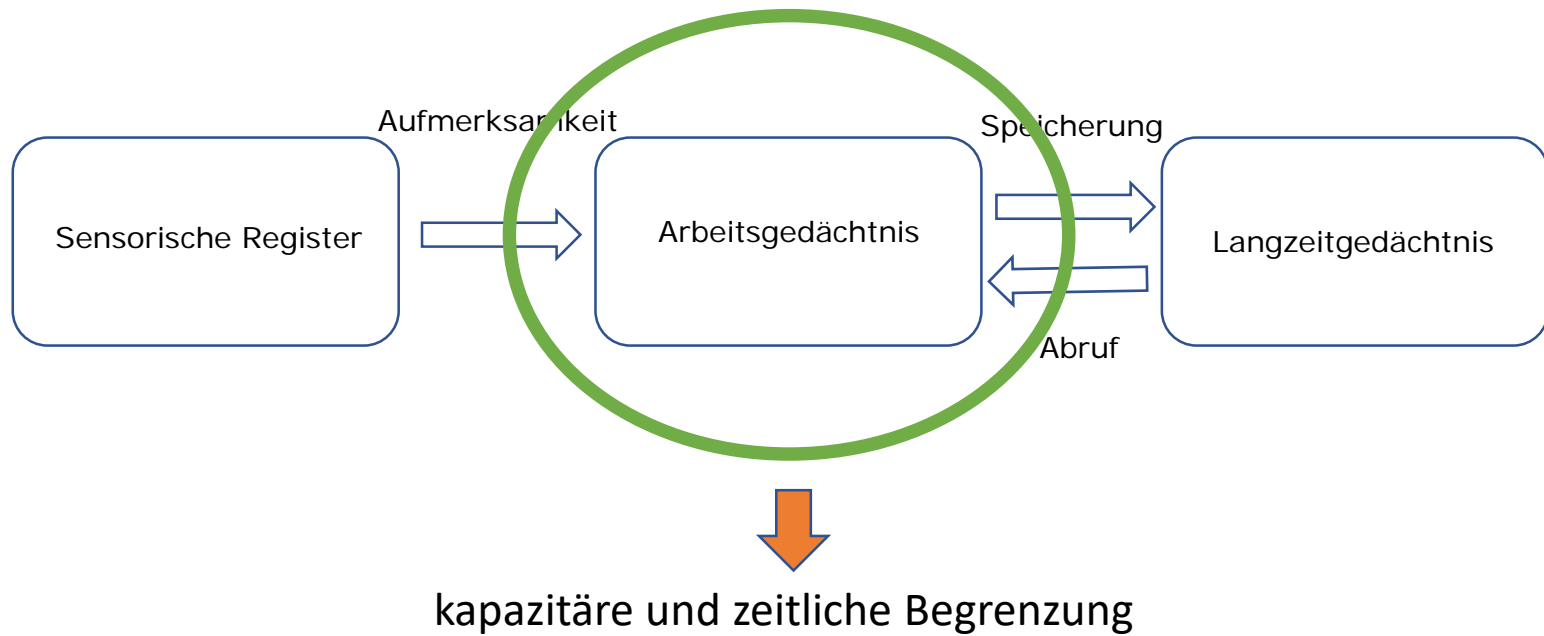
Ü1: Kurzzeitgedächtnis

Ü1: Kurzzeitgedächtnis

258111417202326

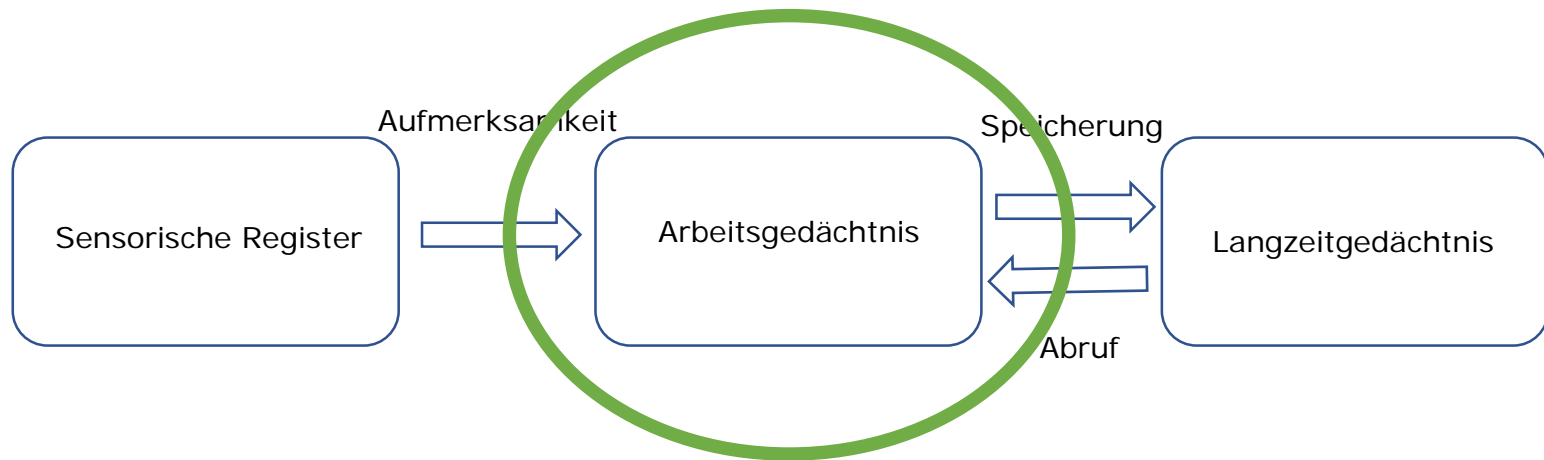
Lernen

Atkinson & Shiffrin (1968)



Lernen

Atkinson & Shiffrin (1968)

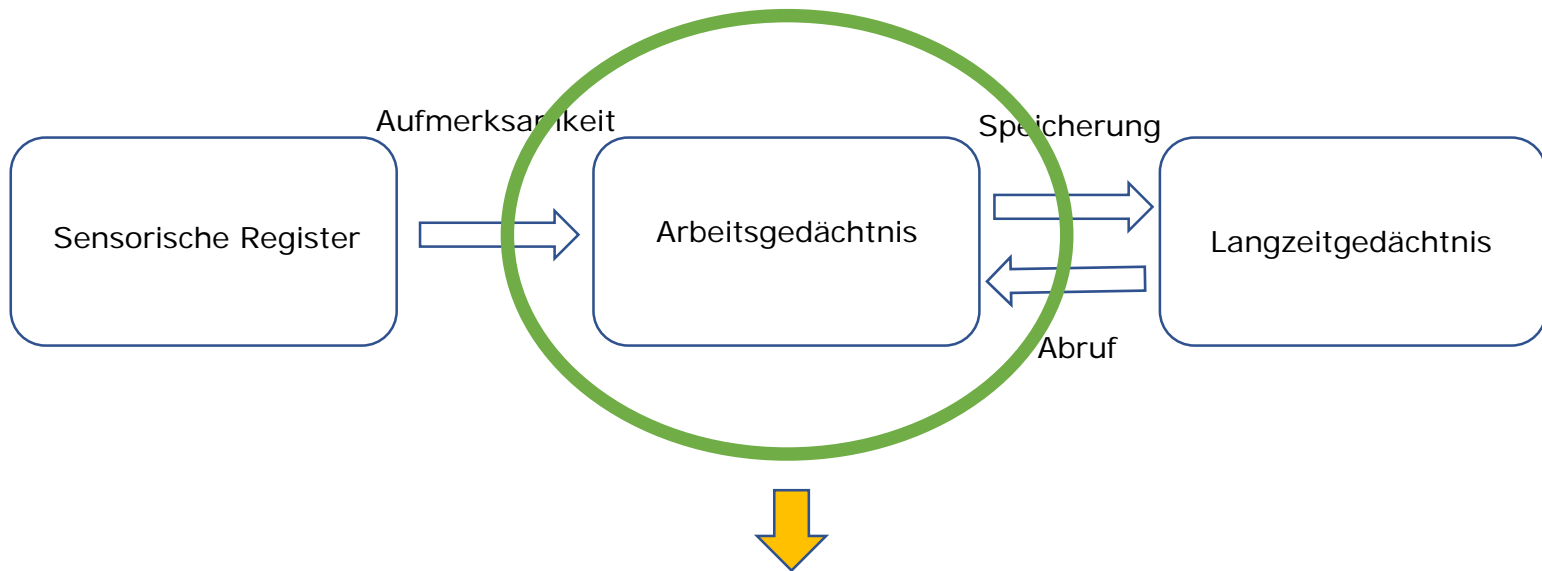


kapazitäre und zeitliche Begrenzung

Untersysteme im Arbeitsgedächtnis: verbal, numerisch

Lernen

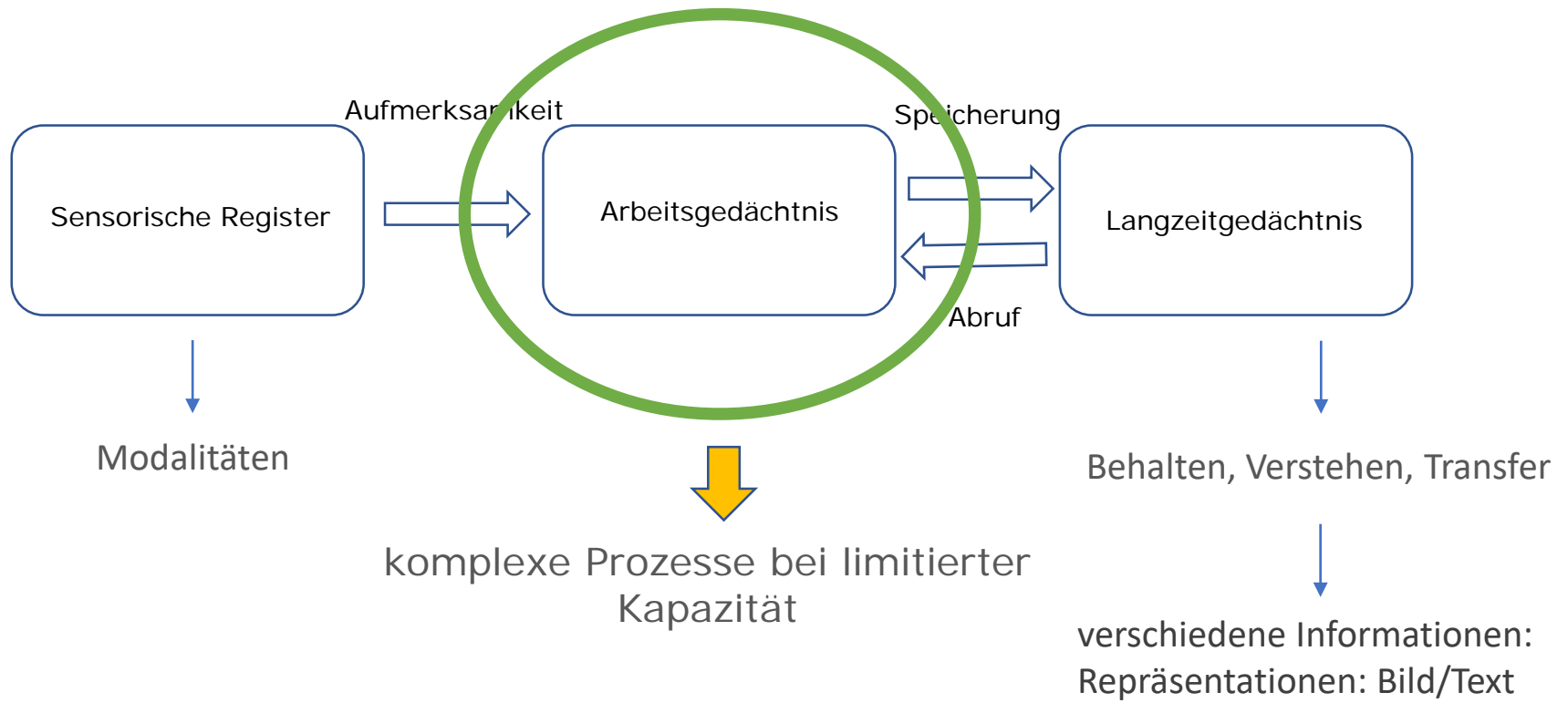
Atkinson & Shiffrin (1968)



Wie viele Fenster hat Ihre Wohnung?

