



TECHNISCHE UNIVERSITÄT
IN DER KULTURHAUPTSTADT EUROPAS
CHEMNITZ

Professur Psychologie digitaler Lernmedien

Institut für Medienforschung

Philosophische Fakultät



Lehren und Lernen mit Medien II

Eye-Tracking

Der Hobbit: Eine unerwartete Reise (2012). Warner Bros. Pictures.

Überblick

- Einführung
- Arten von Eye-Trackern
- Auswertung von Eye-Tracking-Daten
- Eye-Tracking-Studien
 - Signalisierungseffekt
 - Signalisierungsarten
 - Signalisierungen und pädagogische Agenten
 - Vorübungseffekt
- Eye-Tracking: Bewertung

Einführung (z. B. Rey, 2009)

- **Eye-Tracking:** Aufzeichnung von Blickbewegungen einer Person mittels technischer Hilfsmittel
- **„Eye-mind assumption“** (Just & Carpenter, 1980)
- **Arten von Blickbewegungen**
 - **Fixationen:** Bestimmter Punkt im Raum (Fixationspunkt) wird mit dem Blick fokussiert
 - **Sakkaden:** Sprung von einer Fixation zur nächsten („Blickwechsel“)



Quelle: SMI

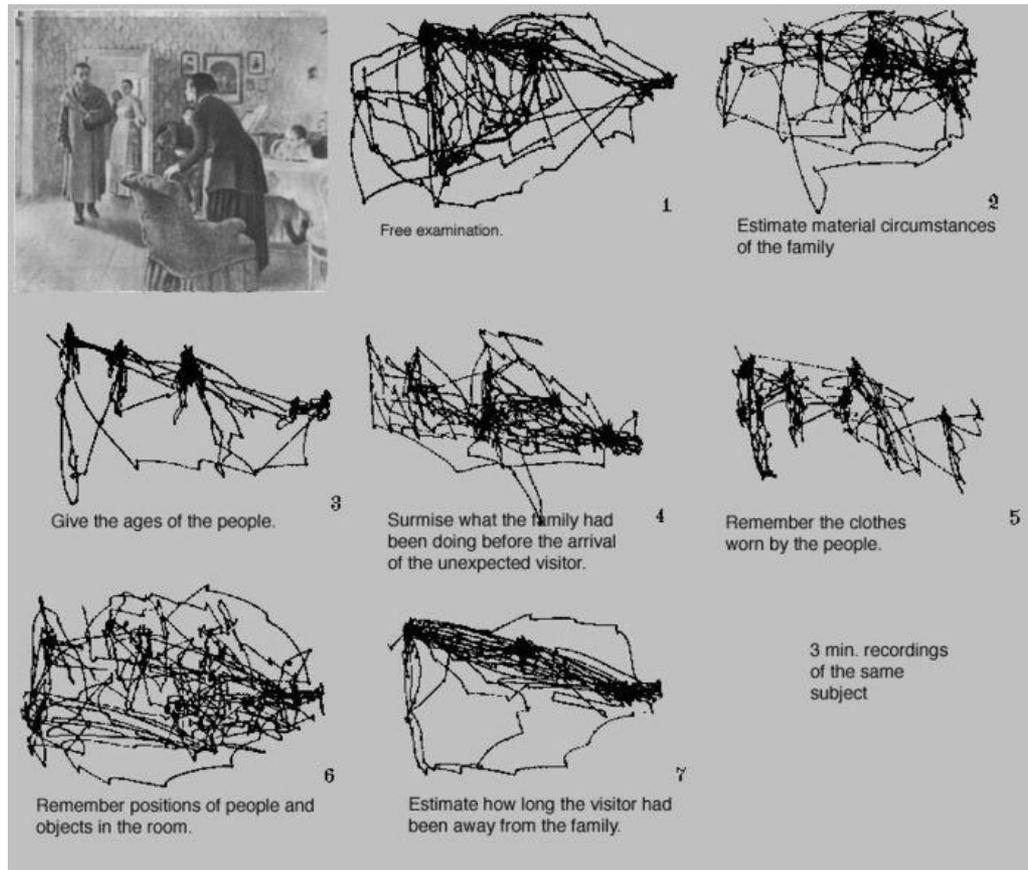
Erfassung der Aufmerksamkeit



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

Eye-Tracking (Yarbus, Haigh, & Riggs, 1967)

- **Beispiel:** Blickbewegungen in Abhängigkeit der Aufgabenstellung



Quelle: Wikipedia

Arten von Eye-Trackern (z. B. Rey, 2009)

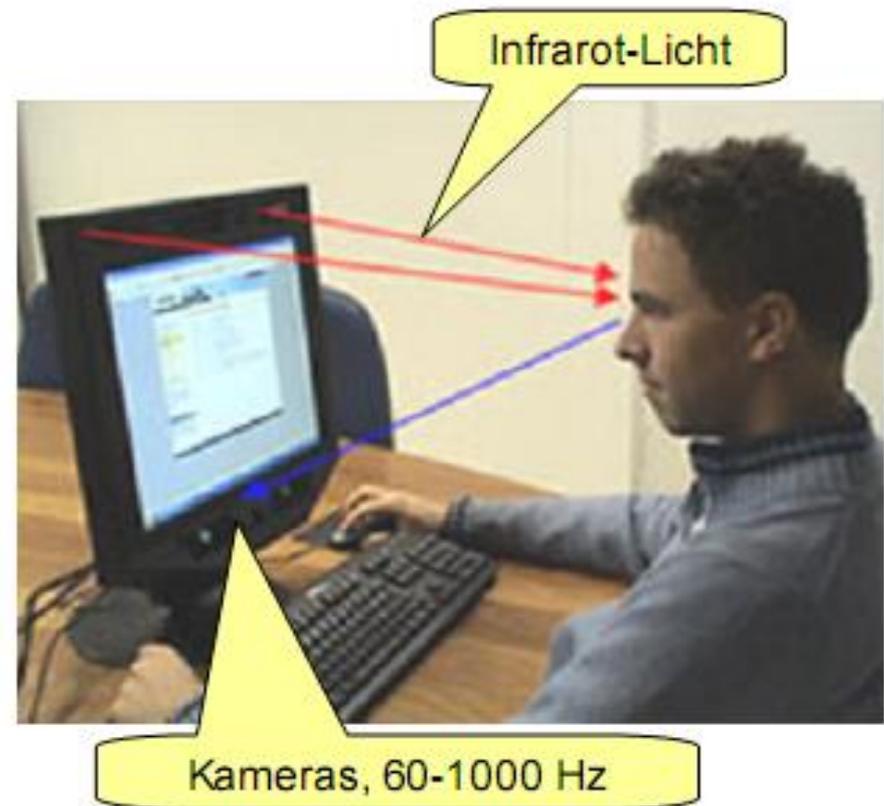
- **Aufzeichnungsgeräte**
 - Überkopfsysteme
 - Ferngesteuerte Systeme
- **Aufzeichnungsverfahren**
 - Retinal-Nachbilder
 - Elektrookulogramme
 - Kontaktlinsenmethode
 - Search coil
 - Cornea Reflex Methode



Quelle: SMI

Cornea Reflex Methode (z. B. Rey, 2009)

- **Kalibrierung:** Ausrichtung eines schwachen Infrarot-Lichtstrahls auf das Auge und anschließende Kalibrierung
- **Eye-Tracking:** Videoaufzeichnung der Augen, insbesondere des Reflexpunktes des infraroten Lichtes auf der Hornhaut (Cornealer Reflex)

