



Universität Hamburg
DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

Kolloquium

Nathanael Strauß

26.09.2024



Foto: UHH/Lutsch



Universität Hamburg
DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

FAKULTÄT
FÜR MATHEMATIK, INFORMATIK
UND NATURWISSENSCHAFTEN

Entwicklung und Evaluation eines Leseassistenten in Virtual Reality

Nathanael Strauß

26.09.2024

Im Februar 2022 starb in Chile eine 93-jährige Frau. Mit ihr verstummte eine ganze Sprache. Denn Cristina Calderón war die letzte Sprecherin von Yaghan, das einst in ganz Feuerland, an der Spitze Südamerikas, verbreitet war. Mit Yaghan ging nicht nur eine Fülle an Wissen verloren, sondern auch eine isolierte Sprache – eine, zu der es auch solche, die erst vor relativ kurzer Zeit entstanden sind. Wie im Fall der Al-Sayyid-Beduin-Gebärdensprache (ASBG), die Beduinen in der Wüste Negev in Israel verwenden. Der Stamm der Al-Sayyid entwickelte ASBG in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts. Die Zeichensprache sollte die Kommunikation in einer Bevölkerung erleichtern, in der ungefähr 50-mal mehr Menschen gehörlos sind als im weltweiten Durchschnitt. Der Grund: Viele der Mitglieder sind genetisch bedingt taub.

Doch je gefährdeter die Existenz einer Sprache ist, desto intensiver forschen Fachleute über sie und kennen: Isolierte Sprachen bergen Indizien, mit denen die Bandbreite menschlicher Kommunikation und Kognition genauer zu verstehen ist. In den vergangenen Jahren lieferten Impulse zu der Frage, wie die Entwicklung einer Kultur und ihre Sprache zusammenhängen.



Motivation

- Während Studium häufig mit Lesen wissenschaftlicher Texte konfrontiert
 - Akademisches Niveau, komplexe Satzstrukturen
- => Zeitlicher, kognitiver Aufwand

Motivation

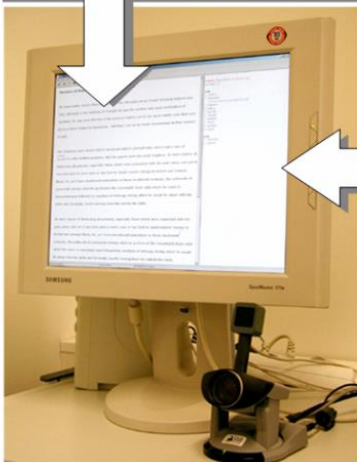
- Kernidee: Virtuelle Assistenz für Lesen auf Papier und Bildschirmen
 - ⇒ Leseassistent in AR
 - ⇒ Aber: Limitationen durch Occlusion, Texterkennung in Echtzeit
 - ⇒ AR in VR simuliert

Verwandte Arbeiten – Leseassistentz durch eyetracking-basierte Events

- Hyrskykari (2006): *Eyes in attentive interfaces: Experiences from creating iDict, a gaze-aware reading aid.*

Gloss for a word

Until now, he had forgotten all about that first evening
viihdyttää (kestitää) jkta jllk
regaled him with the usual tall yarns concocted for t
then that the old Base clerk had told the story of his



Dictionary entry for a word

regale [base form of **regaled**]

transitive verb

1. viihdyttää (kestitää) jkta jllk
2. kestittää jkta (ruhtinaallisesti) jllak
3. ilahduttaa