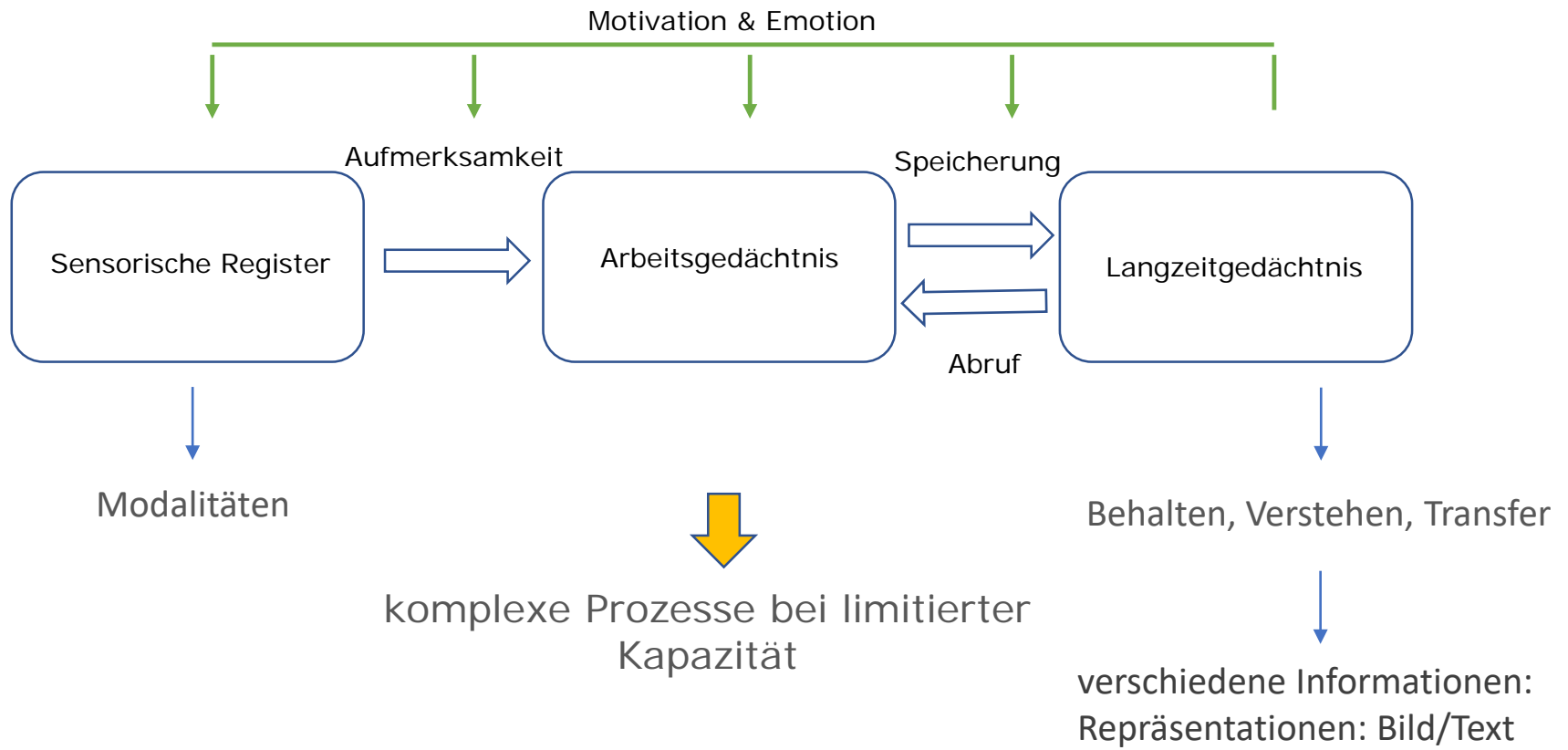
Lernen

Atkinson & Shiffrin (1968)



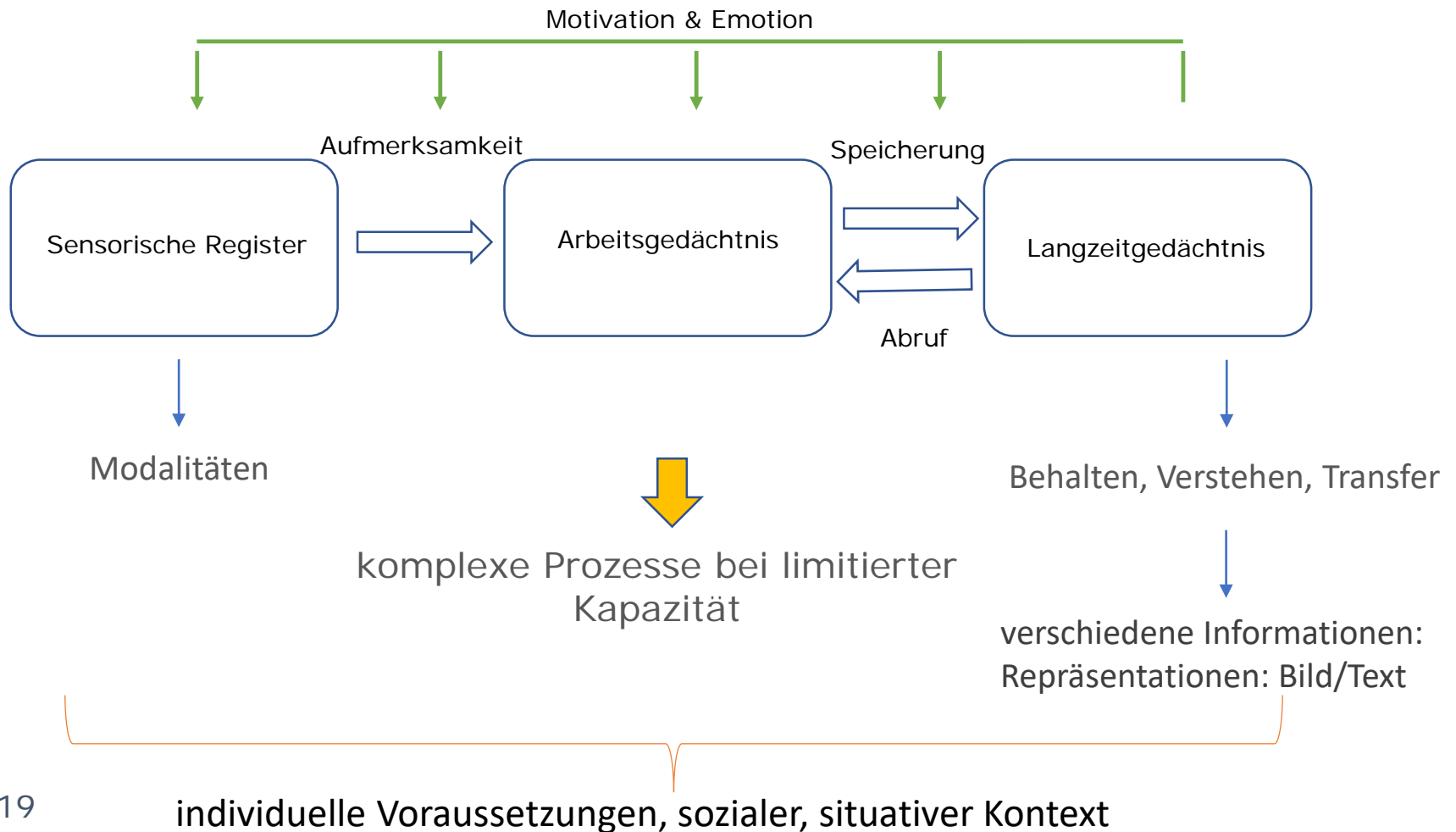
Lernen

Atkinson & Shiffrin (1968)



Lernen

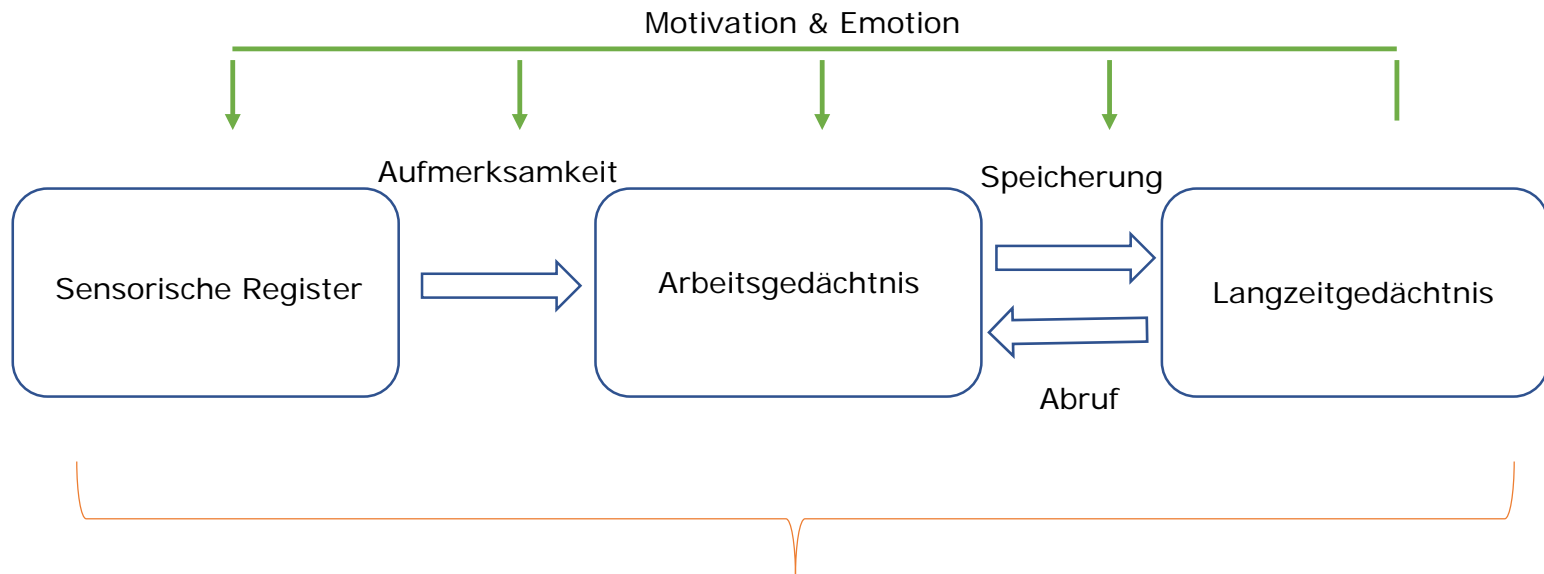
Atkinson & Shiffrin (1968)