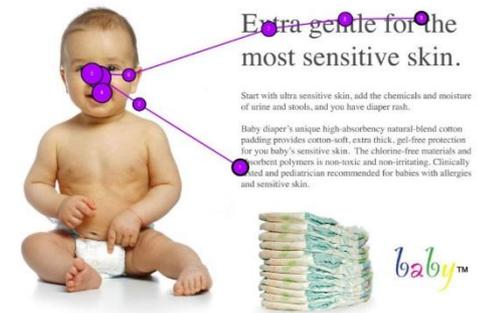


www.uxmatters.com/MT/archives/000040.php

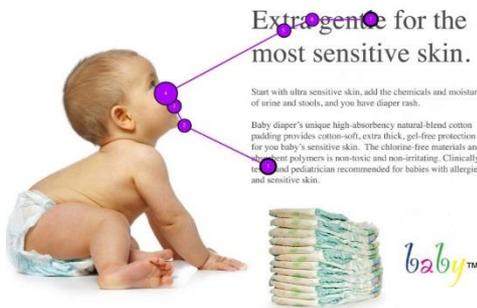
Auswertung von Eye-Tracking-Daten (z. B. Rey, 2009)

- Rohdaten, aggregierte Werte und graphische Aufbereitung
- Gaze plots und gaze spots

Gaze plots

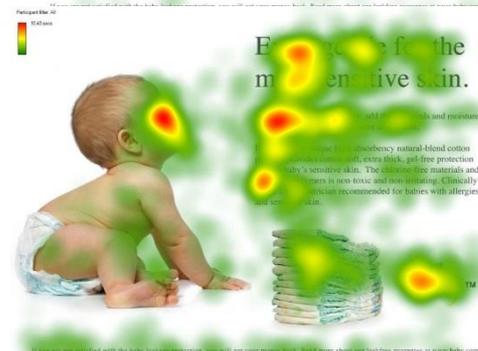


If you are not satisfied with the baby leakage protection, you will get your money back. Read more about our leak-free guarantee at www.baby.com



If you are not satisfied with the baby leakage protection, you will get your money back. Read more about our leak-free guarantee at www.baby.com

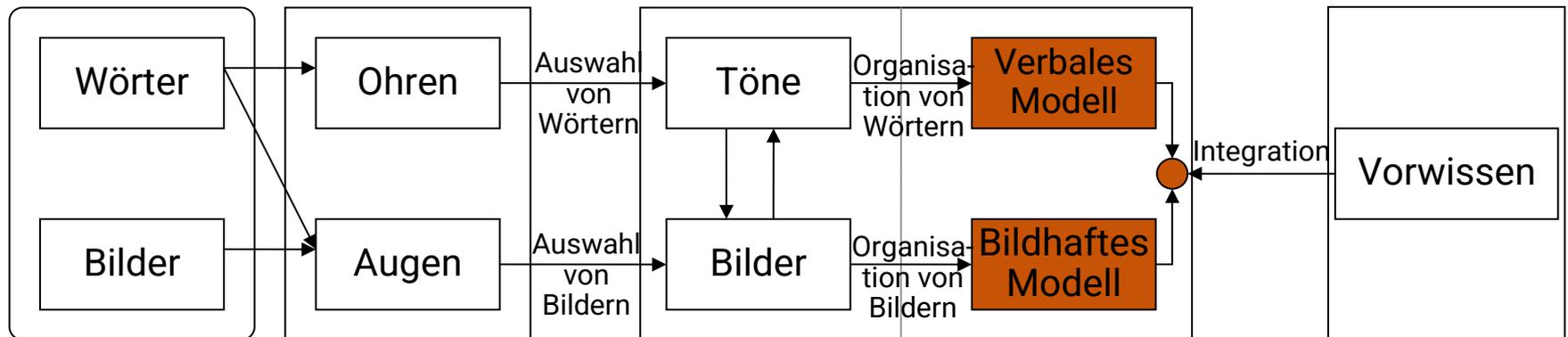
Gaze spots



Quelle: <http://www.mrmediatraining.com/2012/10/24/three-ways-to-control-the-audience-with-your-eyes>

Signalisierungseffekt (z. B. Mayer & Fiorella, 2014; van Gog, 2014)

- **Definition:** Auftreten tieferer Verständnisprozesse beim multimedialen Lernen, wenn Hinweiszeichen die Lernaufmerksamkeit auf relevante Infos lenken oder die Organisationsstruktur des Kerninhaltes hervorheben
- **Beispiele:** Unterstreichungen, Fettdruck oder farbliche Hervorhebungen von Texten
- **Weiteres Beispiel** für Signalisierungen in einem Schaubild

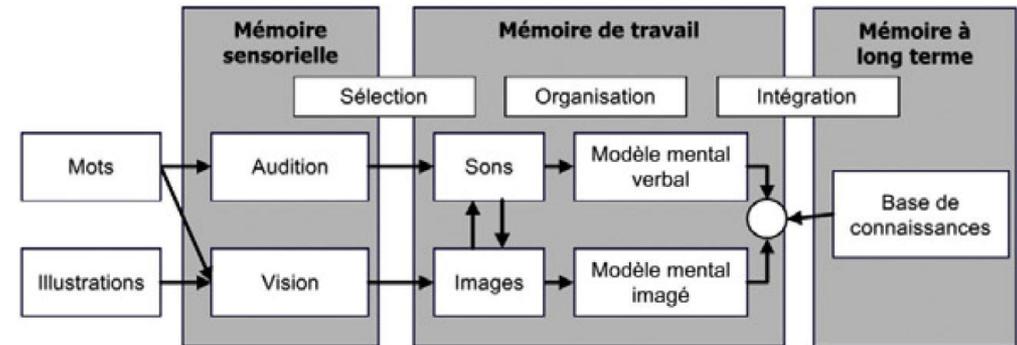


Quelle: Angelehnt an Mayer (2014)

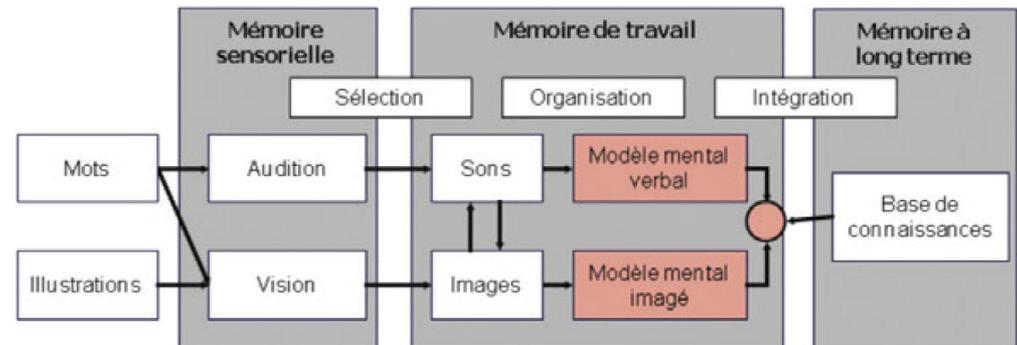
Signalisierungseffekt (Jamet, 2014)

- Stichprobe: $N = 32$; 69% ♀; Ø 22.4 Jahre ($SD = 2.1$)
- Lernmaterial: CTML
- Einfaktorielles, zweifachgestuftes Design
 - Ohne Signalisierungen
 - Mit Signalisierungen
- Abhängige Variablen
 - Vier verschiedene Lerntests
 - Blickbewegungen