verb

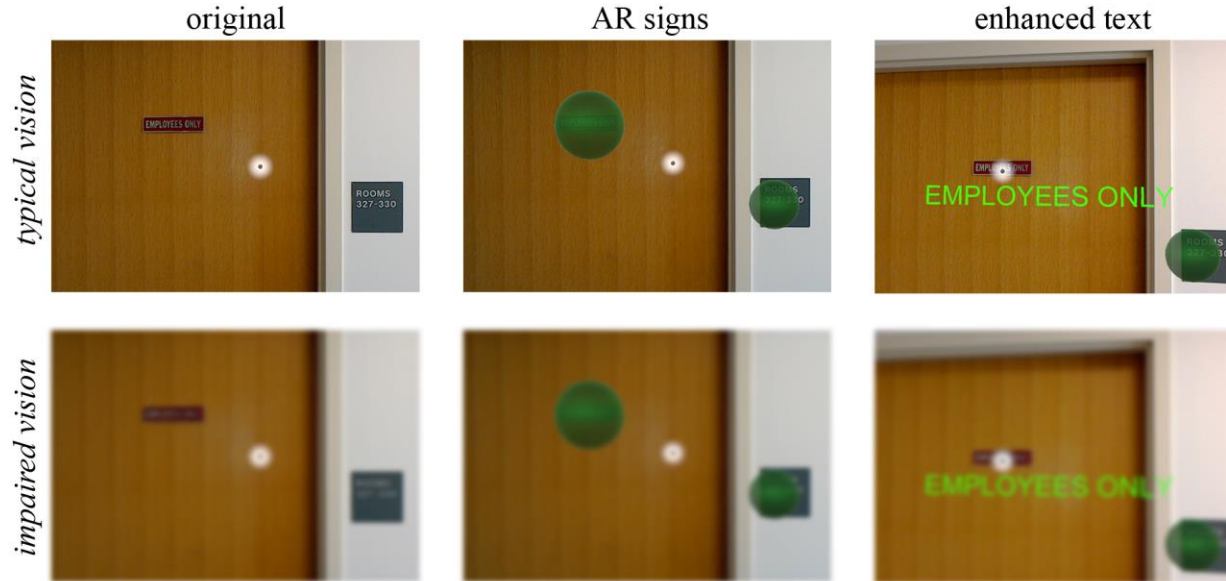
4. herkutella

noun

5. kestit
6. herkkä

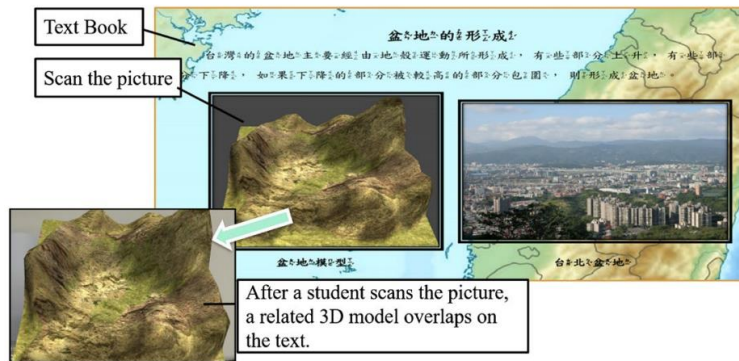
Verwandte Arbeiten – Leseassistent für Seheingeschränkte

- Huang et al. (2019): *An augmented reality sign-reading assistant for users with reduced vision.*



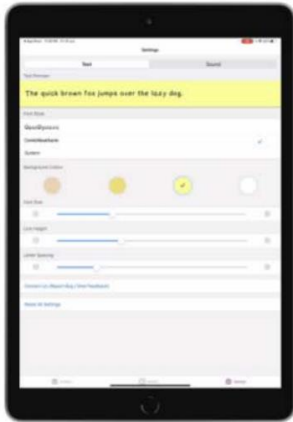
Verwandte Arbeiten – AR zu schulischen Illustrationszwecken

- Huisinga (2017): *Augmented reality reading support in higher education.*
- Lai et al. (2019): *An augmented reality-based learning approach to enhancing students' science reading performances from the perspective of the cognitive load theory.*

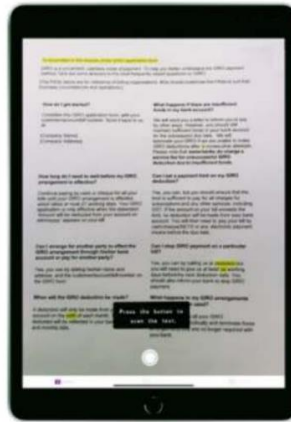


Verwandte Arbeiten – Interventionen bei Neurodiversität

- Gupta et al. (2021): *Augmenta11y: A reading assistant application for children with dyslexia.*



1.a) Users can change their font, color, and typographic settings any time



1.b) Users can scan and crop an image to read specific information



1.c) Reader highlights words, has playback controls, and progress bar

Anwendung

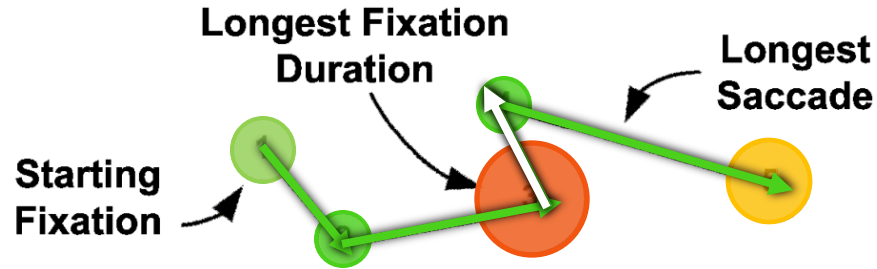
- Lesen auf Textpanel mit
 - 2 Leseassistenten-Funktionen
 - Scanpath
 - Peripheral Blur
 - Lesen ohne Assistenz



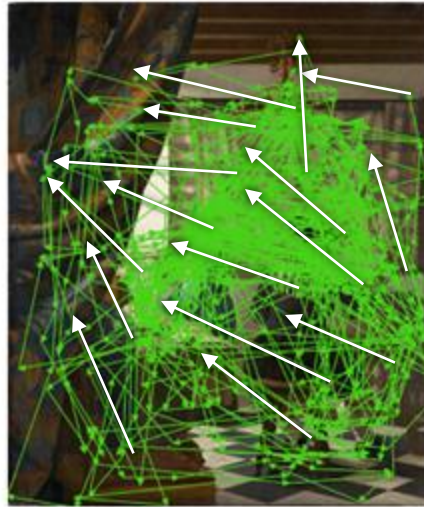
Leseassistentz-Funktion Scanpath

- Visuelles Feedback über Leseverhalten
 - Reflexion
 - Anpassung
- Historie über Lesefluss = Scanpath

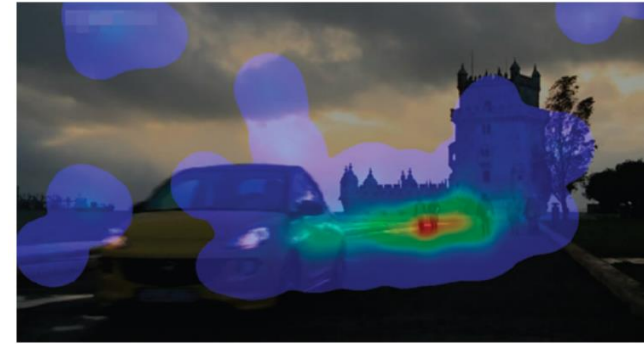
Leseassistentz-Funktion Scanpath



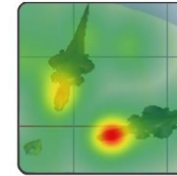
J. H. Goldberg & J. I. Helfman: Visual scanpath representation, 2010