Lernen



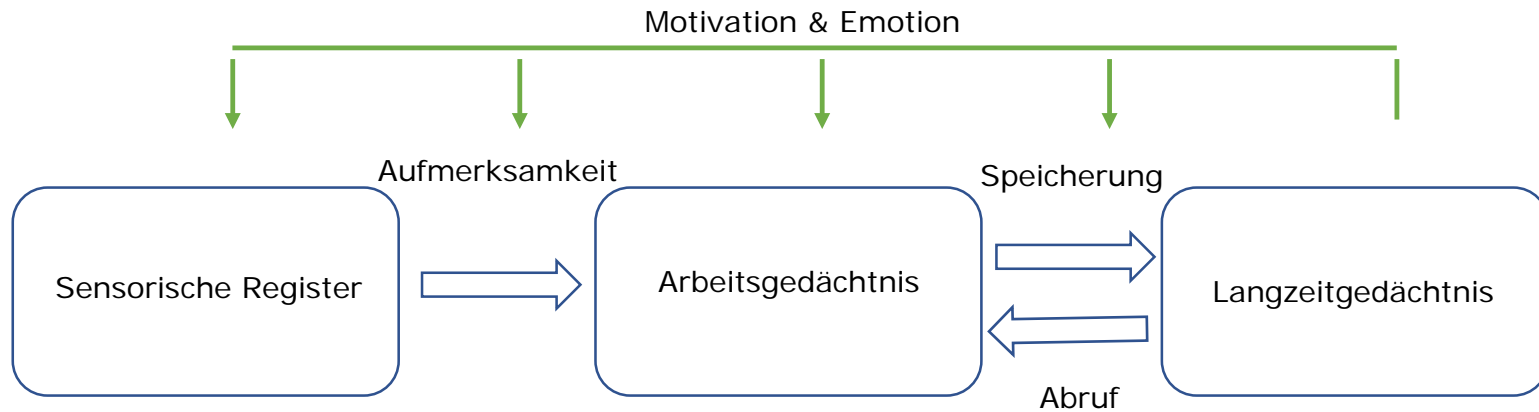
Lernen



individuelle Voraussetzungen,

situativer & sozialer Kontext

Lernen



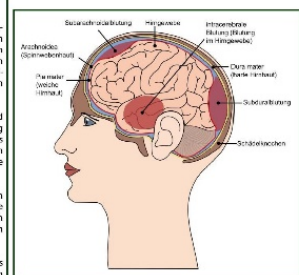
6 Verschiedene Ursachen und Orte von Hirnblutungen

Je nach ihrer Ursache weisen die Hirnblutungen ganz typische Lokalisationen auf. Epidurale Hämatome sind Einblutungen zwischen knöchernem Schädel und harter Hirnhaut. Eine „Frage“ tiefer – zwischen den harten Hirnhäuten – sind subdurale Hämatome lokalisiert. Noch näher an Deiner Hirnsubstanz befinden sich die Subarachnoidalblutungen. Intrazerebrale Blutungen schließlich entsprechen Einblutungen im Inneren des Gehirns selbst.

Die Blutungen über und unter Deiner Dura Mater (epidural- und subduralblutungen) werden häufig durch äußere Gewaltwirkung (Schädeltrauma) hervorgerufen. Diese kann bewirken, dass eines Deiner Hirnblutgefäße der Belastung nicht standhält und einreißt. Dann würde an der eingerissenen Stelle Blut in umliegendes Gehirngewebe einschleusen.

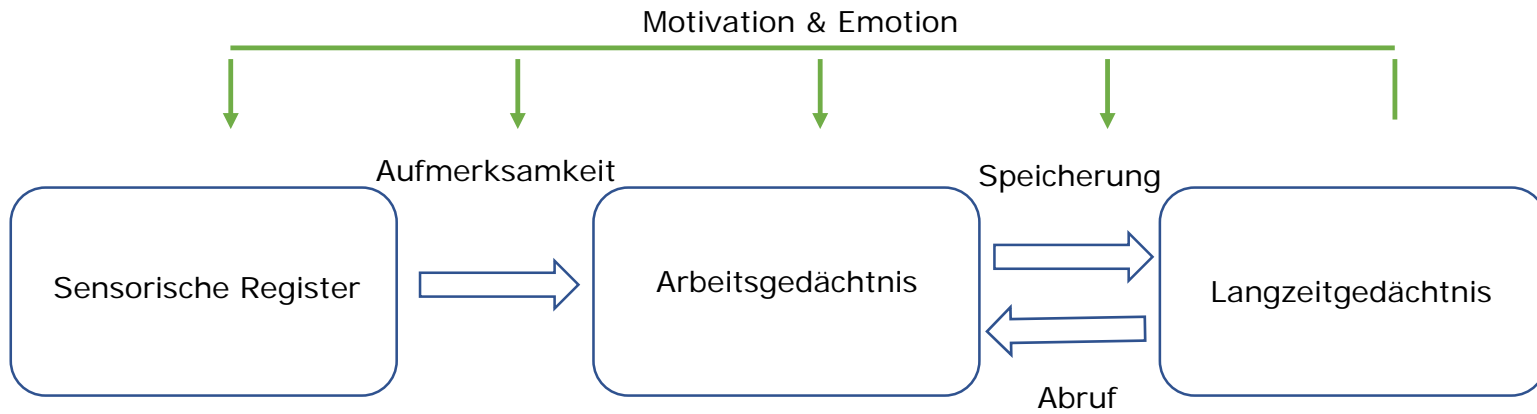
Ein weiterer Grund für das Auftreten von Hirnblutungen (vor allem unter der Arachnoidea) können Aneurysmen sein. Dies sind angeborene sackartige Gefäßmissbildungen/Gefäßausstülpungen, in denen sich Blut sammeln kann. Diese Blutblase kann zerplatzen und das Blut kann das umliegende Hirngewebe überfluten.

Blutungen im Gehirn, also innerhalb der Pia mater entstehen durch das Platzen eines Deiner Gefäße. Die meisten dieser Blutungen sind durch zu hohen Blutdruck bedingt. Durch permanent erhöhten Druck des Blutes auf eines Deiner Hirnblutgefäße, kann die zarte Innenwand des Hirnblutgefäßes (intra) viele kleine Verletzungen erleiden. Dadurch können sich hier Fett- und Kalkplättchen, sogenannte Plaques, leicht anlagern und festsetzen. Dies hat zur Folge, dass das normalerweise elastische Hirnblutgefäß spröde und hart wird (Arteriosklerose). Es kann deshalb leichter reißen oder aufplatzen und deshalb kann Blut in Dein Gehirn einschleusen.



image_aoi

Lernen



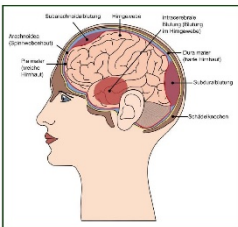
5. Verschiedene Ursachen und Orte von Hirnblutungen

Je nach ihrer Ursache weisen die Hirnblutungen ganz typische Lokalisationen auf. Epidurale Hämatome sind Entblutungen zwischen knöchernem Schädel und harte Hirnhaut. Ihre Züge liegen zwischen den harten Hirnhäuten - sind subdurale Hämatome lokalisiert. Noch näher an Dornen Hirnhäuten befinden sich die Subarachnoidealblutungen. Intrazerebrale Blutungen sind schließlich entsetzliche Entblutungen im Inneren des Gehirns selbst.

Die Blutungen ober und unter Dornen Dura Mater (epidural- und subduralblutung) werden häufig durch äußere Gewaltbewirkung (Schädeltrauma) hervorgerufen. Diese kann bewirken, dass eine Dornen Hirnhautgerüste der Belastung nicht standhält und einreißt. Dann würde an der eingestrichenen Stelle Blut in umliegendes Gehirngewebe erschießen.

Ein weiterer Grund für das Auftreten von Hirnblutungen (vor allem unter der Arachnoideal) können Anoxiemereisen sein. Dies sind angeblime bedächtige Gefäßblutungen/Gefäßausstülpungen, in denen sich Blut sammelt kann. Diese Blutblase kann zerplatzen und das Blut kann das umliegende Hirngewebe überfluten.

Blutungen im Gehirn, also innerhalb der Dura mater entstehen durch die Platten eines Dornen-Gefäße. Die meisten dieser Blutungen sind durch zu hohen Blutdruck bedingt. Durch permanent erhöhten Druck des Blutes auf eines Dornen Hirnhäutgerüste kann die zarte Innere der Hirnhäutgerüste (Innere) viele kleine Verletzungen erleiden. Dadurch können sich hier Fett- und Kalkablagerungen, sogenannte Plaques, leicht anlagern und festsetzen. Dies hat zur Folge, dass die normalerweise elastische Hirnhäutgerüste spröde und hart wird (Arteriosklerose). Es kann deshalb leichter reißen oder aufplatzen und deshalb kann Blut in das Gehirn erschießen.