Ohne Signalisierungen



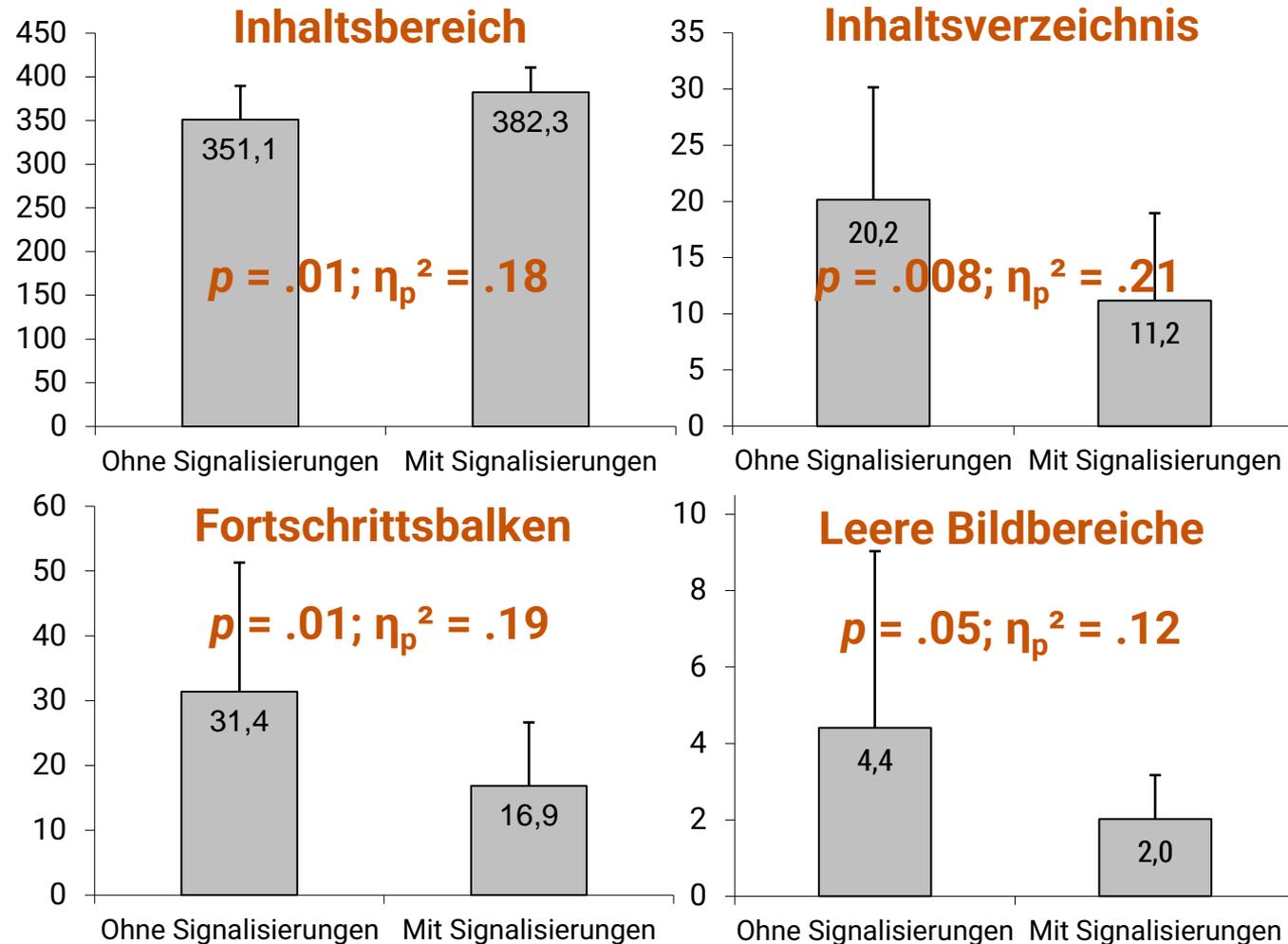
Mit Signalisierungen



Quelle: Jamet (2014)

Signalisierungseffekt (Jamet, 2014)

- Ergebnisse der Blickbewegungen
- Mittelwerte und Standardabweichungen der Fixationszeiten für die vier Bildschirmbereiche





Welche Aussagen zur Studie von Jamet (2014) sind Ihrer Vermutung nach zutreffend?

Mit Signalisierungen erzielen die Versuchspersonen signifikant höhere Transferleistungen.

0%

Ohne Signalisierungen erreichen die Probanden signifikant niedrigere Behaltensleistungen bezüglich der nicht signalisierten Informationen.

0%

Mit Signalisierungen erzielen die Versuchspersonen signifikant höhere Leistungen hinsichtlich der Diagrammvervollständigung.

0%

Mit Signalisierungen zeigen sich signifikant häufiger sog. „antizipatorische Strategien“, d.h. Blickbewegungen auf zukünftige relevante Bildbereiche.

0%

Mit Signalisierungen betrachteten die Versuchspersonen signifikant länger relevante Bildbereiche und signifikant seltener weniger relevante Bildbereiche.

0%



Welche Aussagen zur Studie von Jamet (2014) sind Ihrer Vermutung nach zutreffend?

Mit Signalisierungen erzielen die Versuchspersonen signifikant höhere Transferleistungen.

##.##%

Ohne Signalisierungen erreichen die Probanden signifikant niedrigere Behaltensleistungen bezüglich der nicht signalisierten Informationen.

##.##%

Mit Signalisierungen erzielen die Versuchspersonen signifikant höhere Leistungen hinsichtlich der Diagrammvervollständigung.

##.##%

Mit Signalisierungen zeigen sich signifikant häufiger sog. „antizipatorische Strategien“, d.h. Blickbewegungen auf zukünftige relevante Bildbereiche.