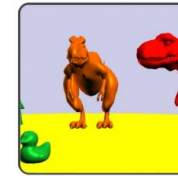
(b) Raw saccades



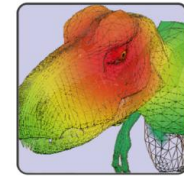
a) Traditional Attention Map



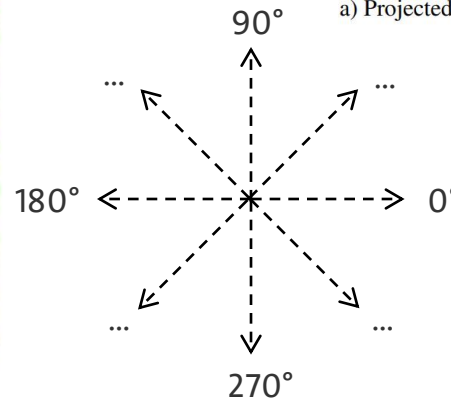
a) Projected

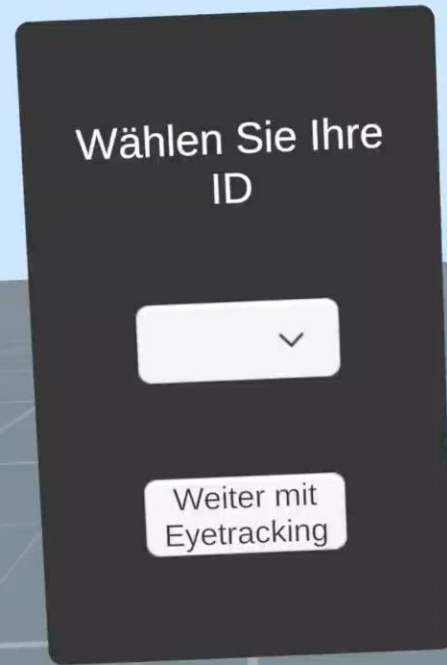


b) Object-based



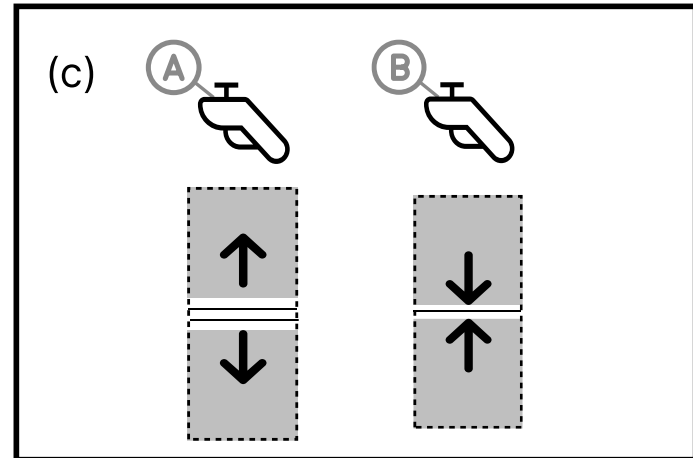
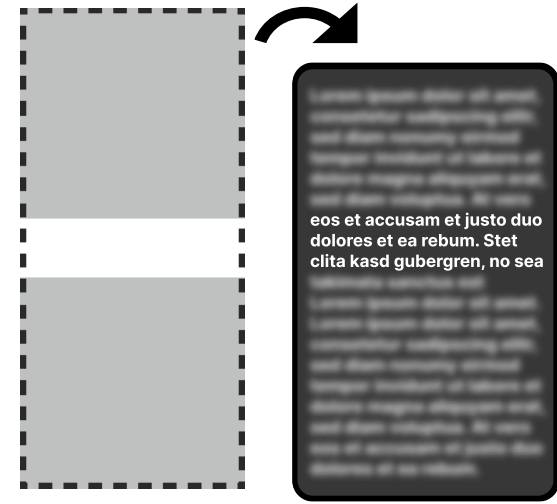
c) Surface-based





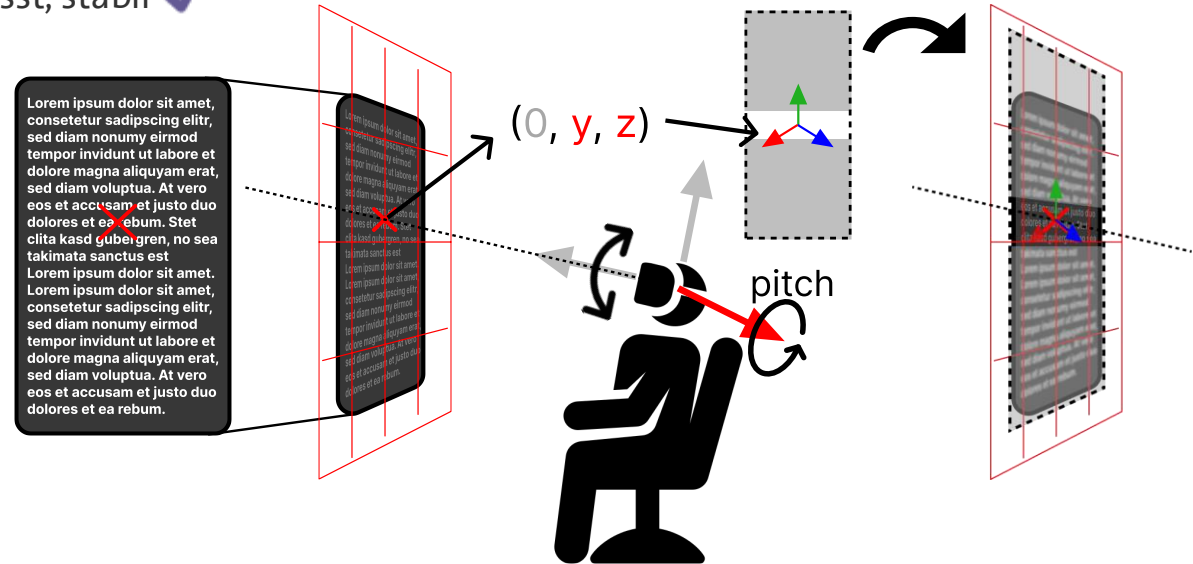
Leseassistentz-Funktion Peripheral Blur

- Große Textmengen → Frustration, Überforderung
 - Umliegenden Text aus Peripherie filtern
- => DR-Filter angelehnt an Peripheres Sehen
- => Fokussierter Bereich verstellbar um Zeilenhöhen