Image_aoi

text_aoi

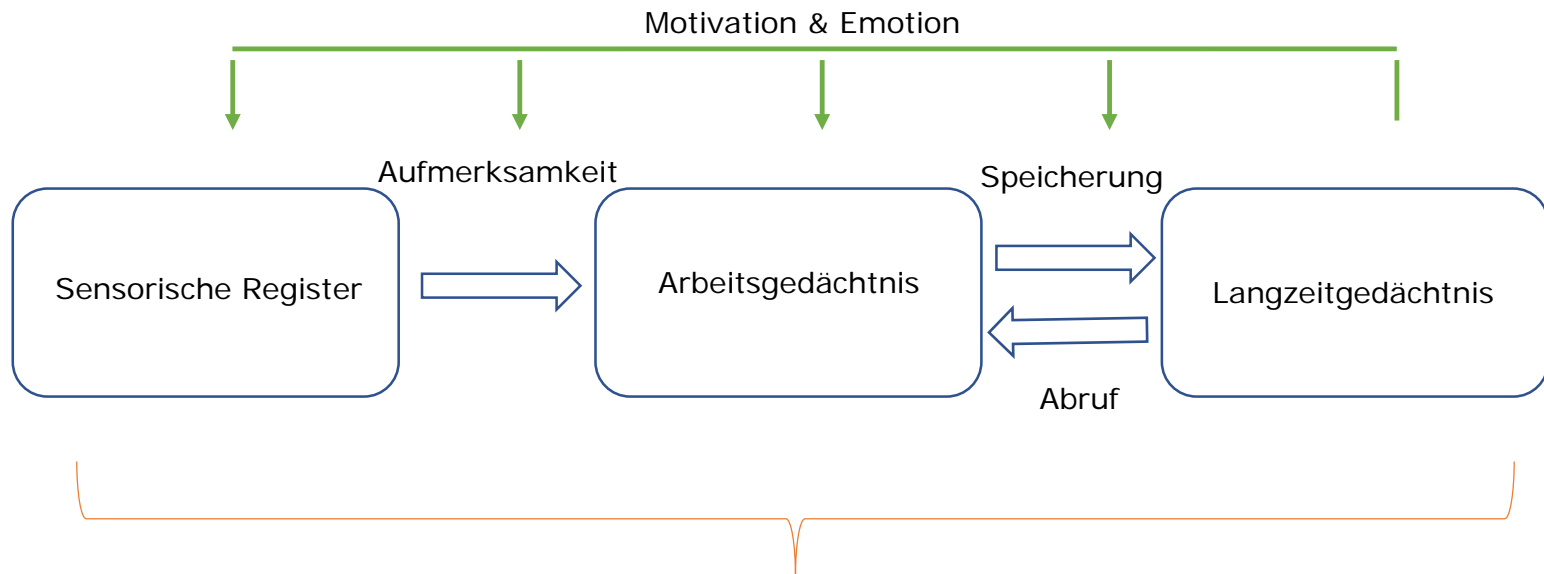
HIRN & PERSO



OHA



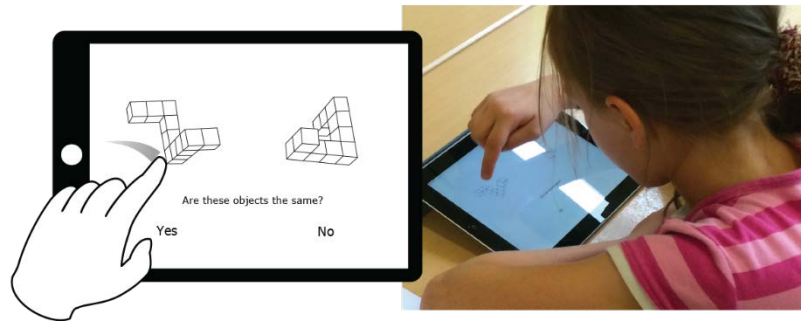
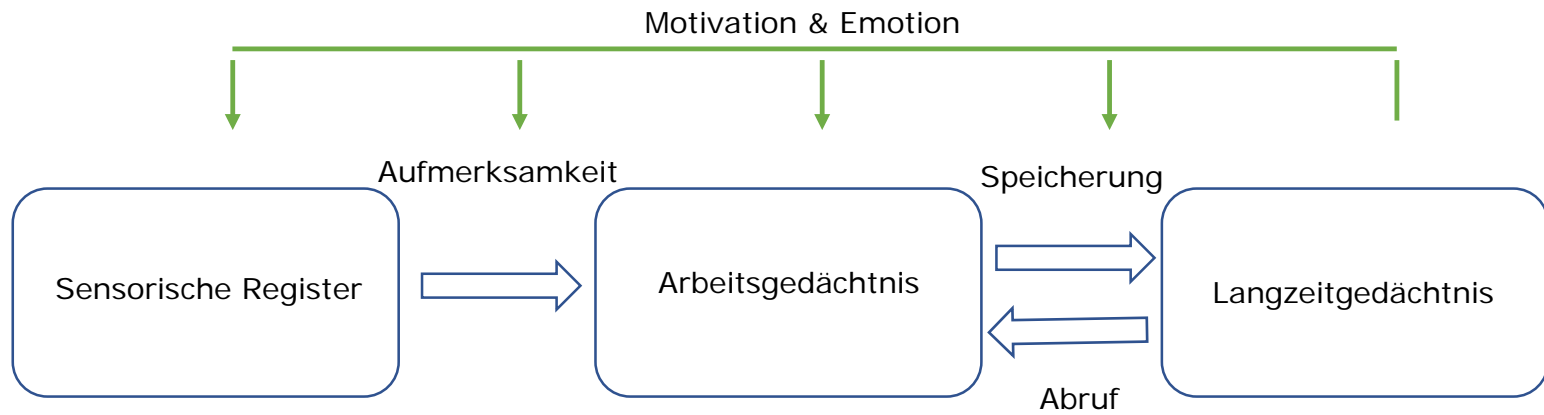
Lernen



individuelle
Voraussetzungen

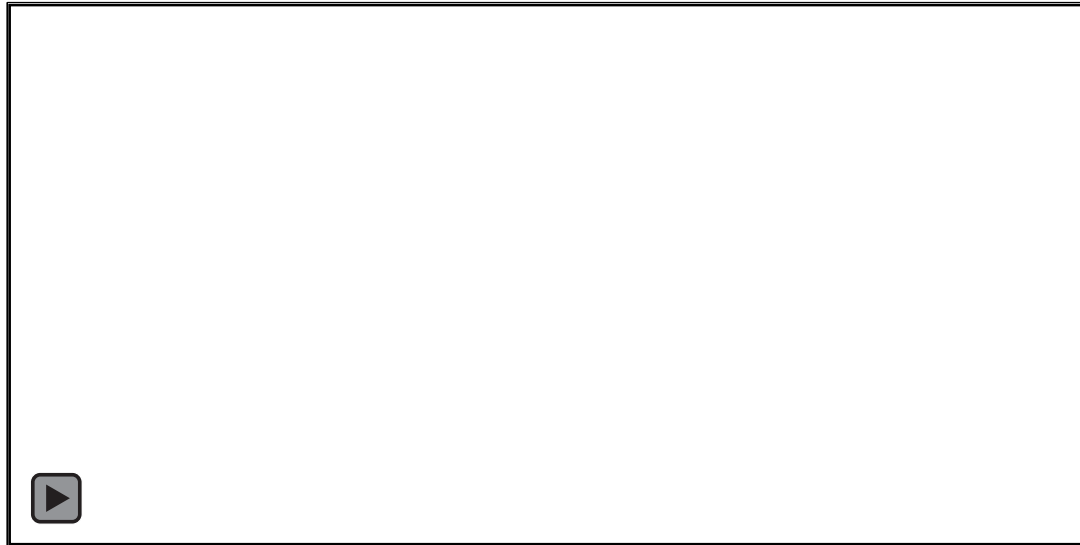
situativer & sozialer Kontext

Lernen



ROTATE IT!

Fokus



Fokus

- Räumliche Fähigkeiten in Grund- und Sekundarstufe
 - Mentale und physische Rotation basierend auf Touchgesten
 - Analyse von Strategien und Möglichkeiten adaptiver Trainings



Theoretischer Hintergrund

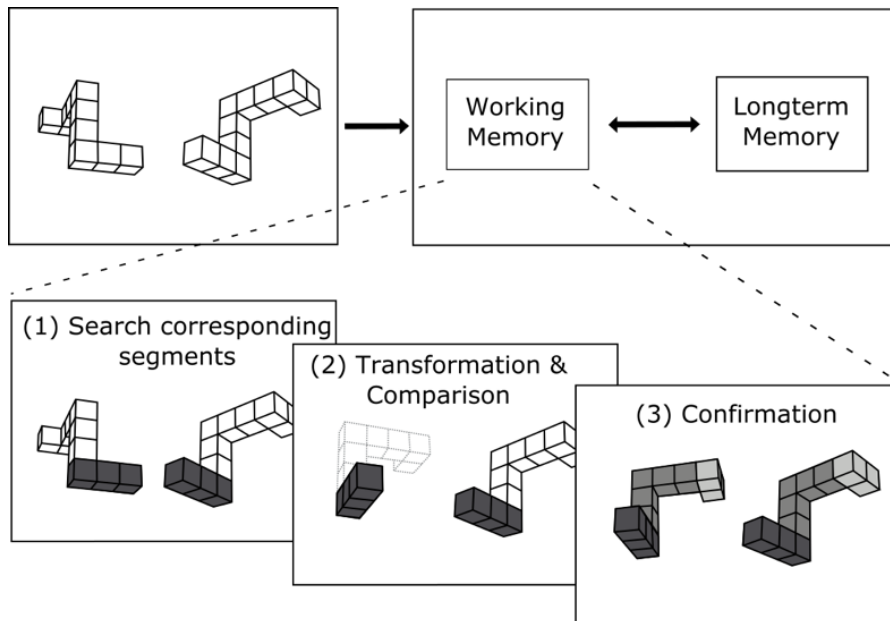
1. Der Prozess der mentalen Rotation findet in verschiedenen Subprozessen statt

Theoretischer Hintergrund

1. Der Prozess der mentalen Rotation findet in verschiedenen Subprozessen statt
2. Diese führen zu kognitiver Belastung in den entsprechenden Subsystemen des Arbeitsgedächtnisses

Theoretischer Hintergrund

1. Der Prozess der mentalen Rotation findet in verschiedenen Subprozessen statt
2. Diese führen zu kognitiver Belastung in den entsprechenden Subsystemen des Arbeitsgedächtnisses



Funktionale Phasen mentaler
Rotation nach Just & Carpenter, 1976

Theoretischer Hintergrund

1. Der Prozess der mentalen Rotation findet in verschiedenen Subprozessen statt
 2. Diese führen zu kognitiver Belastung in den entsprechenden Subsystemen des Arbeitsgedächtnisses
- Der Lösungsprozess kann durch die Nutzung von Gesten unterstützt werden
- Besonders, wenn man diese selbst ausführt im Vergleich zu beobachteten Gesten (*Goldin-Meadow et al., 2012*)

Theoretischer Hintergrund

1. Der Prozess der mentalen Rotation findet in verschiedenen Subprozessen statt
 2. Diese führen zu kognitiver Belastung in den entsprechenden Subsystemen des Arbeitsgedächtnisses
- Der Lösungsprozess kann durch die Nutzung von Gesten unterstützt werden
- Besonders, wenn man diese selbst ausführt im Vergleich zu beobachteten Gesten (*Goldin-Meadow et al., 2012*)
- Arbeitsgedächtnisbelastung während des Lösen von mentalen Rotationsaufgaben kann durch Offloading reduziert werden
- Interne Repräsentationen der räumlichen Transformationen werden auf externale Repräsentationen und entsprechende motorische Prozesse ausgelagert (*Ballard et al., 1997; Kirsh & Maglio, 1994*)

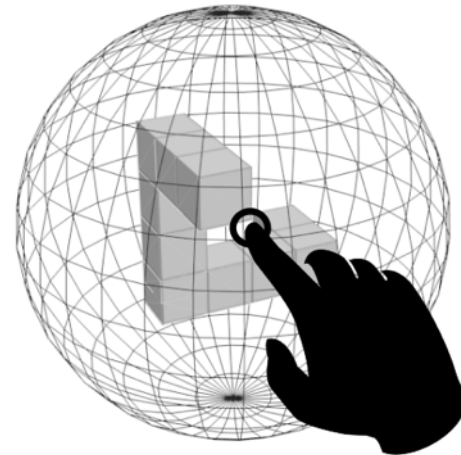
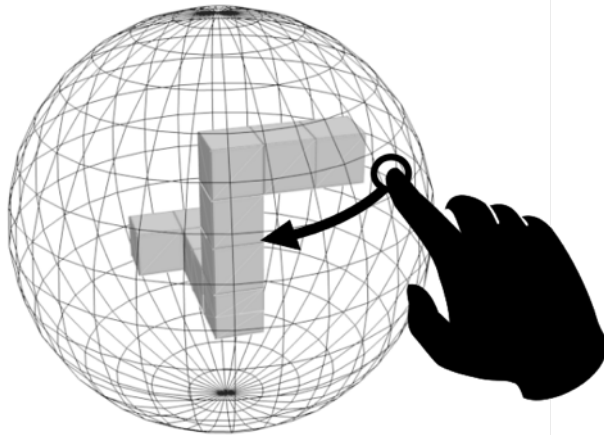
Theoretischer Hintergrund