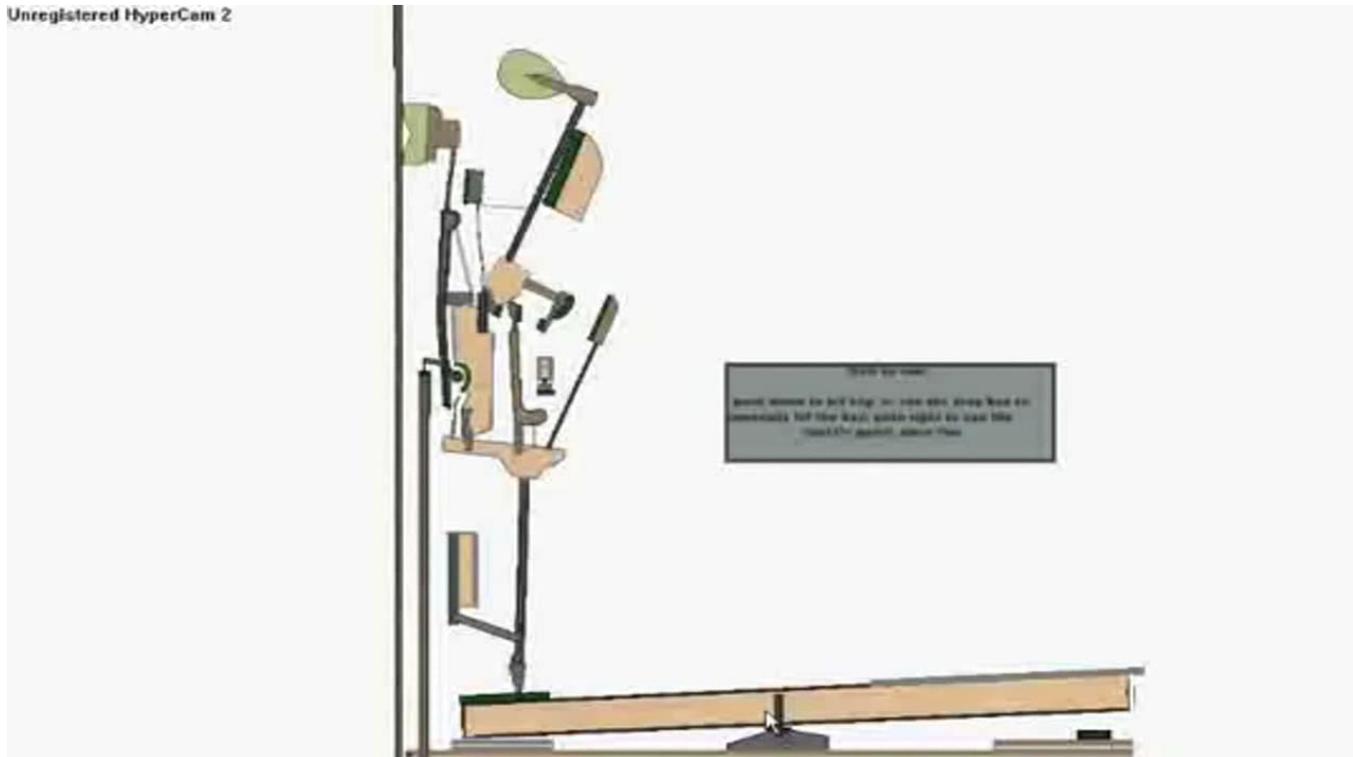
##.##%

Mit Signalisierungen betrachteten die Versuchspersonen signifikant länger relevante Bildbereiche und signifikant seltener weniger relevante Bildbereiche.

##.##%

Signalisierungsarten (Boucheix & Lowe, 2010, Exp. 1)

- **Beispiel:** Signalisierungsarten in einer Animation zur Funktionsweise eines Klaviers

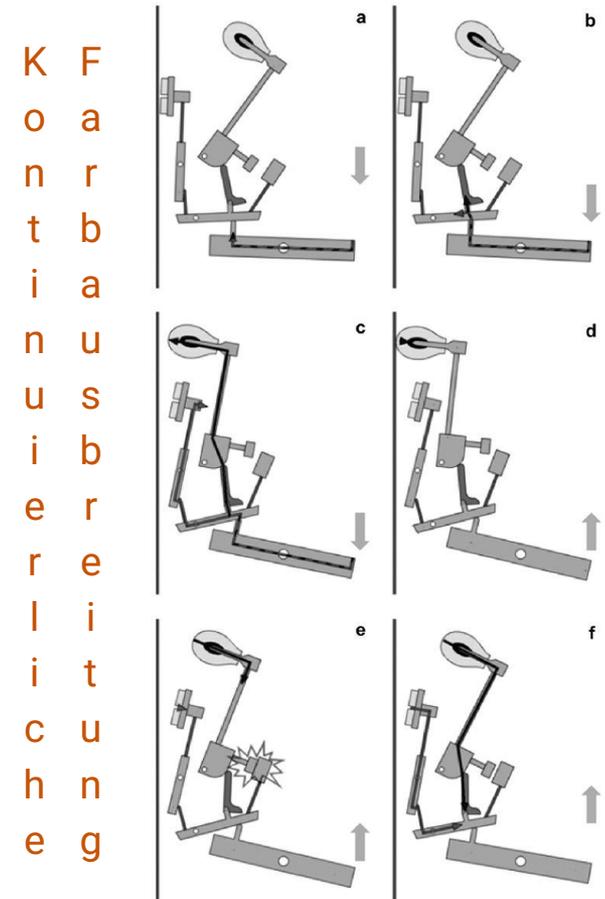
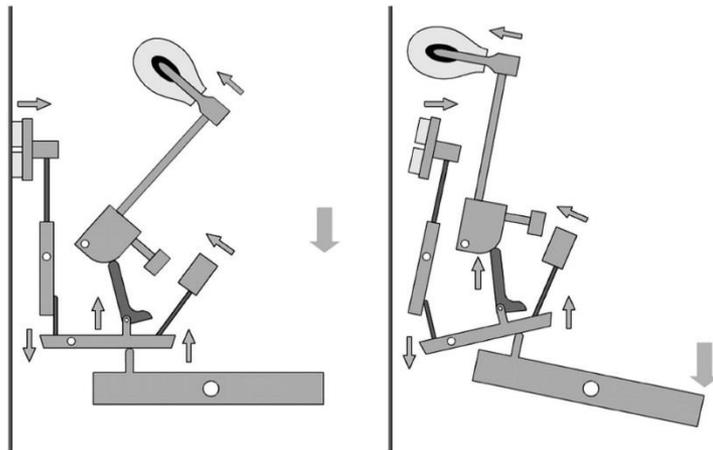


Quelle: www.youtube.com/watch?v=xr21z1CZ54I

Signalisierungsarten (Boucheix & Lowe, 2010, Exp. 1)

- **Stichprobe:** $N = 57$; 91% ♀; $\bar{X} 20.7$ Jahre ($SD = 3.3$)
- **Einfaktorielles, dreifachgestuftes Design**
 - Ohne Hinweiszeichen
 - Dynamische Pfeile
 - Kontinuierliche Farbausbreitung

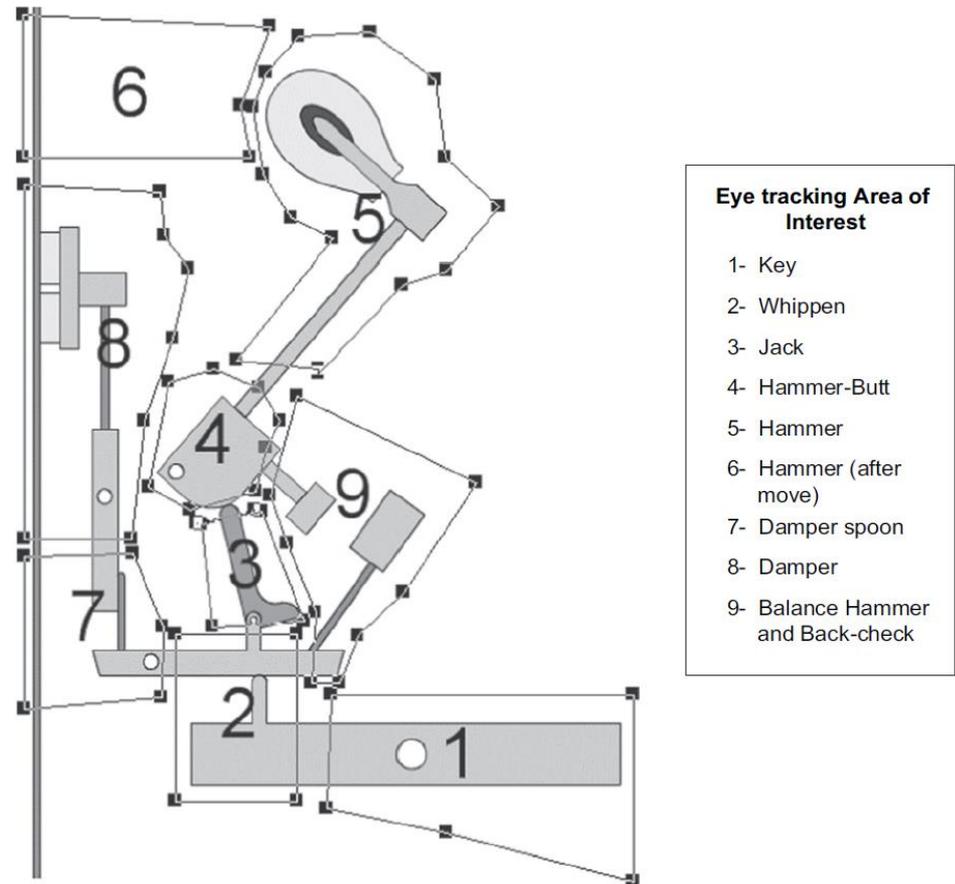
Dynamische Pfeile



Quellen: Boucheix und Lowe (2010)