Leseassistentz-Funktion Peripheral Blur

- Positionierung des Filters:
 - Abhängig von Blick
 - ⇒ Midas Touch, Flackern ✗
 - Alternativ: Kopfausrichtung zum Text
 - ⇒ Kontrolliert, bewusst, stabil ✓



A-Button

A-Button

A-Button

B-Button



Benutzerstudie – Hypothesen

- Hypothese 1 (Recall):

- (a):

Lesen mit ... Scanpath führt zu einem signifikant besseren Abruf (*Recall*) der Texte als ohne Leseassistent.

- (b):

Lesen mit ... Peripheral Blur führt zu einem signifikant besseren Abruf (*Recall*) der Texte als ohne Leseassistent.

Benutzerstudie – Hypothesen

- Hypothese 2 (Lesedauern):
 - (a):
Lesen mit ... Scanpath führt zu einer **längeren** Lesedauer als das Lesen ohne Leseassistent.
 - (b):
Lesen mit ... Peripheral Blur führt zu einer **kürzeren** Lesedauer als das Lesen ohne Leseassistent.

Benutzerstudie – Hypothesen

- Hypothese 3 (Lesewiederholungen):
 - (a):
Lesen mit ... Scanpath führt zu **mehr**
Lesewiederholungen als das Lesen ohne Leseassistent.
 - (b):
Lesen mit ... Peripheral Blur führt zu **weniger**
Lesewiederholungen als das Lesen ohne Leseassistent.

Benutzerstudie – Design

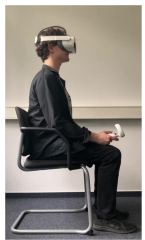
- Within-Subjects-Design
 - 3 Konditionen
 - Scanpath (+ Testrunde)
 - Peripheral Blur (+ Testrunde)
 - Lesen ohne Hilfe: Baseline
 - x
 - 3 Texte (+ Dummy-Text WENN mit Testrunde)
 - FRE: 49-50
 - 37-38 Sätze
- 30 VPs
- 90 Minuten

Benutzerstudie – Ablauf



Pre-Studie-Fragebogen

Proband:in

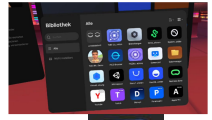


VR-Einführung



Post-Studie-Fragebogen

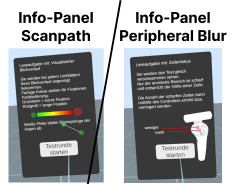
Tobii User Calibration



Leseassistent-Anwendung

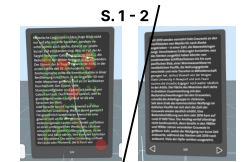


Kalibrierung & Start der Anwendung



Info-Panel Scanpath

Info-Panel Peripheral Blur



S. 1 - 2

Kondition Scanpath

Kondition Peripheral Blur



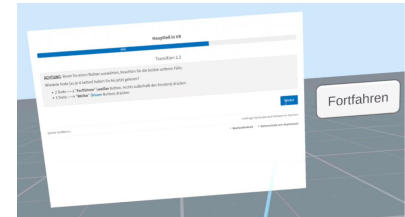
Augen ausruhen



Kondition Baseline

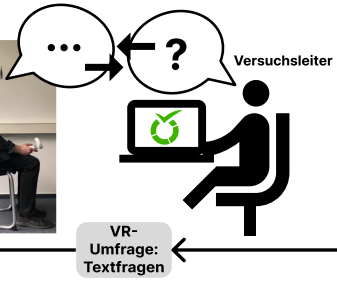


S. 1 - 4



VR-Umfrage: vorherige Transition

VR-Umfrage: SSQ items



Versuchsleiter

VR-Umfrage: Transition

VR-Umfrage: NASA RAW-TLX

VR-Umfrage: Textfragen



Beenden

Ergebnisse: Quantitative Analyse

Ergebnisse – Inhaltlicher Abruf (*Recall*)

- Richtige (1) vs. falsche Antworten (0): Nicht signifikant
 - Cochran's Q-Test
 - Frage 1: $p = 0,87$
 - Frage 2: $p = 0,09$
 - Frage 3: $p = 0,93$

⇒ H1(a),(b) können nicht angenommen werden

Ergebnisse – Leseparameter

- Lesedauern: Nicht signifikant

- Friedman: $p = 0,53$

=> H2(a),(b) können nicht angenommen werden

- Lesewiederholungen: Nicht signifikant

- Friedman: $p = 0,94$

=> H3(a),(b) können nicht angenommen werden

Ergebnisse: Qualitative Analyse

Feedback: Scanpath

- Als Markierungen im Text verstanden (N = 6)
- Reflektiertes Lesen (N = 9)
- Anreiz zur Optimierung (N = 9)
- Rückpfeile führen zu Irritation (N = 12)
- Unterbrochener Lesefluss (N = 8)
- Leistungsdruck (N = 9)

Feedback: Peripheral Blur

- 3-4 Zeilenhöhen präferiert (N = 4)
 - Verhindert Ablenkungen durch Text (N = 19)
 - Verhindert Verrutschen in der Zeile (N = 4)
- Anstrengung durch Kopfbewegung (N = 12) ■
- Unintuitive Steuerung des Filters (N = 7) ■