1. Der Prozess der mentalen Rotation findet in verschiedenen Subprozessen statt
 2. Diese führen zu kognitiver Belastung in den entsprechenden Subsystemen des Arbeitsgedächtnisses
- Der Lösungsprozess kann durch die Nutzung von Gesten unterstützt werden
- Besonders, wenn man diese selbst ausführt im Vergleich zu beobachteten Gesten (*Goldin-Meadow et al., 2012*)
- Arbeitsgedächtnisbelastung während des Lösen von mentalen Rotationsaufgaben kann durch Offloading reduziert werden

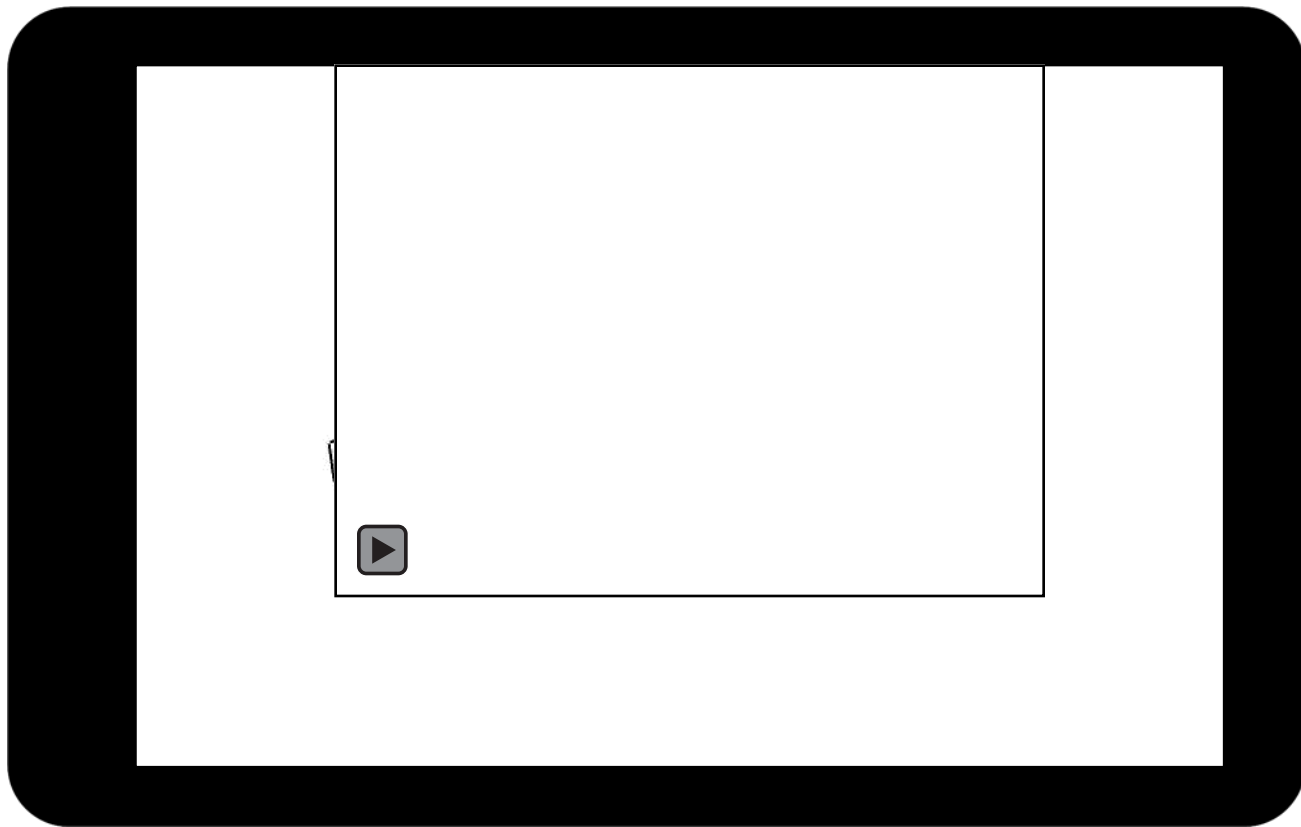


Touch-basierte Interaktion

Arcball-Technik erlaubt 3D-Rotation mittels 2D-Eingabe



iPad-App: *Rotate it!*



Forschungsfragen 1: Haupteffekte

A) Ist die Nutzung von touch-basierter Interaktion beim Lösen räumlicher Aufgaben (physische Rotation) vorteilhaft im Bezug auf

- Erfolgsrate,
- mentale Anstrengung und
- Motivation?

Forschungsfragen 1: Haupteffekte

A) Ist die Nutzung von touch-basierter Interaktion beim Lösen räumlicher Aufgaben (physische Rotation) vorteilhaft im Bezug auf

- Erfolgsrate,
- mentale Anstrengung und
- Motivation?

Hypothesen:

- 1) **Erfolgsrate:** touch-based/physisch > non-touch/mental
- 2) **Mentale Belastung:** touch-based/physisch < non-touch/mental
- 3) **Intrinsische Motivation:** touch-based/physisch > non-touch/mental

Forschungsfragen 1: Haupteffekte

A) Ist die Nutzung von touch-basierter Interaktion beim Lösen räumlicher Aufgaben (physische Rotation) vorteilhaft im Bezug auf

- Erfolgsrate,
- mentale Anstrengung und
- Motivation?

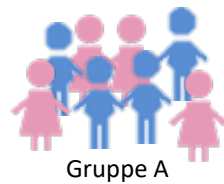
Hypothesen:

- | | | |
|----|---------------------------------|---|
| 1) | Erfolgsrate: | touch-based/physisch > non-touch/mental |
| 2) | Mentale Belastung: | touch-based/physisch < non-touch/mental |
| 3) | Intrinsische Motivation: | touch-based/physisch > non-touch/mental |



Studie mit 7. Klassen/13-Jährigen

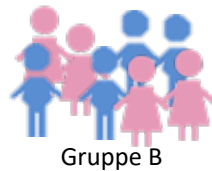
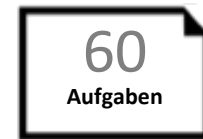
Design: mixed between-within



1. Block

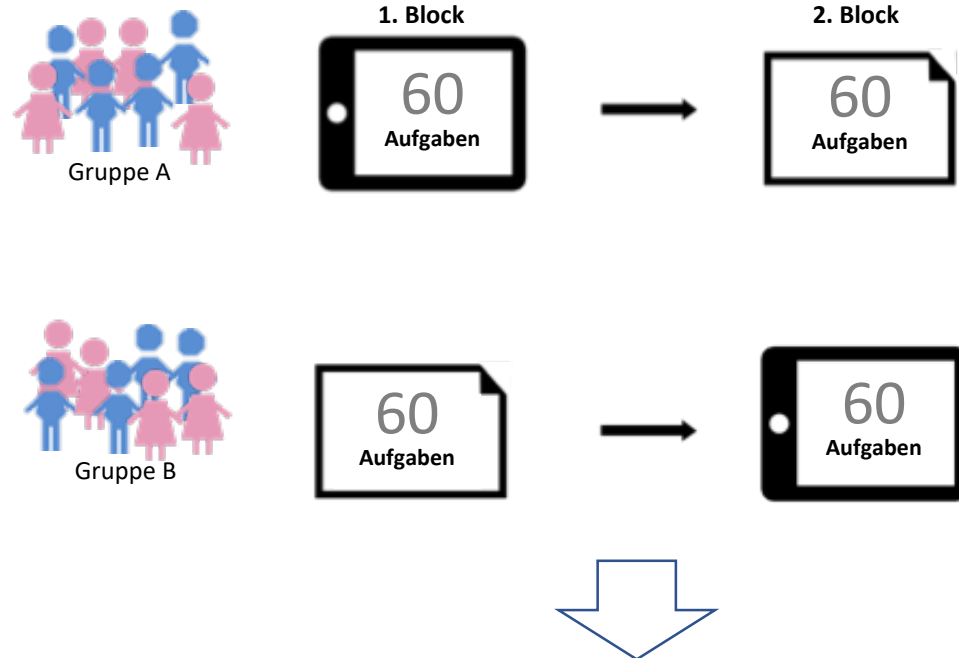


2. Block



Studie mit 7. Klassen/13-Jährigen

Design: mixed between-within



Abhängige Variablen

- Erfolgsrate
- Mentale Anstrengung (Eilers et al., 1986)
- Motivation (Isen & Reeve, 2006)
- Frustration (NASA TLX)
- Rotationsdaten

Haupteffekte: Drehen oder nicht?

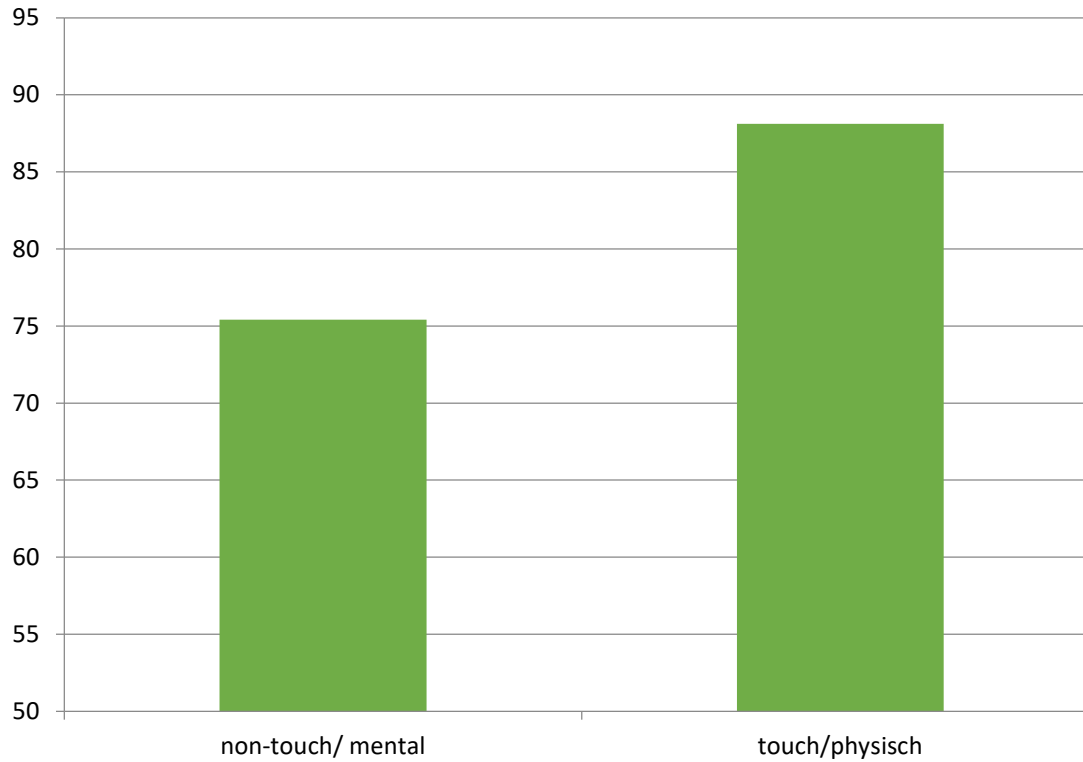
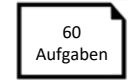
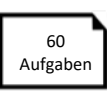
Erfolgsrate