Signalisierungsarten (Boucheix & Lowe, 2010, Exp. 1)

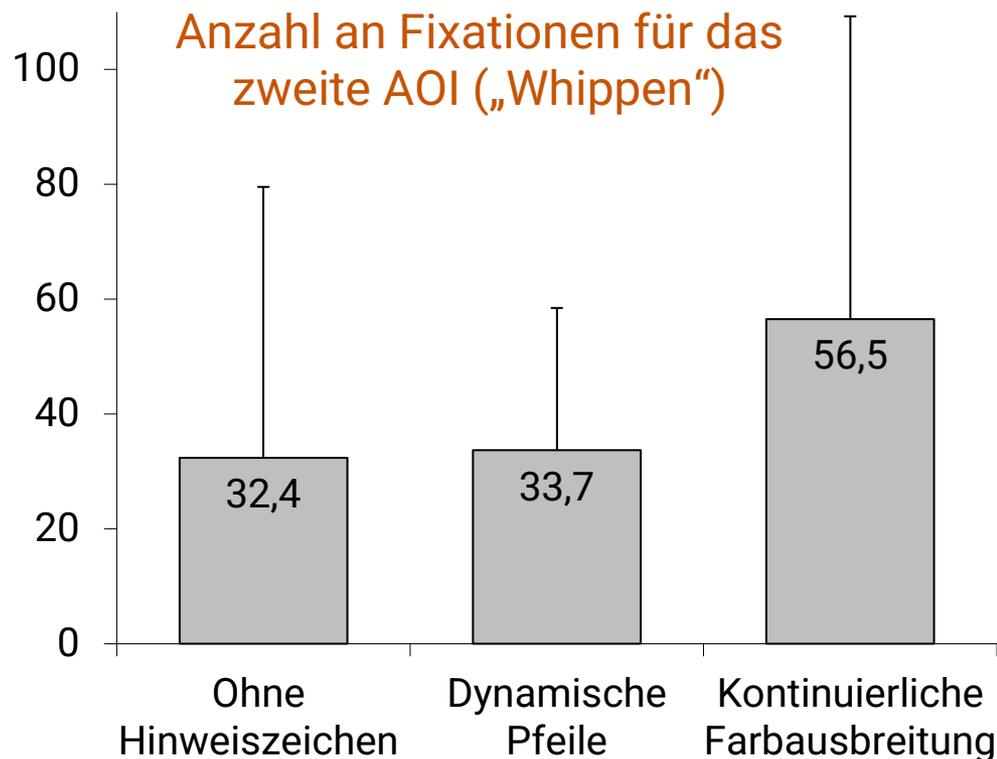
- Abhängige Variablen
 - Blickbewegungen: Mittels Cornea Reflex Methode in neun Bildbereichen (areas of interest, AOIs) aufgezeichnet und zu drei Gruppen zusammengefasst
 - Verständnistest



Quelle: Boucheix und Lowe (2010)

Signalisierungsarten (Boucheix & Lowe, 2010, Exp. 1)

- **Ergebnisse:** In der Bedingung mit kontinuierlicher Farbausbreitung signifikant mehr Fixationen auf thematisch relevante Bildbereiche





Welche weiteren signifikanten Ergebnisse vermuten Sie für das erste Experiment von Boucheix und Lowe (2010)?

In der Bedingung mit kontinuierlicher Farbausbreitung werden teilweise bessere Verständnisseleistungen erzielt als in den anderen beiden Bedingungen.

0%

Die beiden Bedingungen mit Signalisierungen verbessern die Verständnisseleistungen im Vergleich zur Bedingung ohne Hinweiszeichen.

0%

Bezüglich der Verständnisseleistungen zeigen sich keine Unterschiede zwischen den drei Bedingungen.

0%



Welche weiteren signifikanten Ergebnisse vermuten Sie für das erste Experiment von Boucheix und Lowe (2010)?

In der Bedingung mit kontinuierlicher Farbausbreitung werden teilweise bessere Verständnisseleistungen erzielt als in den anderen beiden Bedingungen.

##.##%

Die beiden Bedingungen mit Signalisierungen verbessern die Verständnisseleistungen im Vergleich zur Bedingung ohne Hinweiszeichen.

##.##%

Bezüglich der Verständnisseleistungen zeigen sich keine Unterschiede zwischen den drei Bedingungen.

##.##%

Signalisierungen und pädagogische Agenten (Li, Wang & Mayer, 2023, Exp. 1)



- **Pädagogische Agentinnen** beim multimedialen Lernen
- **Blickrichtung (und Zeigegesten)** von pädagogischen Agentinnen: Beeinflussung der Lernleistungen
 - Blickrichtung auf Lernende als **allgemeine soziale Hinweiszeichen**
 - Blickrichtung (und Zeigegesten) auf Lernmaterialien als **aufmerksamkeitslenkende soziale Hinweiszeichen**



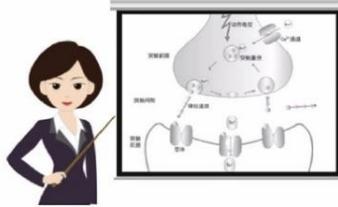
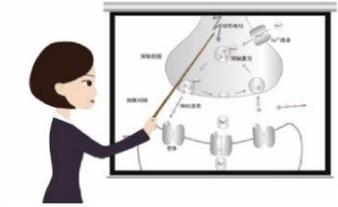
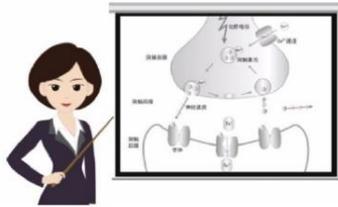
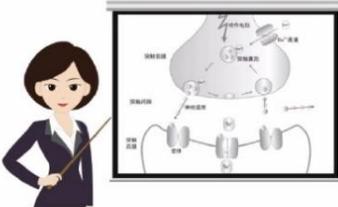
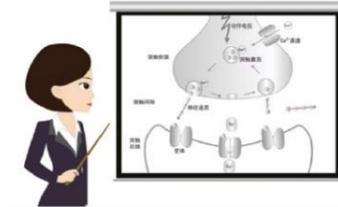
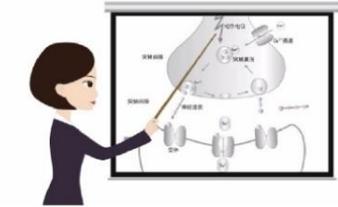
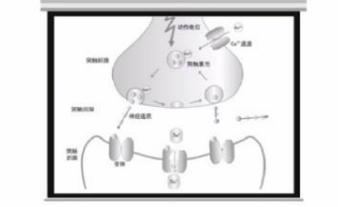
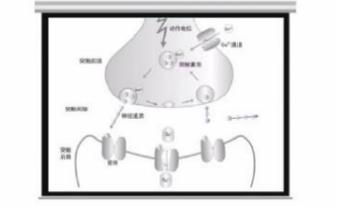
- **Social Agency Theorie und watching eye effect:** Annahme lernförderlicher Effekte durch Blickrichtung auf Lernende
- **CTLM:** Annahme lernförderlicher Effekte durch Blickrichtung (und Zeigegesten) auf Lernmaterialien