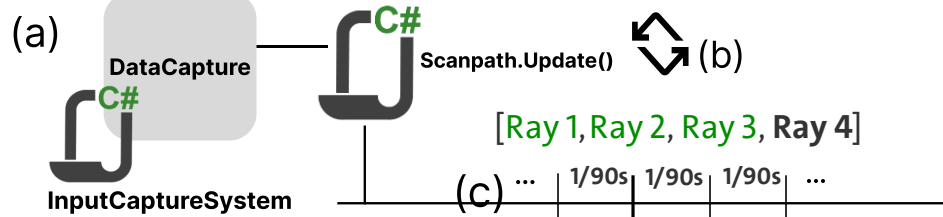
Fazit

- Keine signifikanten Unterschiede zwischen Konditionen

⇒ H1, H2, H3 können nicht angenommen werden

⇒ Keine Verbesserung beim Lesen in VR

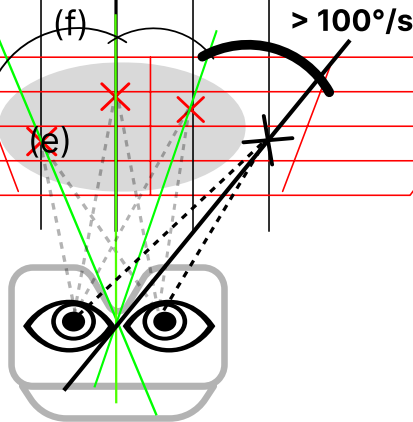
- Feedback:
 - Peripheral Blur hilfreicher
 - Scanpath interessant



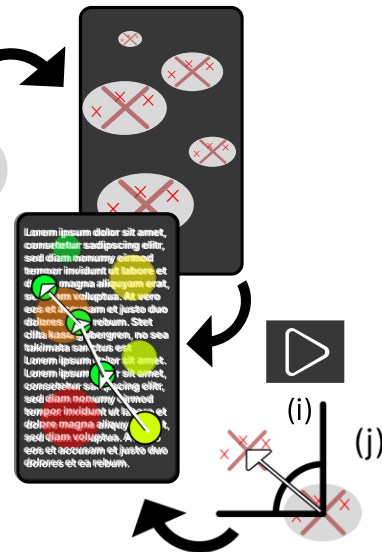
Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam nonummy nibh euismod tincidunt ut laoreet dolore magna aliquam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Sset clita kasd gubergren, no sea takimata sancto est Lorem ipsum dolor sit amet.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam nonummy nibh euismod tincidunt ut laoreet dolore magna aliquam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum.

(d)



(h)



Leseassistentz-Funktion Peripheral Blur



H. Hata et al.: Visual guidance with unnoticed blur effect, 2016

K. Azuma & H. Koike : A study on gaze guidance using artificial color shifts, 2018

Blur

...d in after her and jumped
near me. said the frog, so that w
...all her dinner, which was just
...from her little golden cup until
After the frog had finish...