1. Block



2. Block



Haupteffekt

Interaktionsgrad: $F(1, 44) = 81.567, p < .001, \eta_p^2 = 0.650$

Forschungsfragen 2: Geschlecht

Geschlechterunterschiede im Bezug auf räumliches Vorstellungsvermögen:

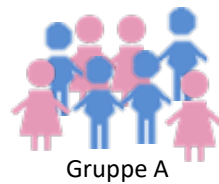
- Geschlechterunterschiede im Bereich räumliches Vorstellungsvermögen vielfach belegt
- Geschlechterunterschiede mit höchsten Effektstärken: Rotation von 3D-Würfelobjekten (Linn & Petersen, 1985; Voyer, Voyer & Bryden, 1995)
- Soziobiologisch, hormonell, soziokulturell (Lovejoy, 1981; Lynn, 1984; Hooven et al., 2004; Zezi et al., 2009)

Damit verbunden: Unterschiede im Bereich Motivation/Emotion:

- Räumliche Aufgaben: Spatial/Wayfinding Anxiety (Lawton & Kallai, 2002, Schmitz, 1999)
- Naturwissenschaften/Mathematik (Erwartungen/Wert/Negativer Affekt/Ängstlichkeit) (Hyde et al., 1990 Baloğlu & Koçak, 2006, Else-Quest et al., 2010, Jain & Dowson, 2009, Kyttälä & Björn, 2010, Ma & Cartwright, 2010)
- höhere Ängstlichkeit, Hoffnungslosigkeit, Scham bei gleichen Leistungen (Frenzel et al. 2007)
- Tendenz: Mädchen attribuieren Erfolg seltener auf Fähigkeiten, empfinden weniger Stolz bei Erfolg (Stipek and Gralinsky , 1991, Meece, Bower & Burg, 2006)
- Geringere Kompetenzüberzeugungen/gleiche Wertüberzeugungen (Eccles et al. 1993, Frenzel et al. 2007)

Studie mit 7. Klassen/12-13 Jährige

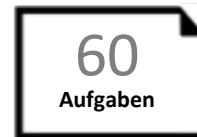
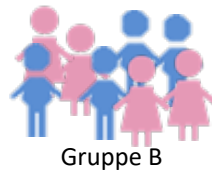
Design: mixed between-within



1. Block



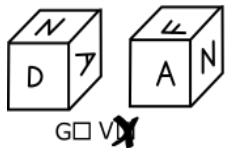
2. Block



Studie mit 7. Klassen/13-Jährigen

Räumliches
Vorstellungsvermögen:

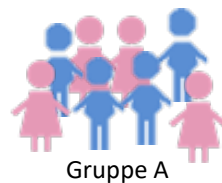
Cube-Comparison-Test



Aktuelle Motivation
(FAM):

Interesse
Herausforderung
Erfolgswahrscheinlichkeit
Misserfolgsängstlichkeit

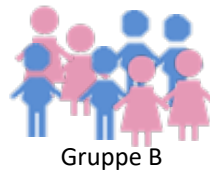
Design: mixed between-within



1. Block



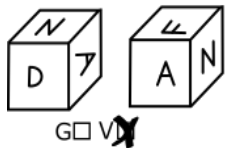
2. Block



Studie mit 7. Klassen/13-Jährigen

Räumliches
Vorstellungsvermögen:

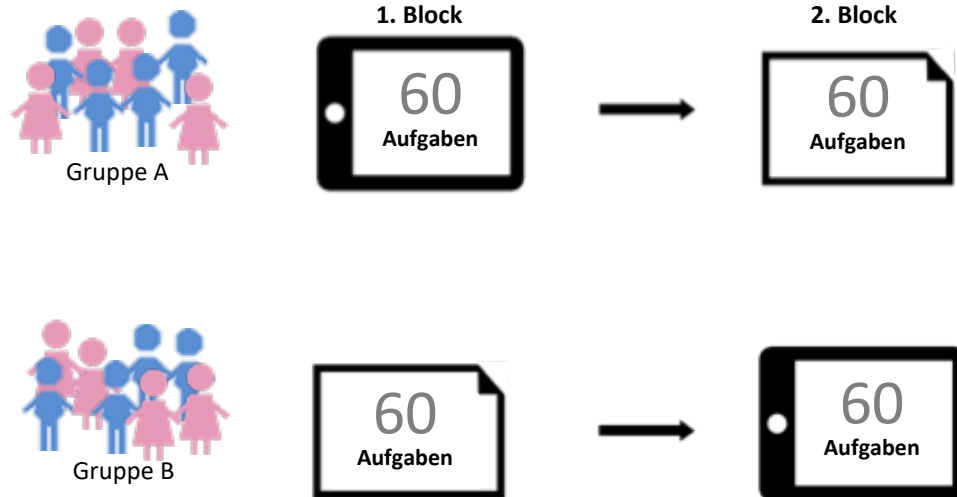
Cube-Comparison-Test



Aktuelle Motivation
(FAM):

Interesse
Herausforderung
Erfolgswahrscheinlichkeit
Misserfolgsängstlichkeit

Design: mixed between-within





Abhängige Variablen

- Erfolgsrate
- Mentale Anstrengung (Eilers et al., 1986)
- Motivation (Isen & Reeve, 2006)
- Frustration (NASA TLX)
- Rotationsdaten

→ Analyse mittels MANOVA und Follow-up-Tests



Ergebnisse

Kontrollvariablen/Unabhängige Variablen

	N = 22 	N = 24 	
Cube-Comparison-Test	M = 12.73	M = 5.25	T(40) = -2.024, p = .050, d = 0.31
Interesse			
Herausforderung			
Misserfolgsängstlichkeit			
Erfolgswahrscheinlichkeit			



Ergebnisse

Kontrollvariablen/Unabhängige Variablen

	N = 22 	N = 24 	
Cube-Comparison-Test	M = 12.73	M = 5.25	T(40) = -2.024, p = .050, d = 0.31
Interesse	M = 4.05	M = 3.53	T (44) = -1.138, p = .261, d = 0.17
Herausforderung	M = 4.89	M = 4.78	T (35) = -0.349, p = .729, d = 0.06
Misserfolgsängstlichkeit			
Erfolgswahrscheinlichkeit			

Ergebnisse

Kontrollvariablen/Unabhängige Variablen

	N = 22 	N = 24 	
Cube-Comparison-Test	M = 12.73	M = 5.25	T(40) = -2.024, p = .050 , d = 0.31
Interesse	M = 4.05	M = 3.53	T (44) = -1.138, p = .261, d = 0.17
Herausforderung	M = 4.89	M = 4.78	T (35) = -0.349, p = .729, d = 0.06
Misserfolgsängstlichkeit	M = 2.83	M = 3.63	T (44) = 1.991, p = .053 , d = 0.287
Erfolgswahrscheinlichkeit	M = 4.55	M = 3.64	T (44) = -2.293, p = .027* , d = 0.327

Erfolgsrate

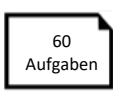


Gruppe A

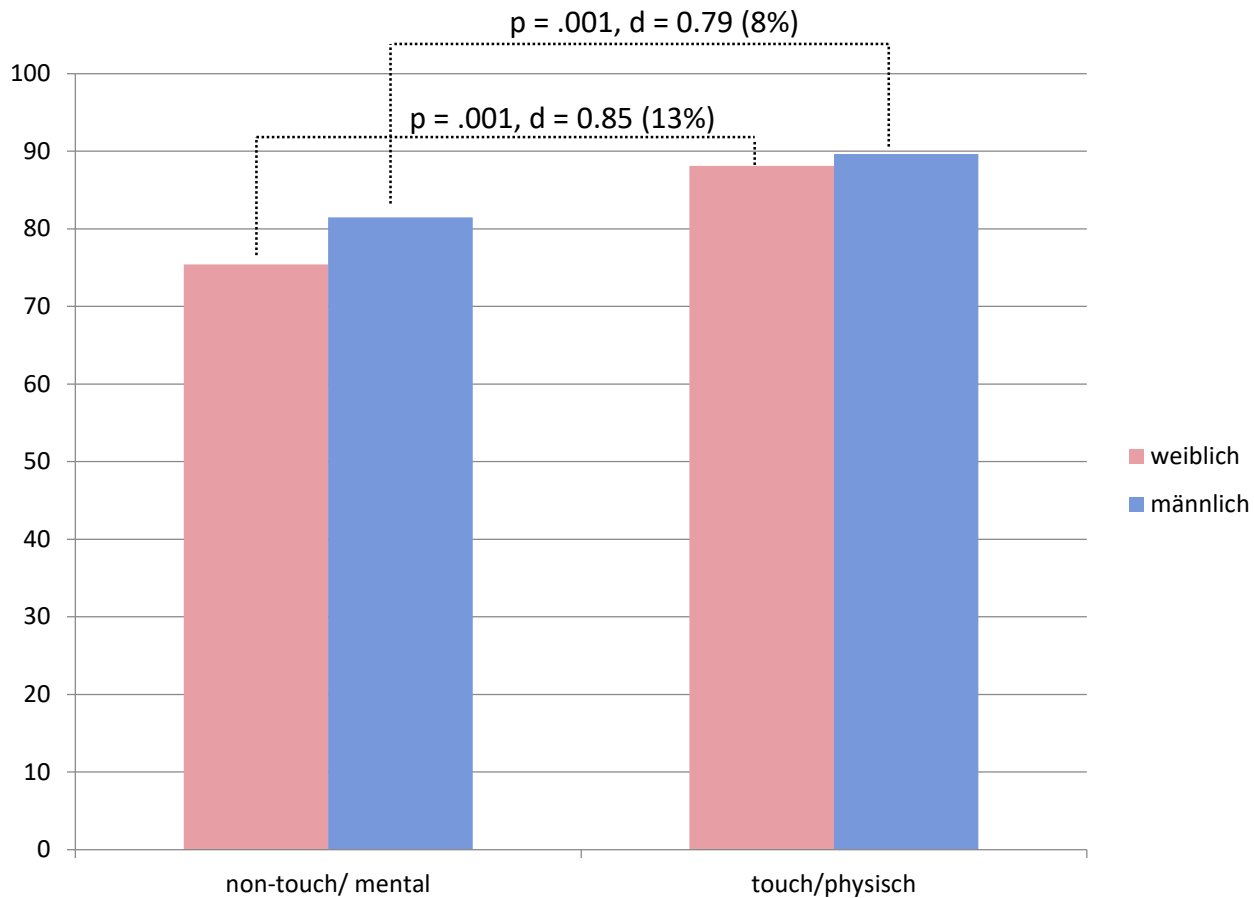
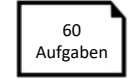
1. Block