Quelle: Li, Wang & Mayer (2023)

Signalisierungen und pädagogische Agenten (Li, Wang & Mayer, 2023, Exp. 1)

- **Stichprobe:** $N = 125$; 90% ♀; $\bar{X} = 19.6$ Jahre ($SD = 1.1$)
- **Lernmaterial:** Synapsenübertragung
- **2 x 2 faktorielles Design**
 - UV_1 : Eye Contact social cues (EC vs. no EC)
 - UV_2 : Attention Guiding social cues (AG vs. no AG)
- **Kovariaten:** Subjektiver und objektiver Vorwissenstest

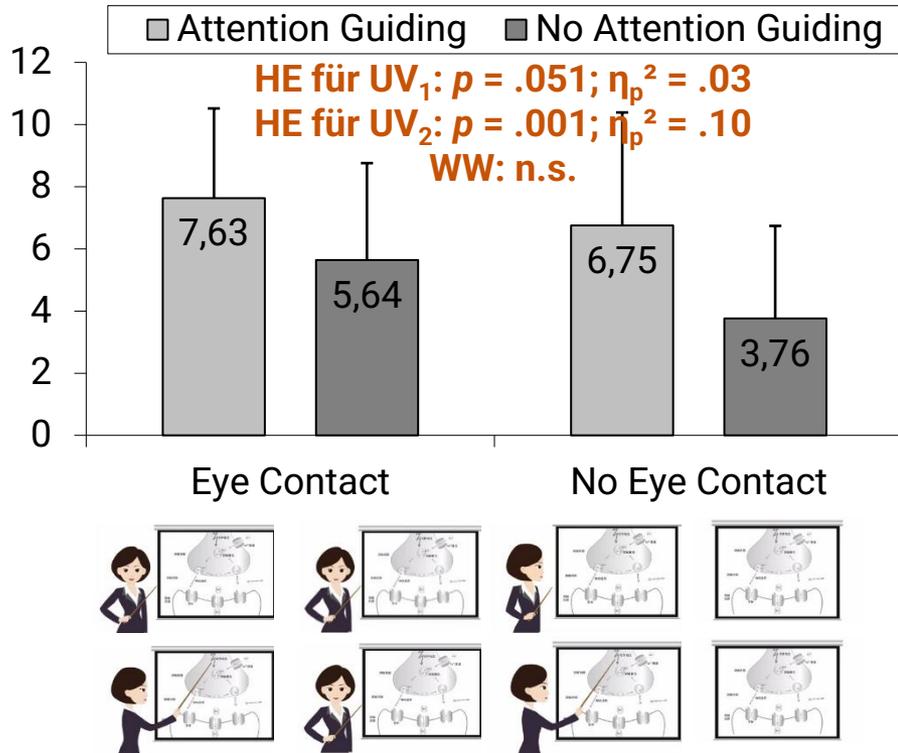
Quelle: Li, Wang und Mayer (2023)

Time Condition	Explain what's not on the illustration	Explain elements of the illustration
EC/AGC		
EC/NO-AGC		
NO-EC/AGC		
NO-EC/NO-AGC		

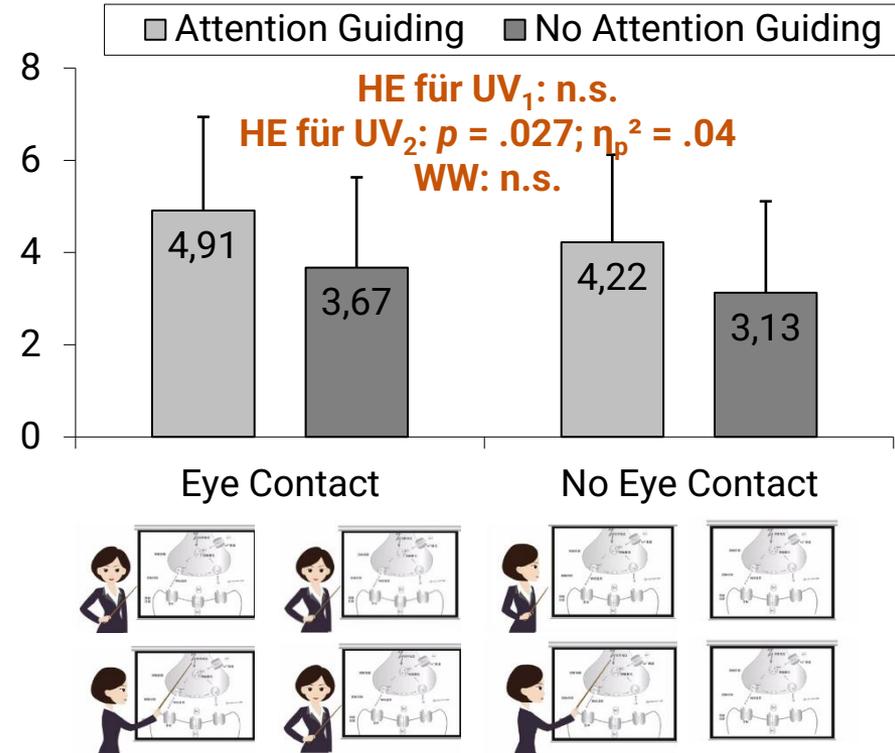
Signalisierungen und pädagogische Agenten (Li, Wang & Mayer, 2023, Exp. 1)

- Abhängige Variablen: Lernergebnisse (Behalten, Transfer)