S. Miksch & H. Hauser: Semantic depth of field, 2001

Fisheye Views

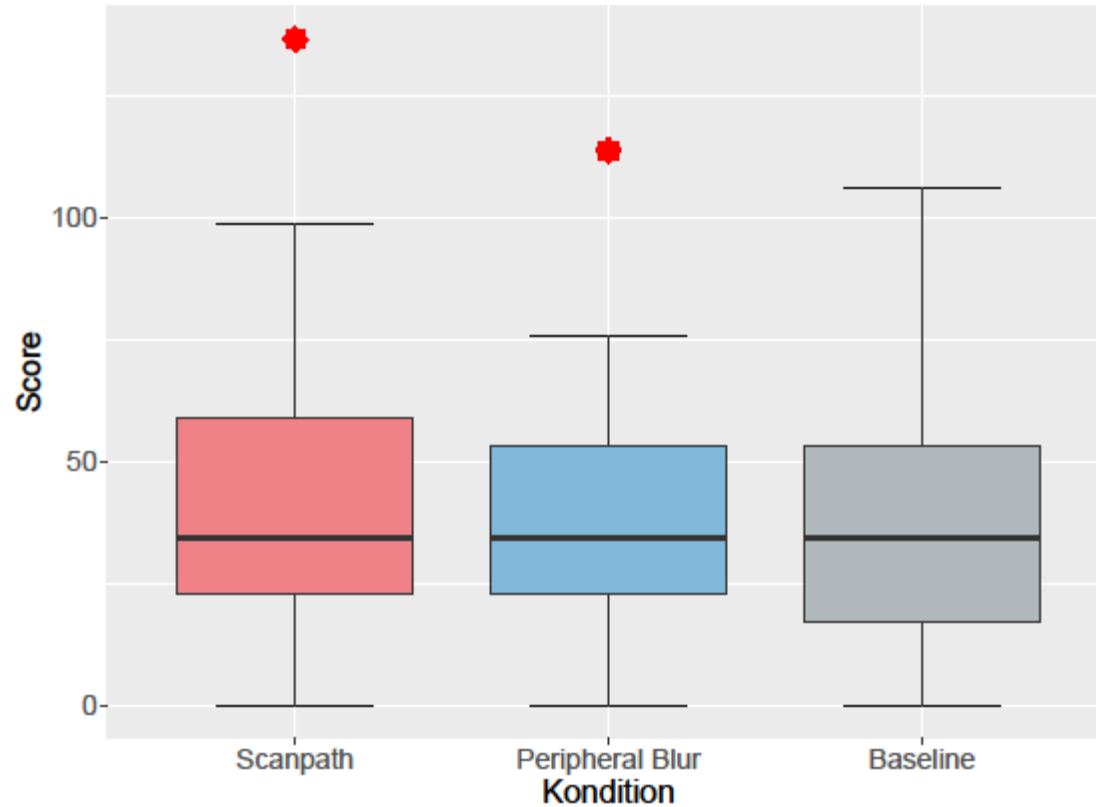
Semantic Depth of Field

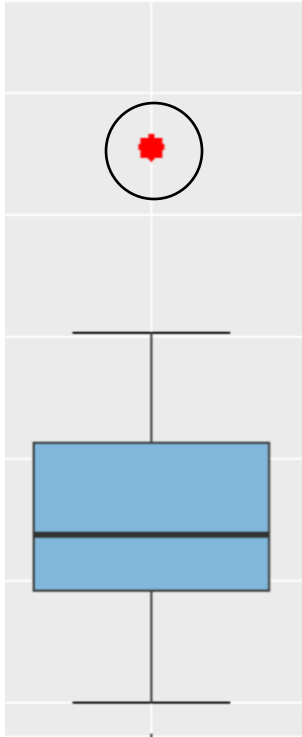
Stretchable Rubber Sheet

Hyperbolic Trees

Cone Trees

SSQ – Deskriptiv: Okulomotor





Peripheral Blur

„[...] Ich habe sowieso selten das Problem zwischen Zeilen aus Versehen zu springen und habe die verschwommenen Zeilen außerhalb meines Blickfeldes [sic] eher als störend wahrgenommen, weil ich nicht nur meinen Blick schweifen lassen konnte, sondern meinen ganzen Kopf bewegen musste.“ (VP 19)

SSQ: Okulomotor

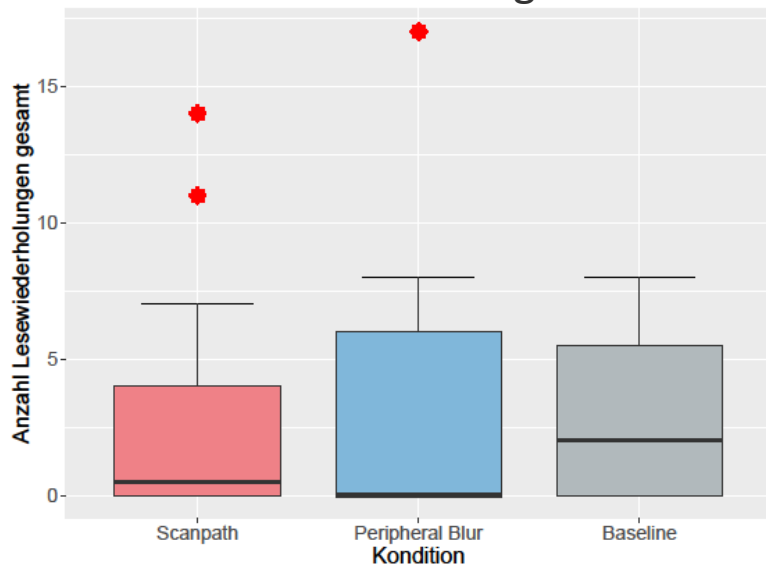
Ergebnisse – Simulator Sickness

- SSQ: Nicht signifikant
 - Friedman:
 - Übelkeit: $p = 0,51$
 - Okulomotor: $p = 0,76$
 - Desorientierung: $p = 0,69$
 - TS: $p = 0,91$

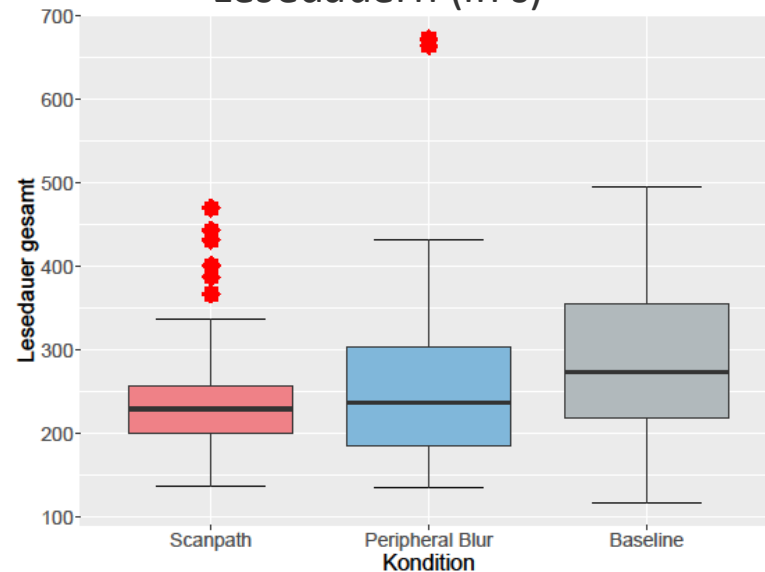
=> Studiendesign führte zu keiner Verschlechterung gegenüber Baseline-Kondition

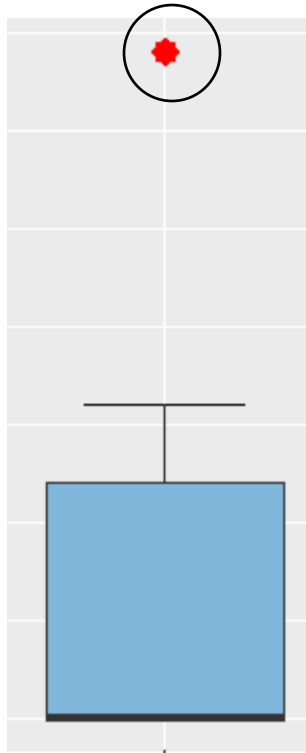
Leseparameter – Deskriptiv

Lesewiederholungen



Lesedauern (in s)