2. Block



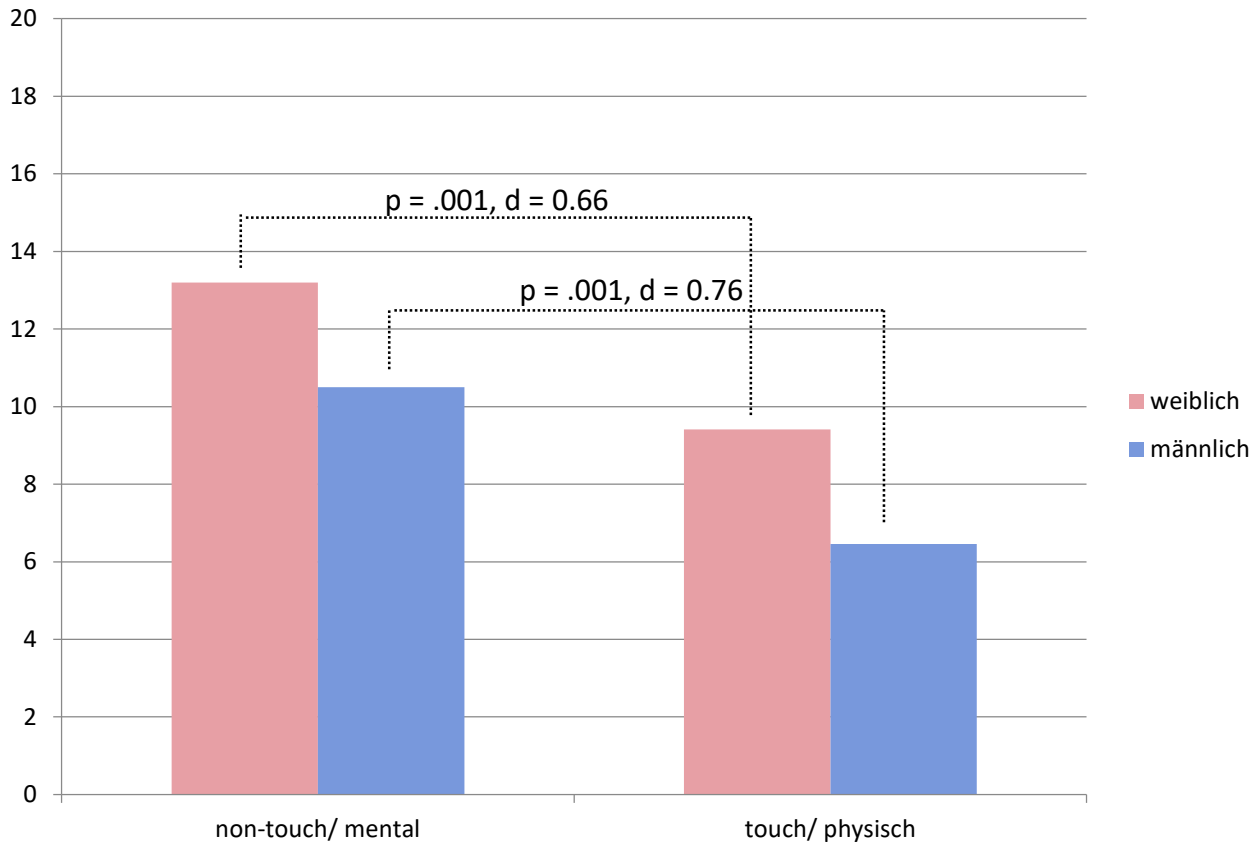
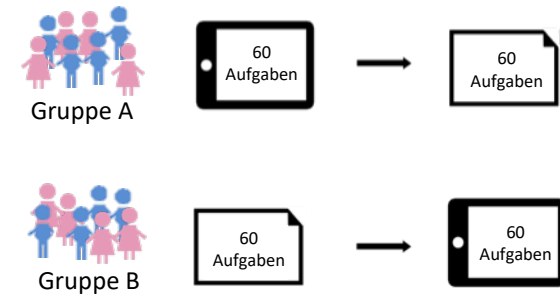
Gruppe B



Haupteffekt Interaktionsgrad: $F(1, 44) = 81.567, p < .001, \eta_p^2 = 0.650$

Interaktionseffekt: $F(1, 44) = 3.892, p = .055, \eta_p^2 = 0.081$

Mentale Belastung

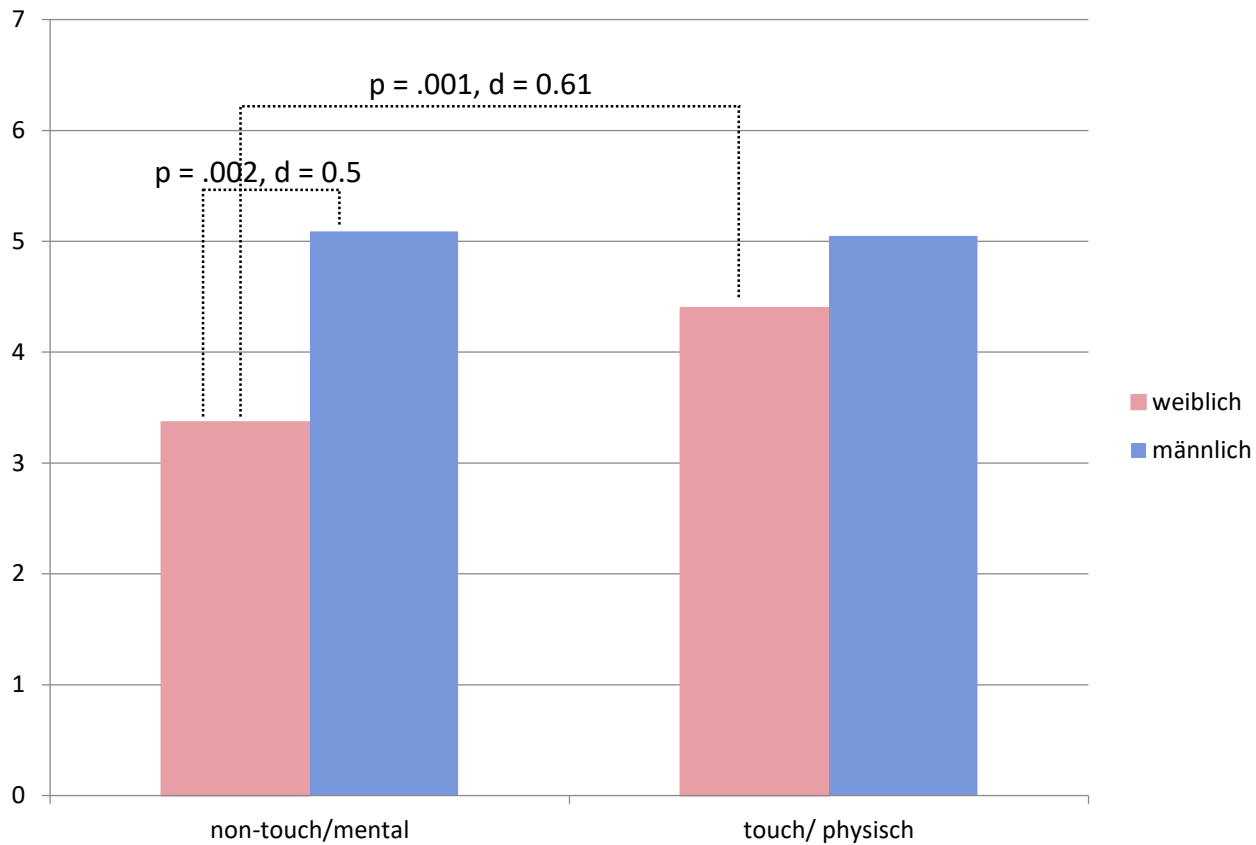
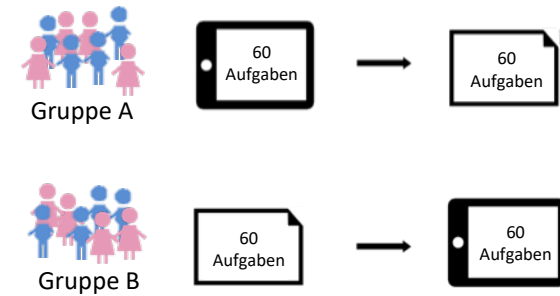


Haupteffekt

Interaktionsgrad: $F(1, 44) = 43.741, p < .001, \eta_p^2 = 0.499$

Geschlecht: $F(1, 44) = 4.580, p = 0.038, \eta_p^2 = 0.094$

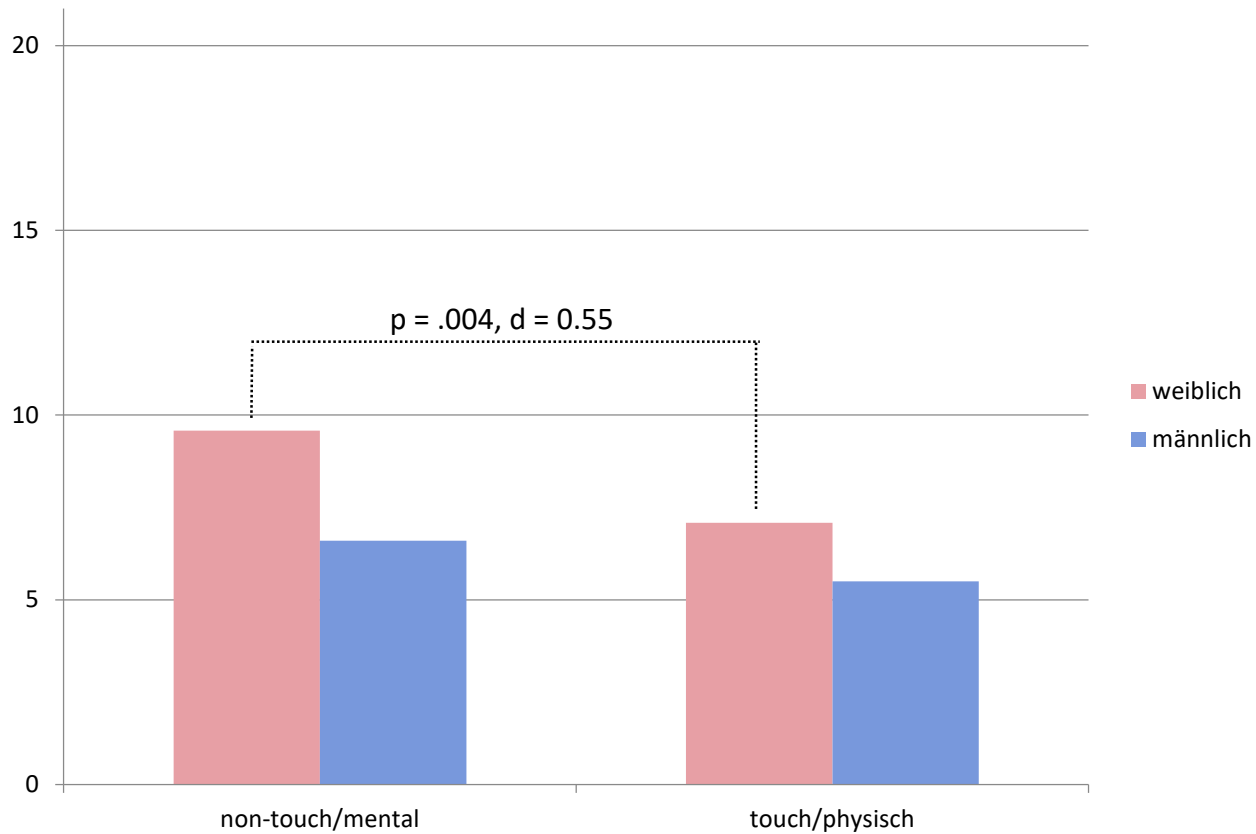
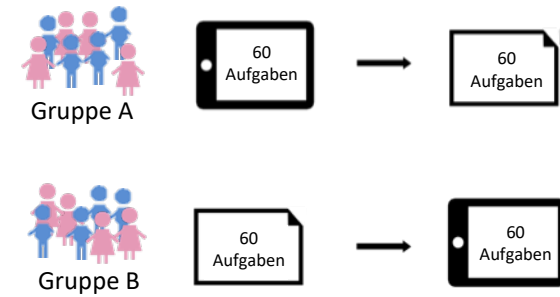
Motivation



