



London  
South Bank  
University



IFA  
Institut für Arbeitsschutz der  
Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung



# Datenbrillenprojekt ADAG

---

Auswirkungen von **D**atenbrillen auf **A**rbeitssicherheit und **G**esundheit

Ulrich Hartmann



Gefördert durch **BGHW**  
Berufsgenossenschaft  
Handel und Warenlogistik

# Übersicht

---

- I. Vorstellung des Projekts
- II. Marktstudie und Literaturrecherche
- III. Feldstudien: Design und Ergebnisse
- IV. Laborstudien: Design und Ergebnisse
- V. Zusammenfassung, Fazit, Ausblick

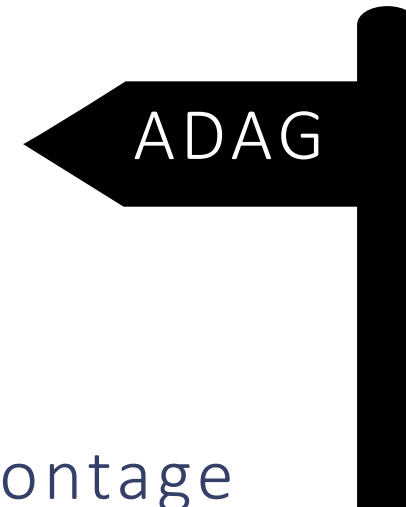


# 1. Fragestellung und Projektinfo

---

Wie können Datenbrillen an Arbeitsplätzen eingesetzt werden, so dass Arbeitssicherheit und Gesundheit gewährleistet sind?

- Projektbeginn: 01.09.2018
- Laufzeit: 3 Jahre
- Gefördert von: BGHW
- Projektpartner: 4
- Industriepartner: 3
- Aktionsfelder: Kommissionierung & Montage



# 2. Projektphasen

---

Marktstudie und  
Literaturrecherche  
Datenbrillen

Feld- und  
Laborstudien in  
Kommissionierung  
und Montage

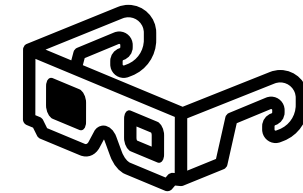
Empfehlungen/  
Gefährdungs-  
beurteilungen

# II. Marktstudie

---

Was ist eine Datenbrille?

- Minicomputer am Kopf
- Display vor den Augen
- Datenverbindung (z.B. WLAN)
- Kamera
- ...



# II. Marktstudie

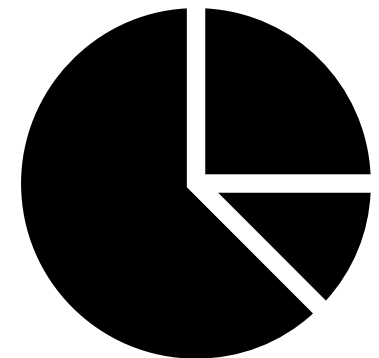
---

Begriff Datenbrille nicht klar definiert,  
viele Modelle als Datenbrille beworben.



Drei Arten von Kategorisierung:

1. Typ
2. Anwendungsgebiet
3. Bedienung





# 1. Kategorisierung nach Typ

---

- Binokular
- Monokular
- „Rear Mirror“
- „See Trough“

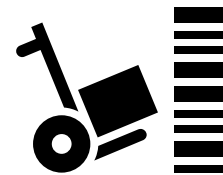


## 2. Kategorisierung nach Anwendung

---

Vier Anwendungsgebiete wurden grob identifiziert.  
Manche Modelle haben mehrere Anwendungsgebiete.

- Logistik
- Montage
- Medizin
- Lifestyle





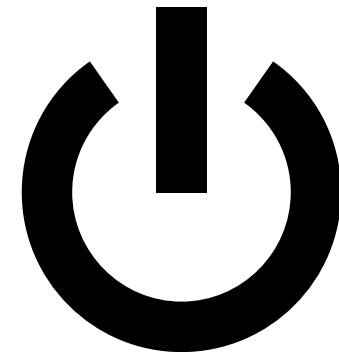
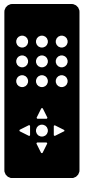
# 3. Kategorisierung nach Bedienung

---

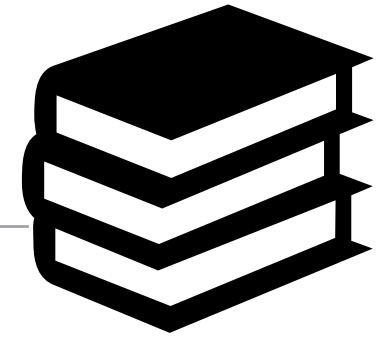
Fünf verschiedene Steuerungsarten sind inzwischen etabliert:

- Sprachsteuerung
- Gestensteuerung
- Touchpad
- Tastensteuerung
- Fernbedienung

In der Logistik werden zudem externe Steuergeräte angekoppelt.