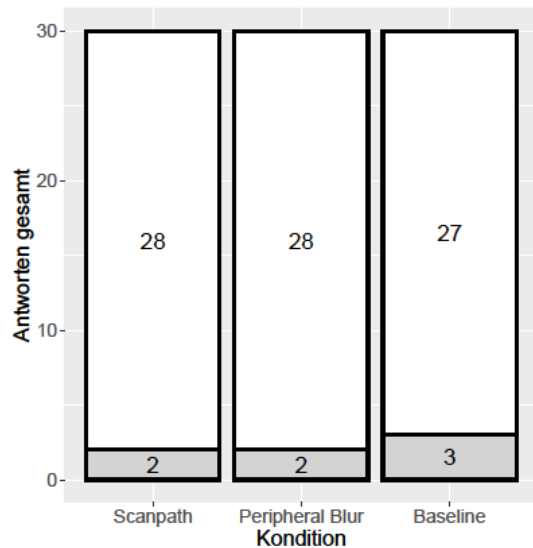


Peripheral Blur
Lesewiederholungen

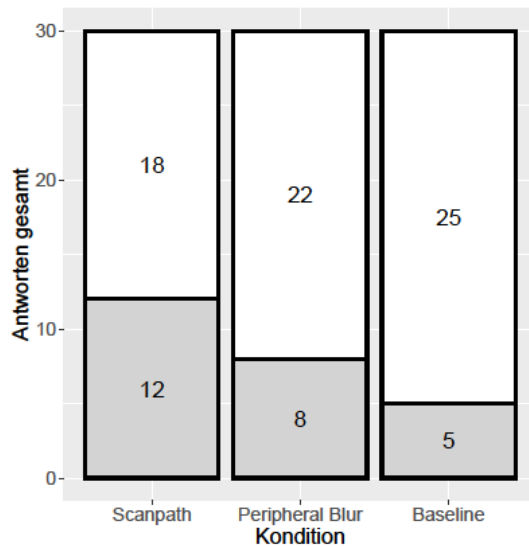
„der blurr [sic] gefiehl [sic] mir persönlich nicht[,] weil ich mir beim [L]esen einer [S]eite ein grobes [B]ild mache[,] wo welche [I]nfo zu finden ist, das hat der blurr [sic] sehr erschwert“ (VP 17)

Antworten zu Textfragen – Deskriptiv

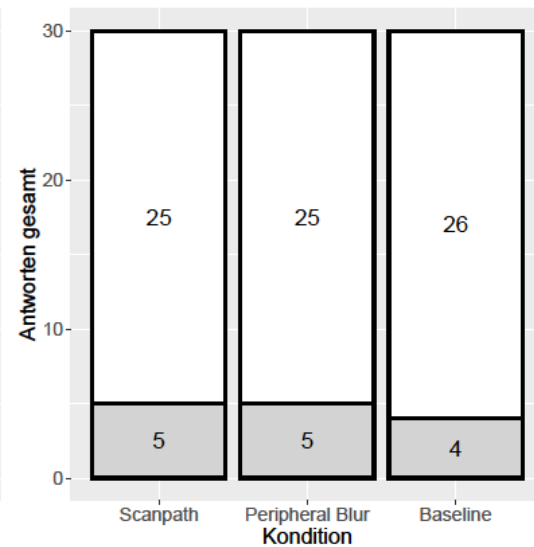
Frage 1



Frage 2



Frage 3



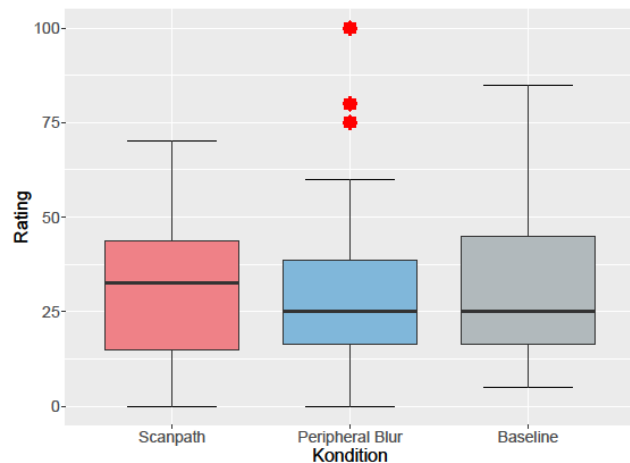
Richtig beantwortet
☐ Ja
☐ Nein

Richtige Antworten gesamt – Inferentiell

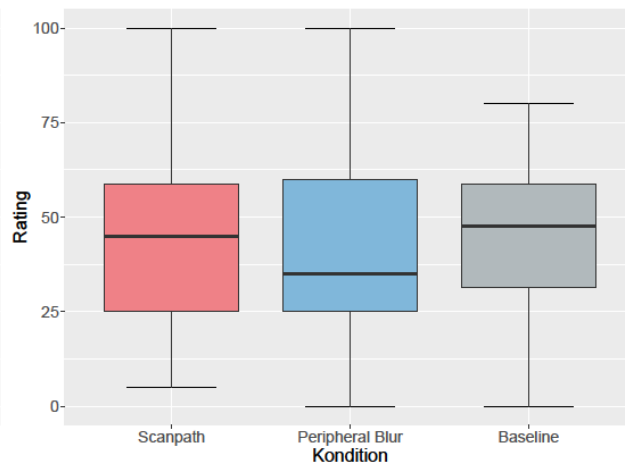
- Shapiro-Wilk: $p < 0,001$
- Friedman-Test: $p = 0,32$