Behalten

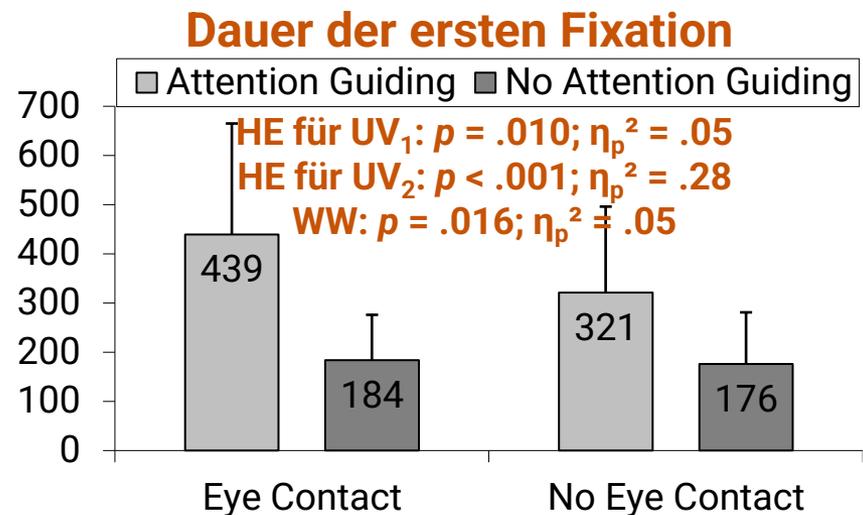
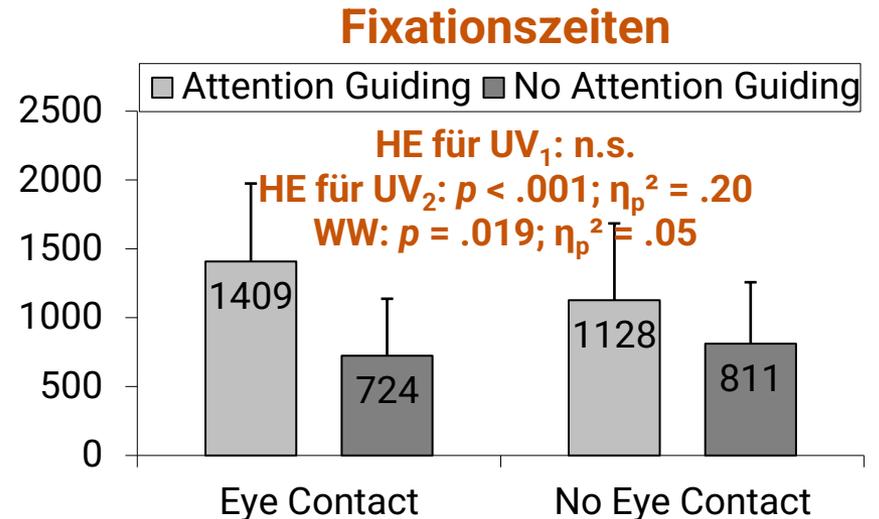
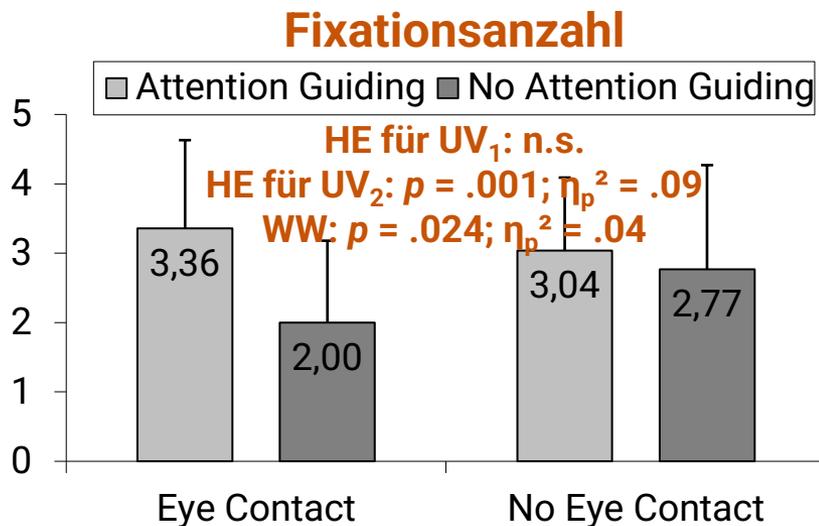


Transfer



Signalisierungen und pädagogische Agenten (Li, Wang & Mayer, 2023, Exp. 1)

- **Abhängige Variablen:**
Blickbewegungen
(Fixationszeiten,
Fixationsanzahl, Dauer der
ersten Fixation)





Welche Aussagen zum ersten Experiment von Li, Wang und Mayer (2023) sind zutreffend?

Blickrichtung und Körperdrehung der pädagogischen Agentin sowie ihre Zeigegesten sind in dem Experiment nicht konfundiert.

0%

Die Ergebnisse bestätigen, dass pädagogische Agentinnen ihren Blick auf die Lernenden richten sollten und damit die Social Agency Theorie und den watching eye effect.

0%

Aufmerksamkeitslenkende Blickrichtung und Zeigegesten der pädagogischen Agentin auf Lernmaterialien verbessern die Lernleistungen.

0%

Vor allem die Blickrichtung der pädagogischen Agentin und weniger ihre Zeigegesten wirken sich lernförderlich aus.

0%



Welche Aussagen zum ersten Experiment von Li, Wang und Mayer (2023) sind zutreffend?

Blickrichtung und Körperdrehung der pädagogischen Agentin sowie ihre Zeigegesten sind in dem Experiment nicht konfundiert.

 ##.##%

Die Ergebnisse bestätigen, dass pädagogische Agentinnen ihren Blick auf die Lernenden richten sollten und damit die Social Agency Theorie und den watching eye effect.

 ##.##%

Aufmerksamkeitslenkende Blickrichtung und Zeigegesten der pädagogischen Agentin auf Lernmaterialien verbessern die Lernleistungen.

 ##.##%

Vor allem die Blickrichtung der pädagogischen Agentin und weniger ihre Zeigegesten wirken sich lernförderlich aus.

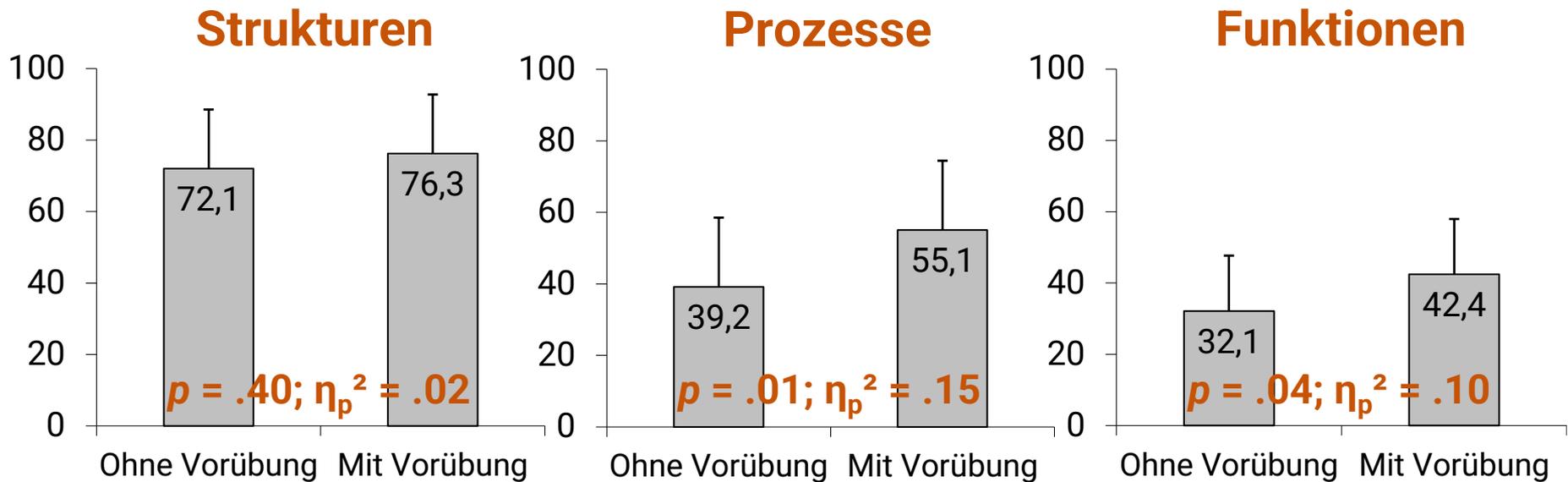
 ##.##%

Vorübungseffekt (z. B. Mayer, 2005; Skuballa, Fortunski & Renkl, 2015)

- **Definition:** Auftreten tieferer Verständnisprozesse, wenn Lernende Namen und Charakteristika der zentralen Konzepte der Lerninhalte kennen
- **Beispiele zur Unterscheidung von:**
 - **Strategic scaffolding:** Benennung einzelner Teilelemente einer komplexen Animation und Erläuterung des möglichen Verhaltens dieser Elemente
 - **Pictorial scaffolding:** Bereitstellung unterstützender Illustrationen im Vorfeld einer komplexen Animation
- Vorübungseffekt auch mittels Trainings der Blickbewegungen möglich?