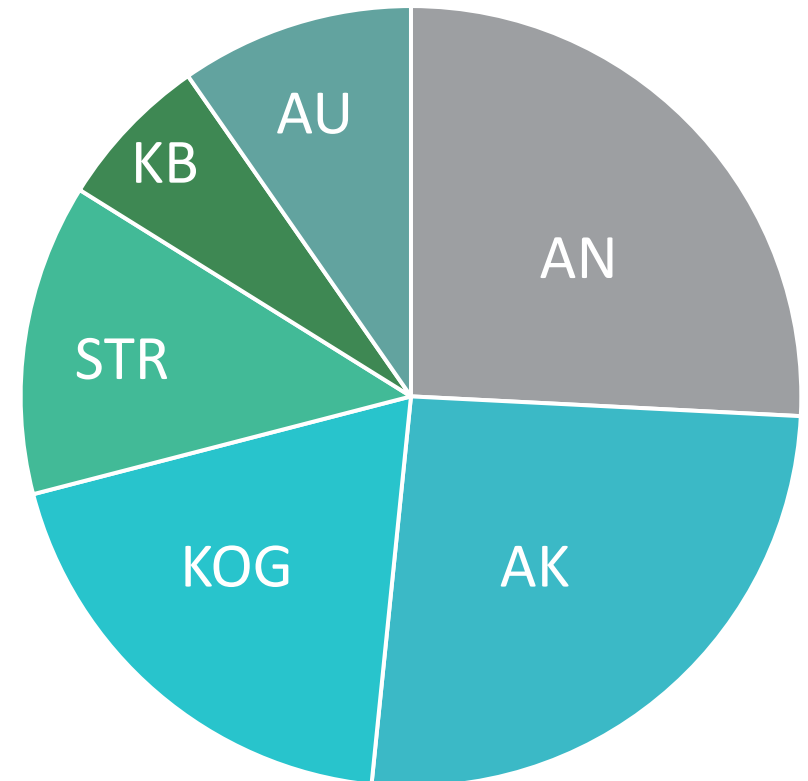


## II. Literaturrecherche (2019)



Ungefähr 30 wissenschaftliche  
Veröffentlichungen (Stand 04/2019):

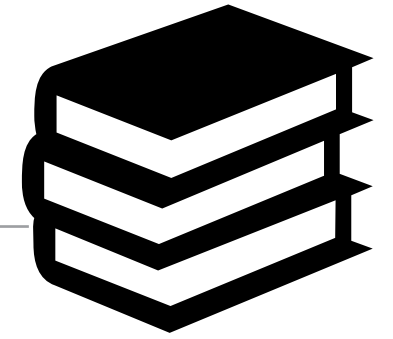
1. Akzeptanz
2. Effizienz
3. Augenbelastung
4. Körperliche Belastung
5. Strahlenbelastung
6. Kognitive Belastungen





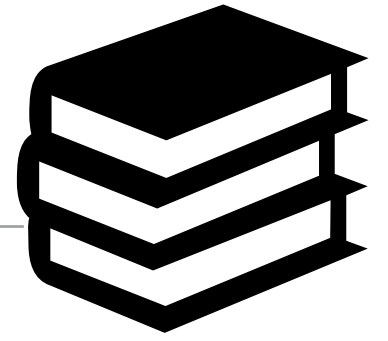
# II. Literaturrecherche

---



## Einige Ergebnisse

- Wenige Analysen wurden mit Fachpersonal durchgeführt.
- Reale Arbeitssituationen werden schlecht abgebildet.
- Effizienz nimmt zu. Effizienz nimmt ab.
- Körperliche Belastung nimmt ab, auch Zunahme möglich.
- Strahlenexposition ist teilweise nicht bekannt.
- Augenbelastung nimmt zu.
- Kognitive Belastung hängt vom Datenbrillentyp ab.