Haupteffekt: Interaktionsgrad: $F(1, 44) = 6.662, p = .013, \eta_p^2 = 0.132$ Geschlecht: $F(1, 44) = 6.986, p = 0.011, \eta_p^2 = 0.137$

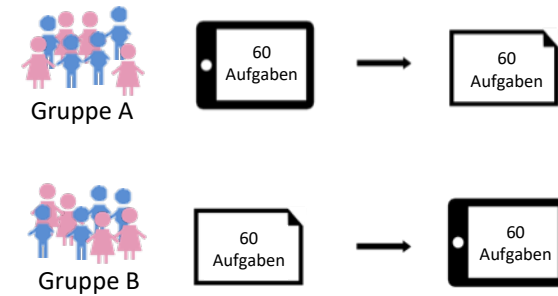
Interaktionseffekt: $F(1,44) = 7.720, p = .008, \eta_p^2 = 0.149$



Frustration



Haupteffekt: Interaktionsgrad: $F(1, 44) = 9.670, p = .003, \eta_p^2 = 0.180$

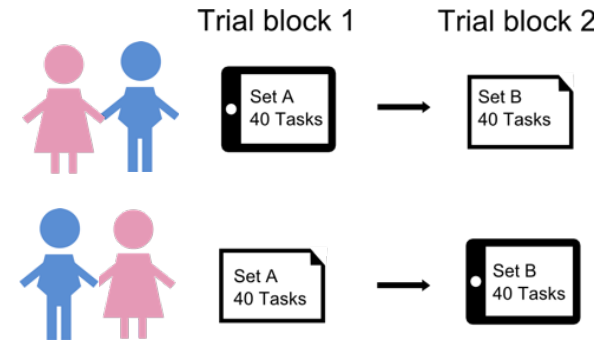
Rotationsverhalten



			
Netto-Rotationszeit (s)	Md = 3.39	Md = 2.90	U = -4.597, p < .001*, r = 0.088
Drehweg (°)	Md = 202.501	Md = 163.78	U = -5.960, p < .001*, r = 0.113
Anzahl der Drags	Md = 5	Md = 3	U = -7.520, p < .001*, r = 0.143
Zeit bis Drehbeginn (s)	Md = 1.60	Md = 1.57	U = -1.162, p = .245, r = 0.022
Finale Winkeldifferenz (°)	Md = 32.96	Md = 32.08	U = -0.463, p = .643, r = 0.012
Rotationseffizienz ¹	Md = 1.37	Md = 1.14	U = -3.547, p < .001*, r = 0.099

¹ Rotationseffizienz = Drehweg / anfängliche Winkeldifferenz

Diskussion



Kontrollvariablen/ UVs :

in Übereinstimmung mit empirischen Ergebnissen
RV und Motivation

Touch-basierte physische Interaktion:

vorteilhaft im Bezug auf Erfolgsrate, Motivation,
Frustration, Mentale Anstrengung

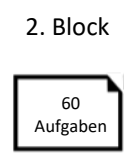
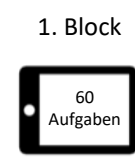
Eine Sache des Geschlechts?:

Mädchen scheinen besonders von der rotierbaren Version
zu profitieren:

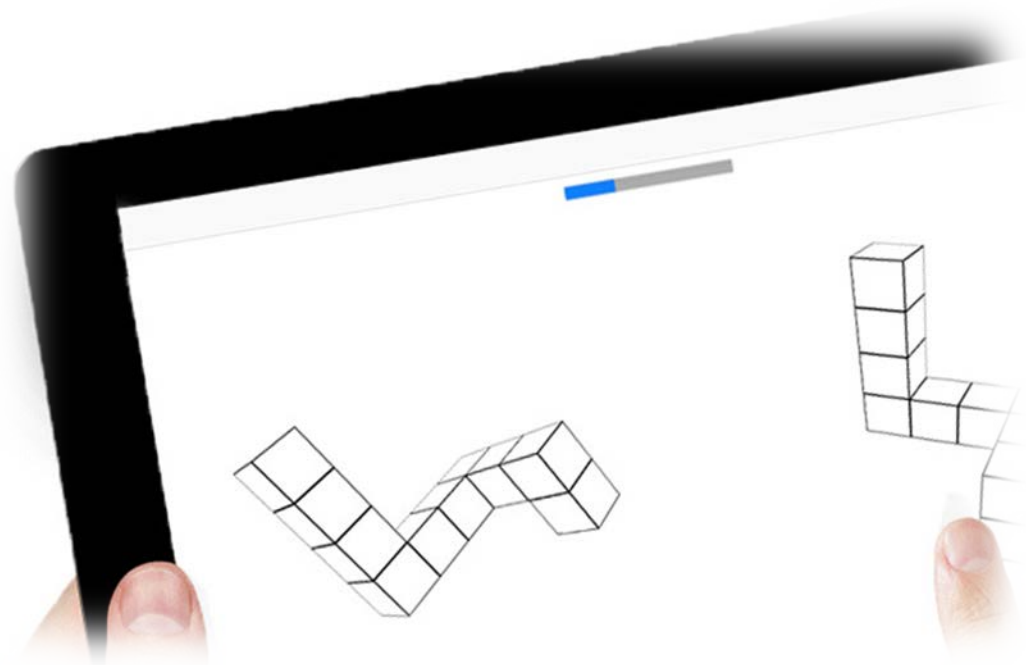
Motivation, Frustration & Erfolgsrate

Compensate & Enhance: Erfolg & mentale Anstrengung –
hybrid

Rotationsdaten: Lösungswege



Die Powerbar – Für wen, wann, wie?



Lernen

Shiffrin (1968)



Gestaltungsprinzipien für AR-VR?

- **Realitätsnähe**
- **Informationen nah beieinander**
- **Unsichtbares-sichtbar machen**
- **Motivierende Szenarien**
- **Prozessdaten**



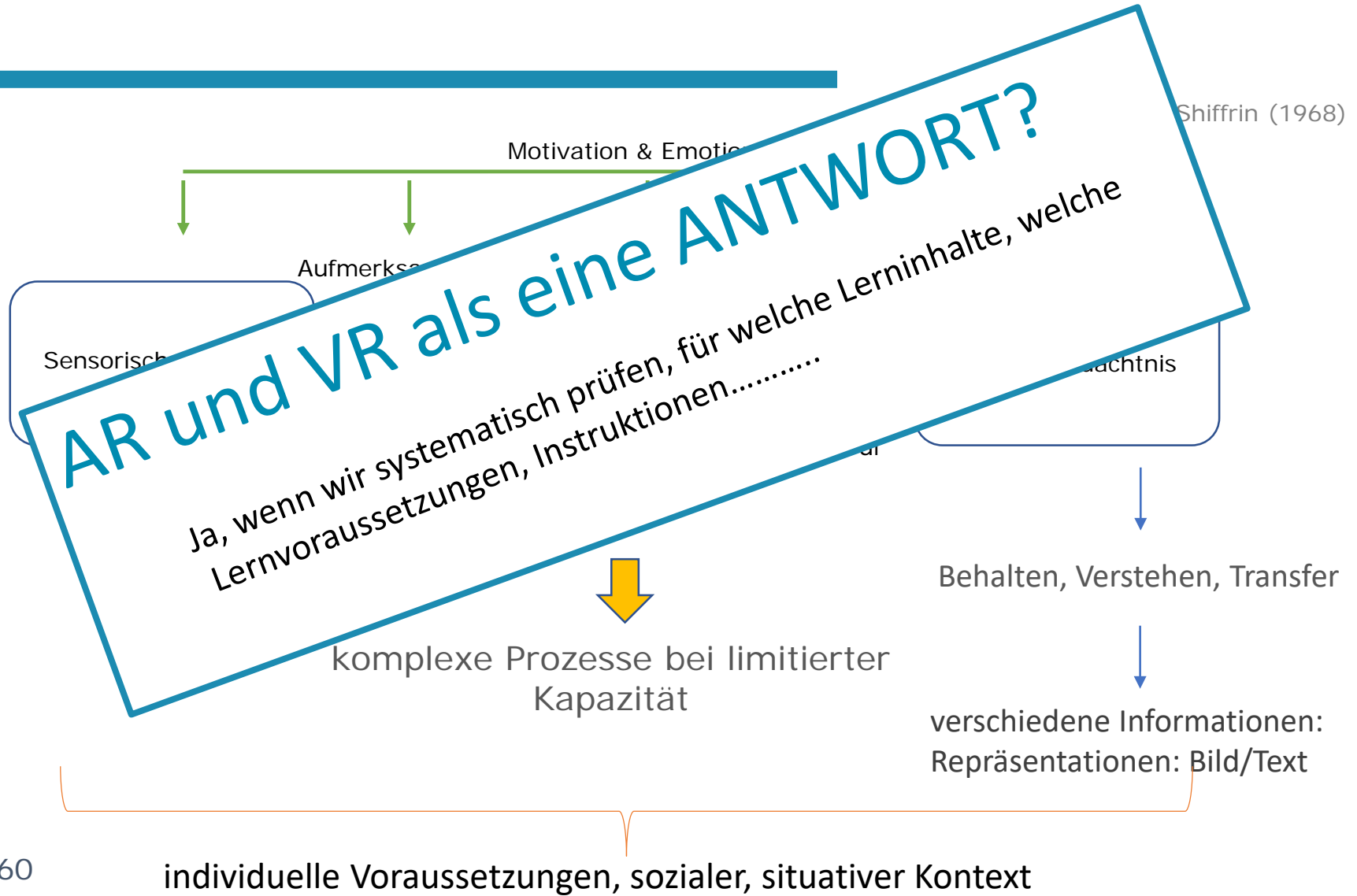
*Augmented Civil Engineering
(AuCity)*

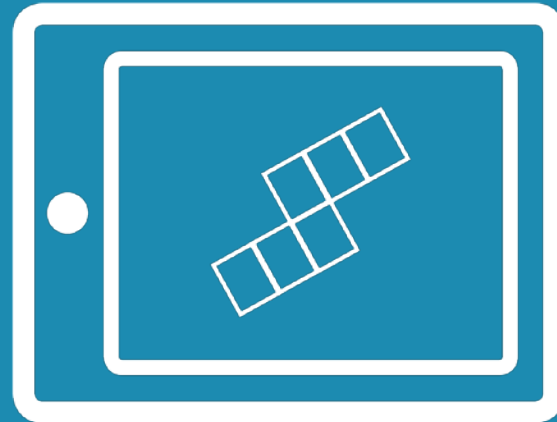


Quelle: Autodesk Limited, 2016

Lernen

Shiffrin (1968)





Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!