Vorübungseffekt (Skuballa, Fortunski & Renkl, 2015)

- Ergebnisse der Lernleistungen in %



- Ansonsten keine weiteren signifikanten Effekte (weder für die Selbsteinschätzungen noch für die Blickbewegungen)

Eye-Tracking: Bewertung (z. B. Rey, 2009)

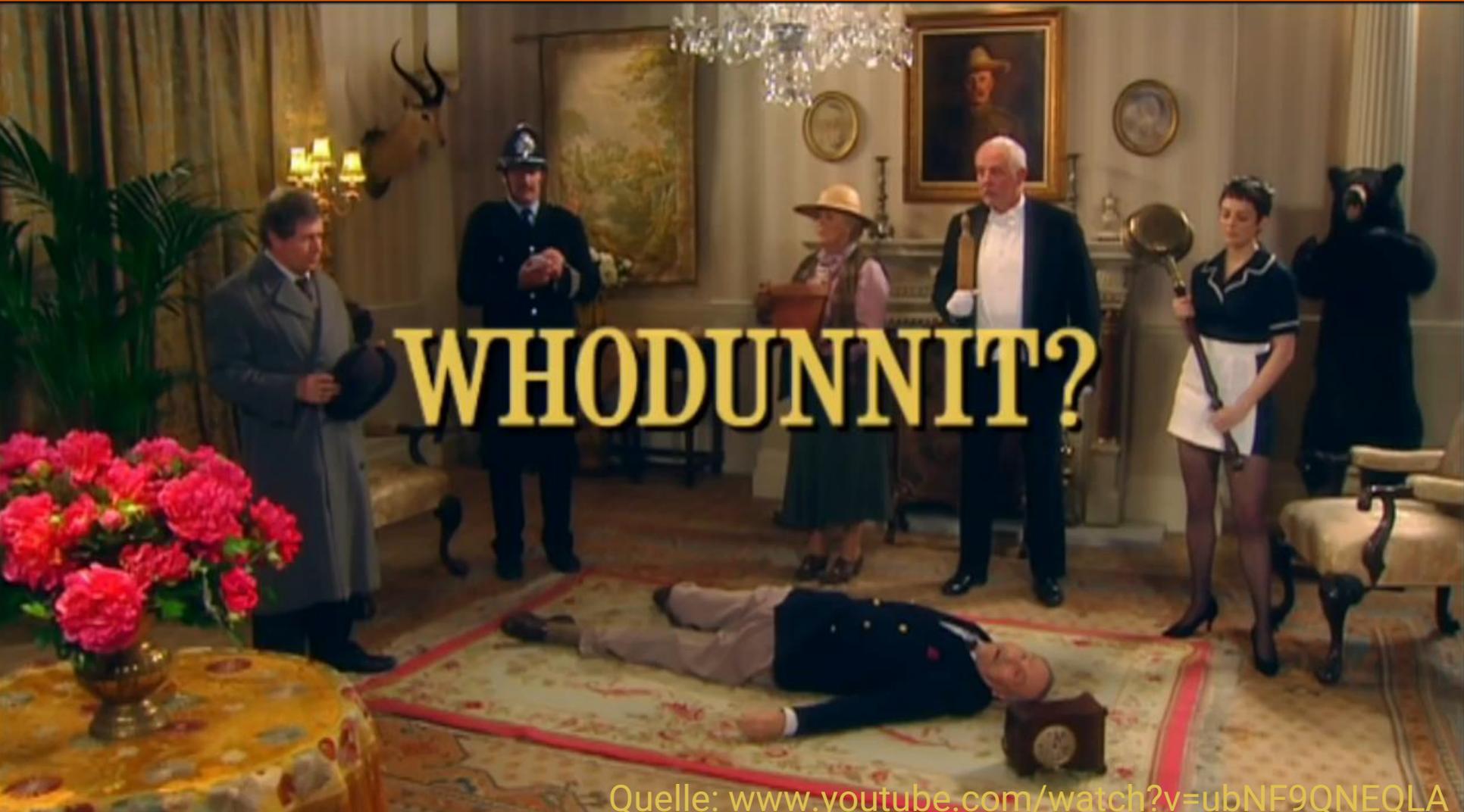
- **Vorteile**

- Messung des Blickverlaufs
- Rückschlüsse auf Aufmerksamkeitsprozesse
- Vielfältige Anwendungsgebiete

- **Nachteile**

- Kosten, Aufwand und erforderliche Expertise hoch
- Blickbewegungen \neq Informationsaufnahme \neq kognitive Verarbeitung
- Beeinflussung des Verhaltens und Erlebens
- Nutzerbedingte Einschränkungen (z. B. bei jüngeren Kindern)

Erfassung der Aufmerksamkeit



Quelle: www.youtube.com/watch?v=ubNF9QNEQLA

Zusammenfassung

- **Eye-Tracking:** Aufzeichnung von Blickbewegungen in Form von Fixationen und Sakkaden einer Person mittels technischer Hilfsmittel
- **Cornea Reflex Methode:** Aufzeichnung meist mittels videobasierter Cornea Reflex Methode
- **Untersuchung zugrundeliegender Prozesse von Gestaltungseffekten** wie dem Signalisierungseffekt oder dem Vorübungseffekt durch Eye-Tracking möglich
- **Verschiedene Vor- und Nachteile** beim Einsatz von Eye-Tracking in der Lehr-Lernforschung

- Rey, G. D. (2009). *E-Learning. Theorien, Gestaltungsempfehlungen und Forschung*. Bern: Huber.
 - Eyetracker (Buch: S. 152–156; Webseite: S. 103–105)
- Jamet, E. (2014). An eye-tracking study of cueing effects in multimedia learning. *Computers in Human Behavior*, 32, 47–53.
- Boucheix, J.-M., & Lowe, R. K. (2010). An eye tracking comparison of external pointing cues and internal continuous cues in learning with complex animations. *Learning and Instruction*, 20, 123–135.
- Li, W., Wang, F., & Mayer, R. E. (2023). How to guide learners' processing of multimedia lessons with pedagogical agents. *Learning and Instruction*, 84, 101729.
- Skuballa, I. T., Fortunski, C., & Renkl, A. (2015). An eye movement pre-training fosters the comprehension of processes and functions in technical systems. *Frontiers in Psychology*, 6.

Weiterführende Literatur

- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1980). A theory of reading: From eye fixations to comprehension. *Psychological Review*, 87, 329–354.
- Yarbus, A. L., Haigh, B., & Riggs, L. A. (1967). *Eye movements and vision* (Vol. 2): New York: Plenum press.
- 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.
- Sweller, J., & Chandler, P. (1994). Why some material is difficult to learn. *Cognition and Instruction*, 12, 185–233.
- Mayer, R. E. (2005). Principles for managing essential processing in multimedia learning: Segmenting, pretraining, and modality principles. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 169–182). Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Alemdag, E., & Cagiltay, K. (2018). A systematic review of eye tracking research on multimedia learning. *Computers & Education*, 125, 413–428.