NASA RAW-TLX – Deskriptiv

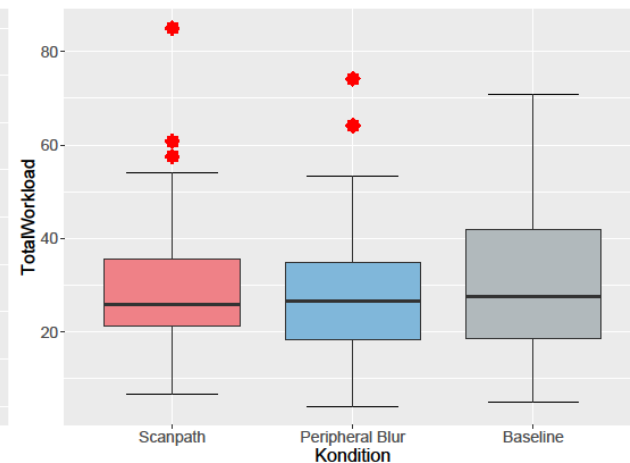
Leistung (*Performance*)



Anstrengung (*Effort*)



Total Workload



Inferentielle Statistik – Unterschiede zwischen Konditionen

- NASA RAW-TLX: Nicht signifikant
 - Anstrengung (*Effort*): one-way repeated measurements ANOVA
 - $p = 0,73$
 - Restliche Subskalen: Nicht signifikant
 - Friedman: $p > 0,05$

Scanpath – Korrelation

- Scanpath-Dauer und Anz richtige Antworten

→ Zusammenhang?

- Spearman-Rang-Korrelation

- $r_s = 0,31$

- $p = 0,1$

Scanpath – Korrelation

- Scanpath-Häufigkeit und Anz richtige Antworten

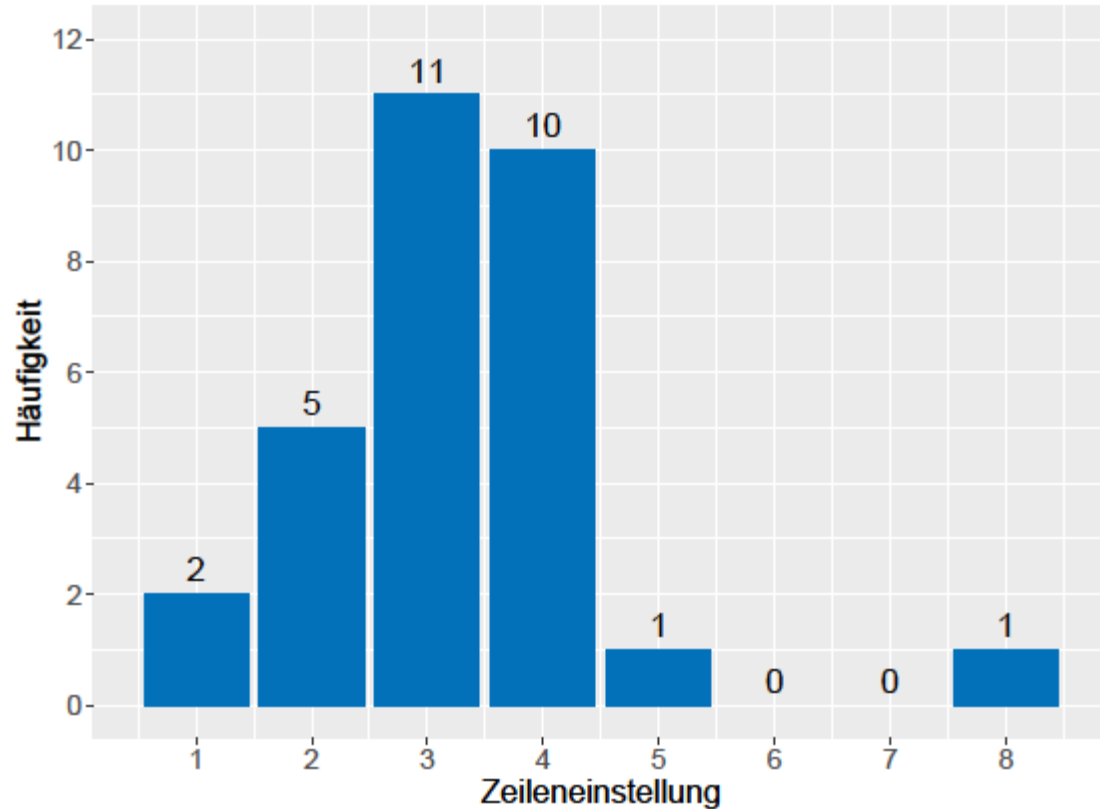
→ Zusammenhang?

- Spearman-Rang-Korrelation

- $r_s = 0,24$

- $p = 0,2$

Peripheral Blur – Deskriptiv: Letzte Zeileneinstellung



Peripheral Blur – Korrelation

- Letzte Zeileneinstellung und Anz richtige Antworten

→ Zusammenhang?

- Spearman-Rang-Korrelation

- $r_s = -0,15$
- $p = 0,42$

Peripheral Blur – Korrelation

- Anz Zeileneinstellungen und Anz richtige Antworten

→ Zusammenhang?

- Spearman-Rang-Korrelation
 - $r_s = 0,2$
 - $p = 0,29$

Ergebnisse: Qualitative Analyse

Feedback-Kategorie	Leseassistentz-Funktion	Anzahl Personen
Irritierend / einschränkend	Scanpath	18
	Peripheral Blur	22
Nicht hilfreich / Keine Wirkung	Scanpath	13
	Peripheral Blur	0
Nicht hilfreich aber Funktion verstanden	Scanpath	9
	Peripheral Blur	0
Hilfreich	Scanpath	15
	Peripheral Blur	27