## II. Literaturrecherche: Fazit

---

- Komplexes Themengebiet
- Relativ geringe Anzahl an Studien
- Teilweise widersprüchliche Ergebnisse
- Viele Laborstudien, wenige Feldstudien
- Viele offene Fragen



# III. Feldstudien (2019 bis 2020)

---

1. Industriepartner
2. Studiendesign
3. Datenerfassung
4. Ergebnisse



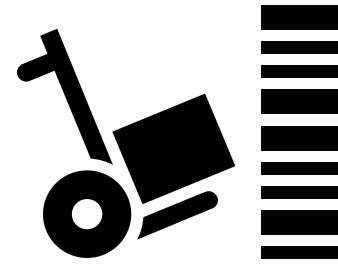


# 1. Industriepartner

---

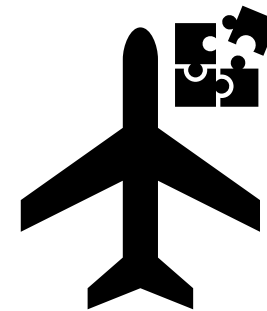
Kommissionierung:

- Geodis Köln (Google Glass)
- Fiege Worms (Google Glass)



Montage:

- Airbus Bremen (MS Hololens)





# 2. Studiendesign

---

Was wurde untersucht?

- Augenbelastung
- Arbeitsbelastung und Akzeptanz
- Haltung und Bewegung



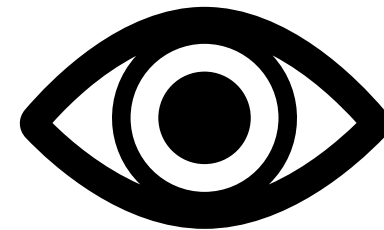
# 3. Datenerfassung

---

## Augenbelastung

Sehtestgerät „Optovist“

- Sehschärfe
- Binokulartest
- Pupillometrie
- Stereotest
- ....







# 3. Datenerfassung

## Arbeitsbelastung und Akzeptanz

### Fragebögen: Abgefragte Konstrukte

- Allgemeine Belastung am Arbeitsplatz
- Zusammenarbeit in der Firma
- Arbeitsbedingungen
- Technikaffinität
- Medienkonsum

Fragen zum Arbeitsplatz, Airbus, Teil 3

Die Leute treffen sich nicht mehr so oft, seit sie Smartphones haben.

☺☺ Trifft zu |  ☺ Trifft eher zu |  ☹ Trifft eher nicht zu |  ☹☹ Trifft nicht zu

Die elektronischen Geräte helfen mir im Alltag.

☺☺ Trifft zu |  ☺ Trifft eher zu |  ☹ Trifft eher nicht zu |  ☹☹ Trifft nicht zu

Ich kannte *Datenbrillen* schon, bevor die HoloLens bei Airbus eingeführt wurde (z. B. Google Glass).

☺☺ Trifft zu |  ☺ Trifft eher zu |  ☹ Trifft eher nicht zu |  ☹☹ Trifft nicht zu

Ich habe schon vorher mindestens einmal eine *Datenbrille* benutzt (z. B. in meiner Freizeit für Computerspiele, bei „Games“ in der virtuellen Realität).

☺☺ Trifft zu |  ☺ Trifft eher zu |  ☹ Trifft eher nicht zu |  ☹☹ Trifft nicht zu

Ich denke, dass in den nächsten 10 Jahren sehr viele Leute mit einer *Datenbrille* ihre Arbeit machen.

☺☺ Trifft zu |  ☺ Trifft eher zu |  ☹ Trifft eher nicht zu |  ☹☹ Trifft nicht zu

18.09.2019  
Version Firma Airbus

ADAG

7



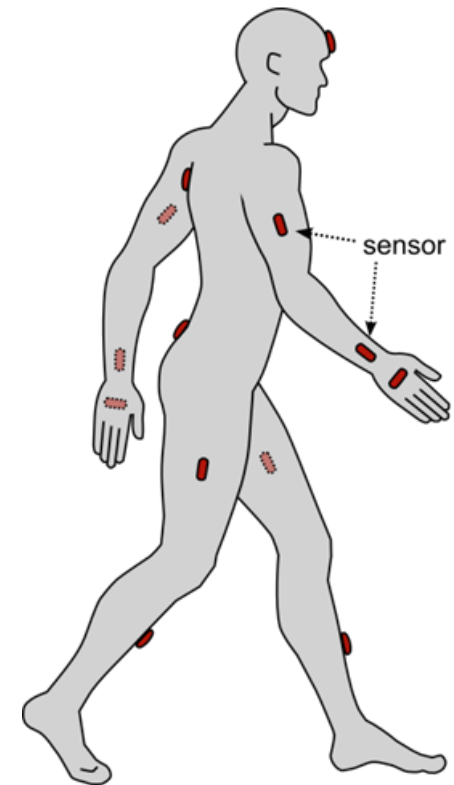
# 3. Datenerfassung

---

## Haltung und Bewegung

CUELA (Inertialmesssystem 3D)

- Körperwinkelmessung
- Gesamte Tätigkeit / Task-basiert
- Relativ (Datenbrille vs. Herkömmlich)
- ...





# 3. Datenerfassung

## Ein Vormittag im Feld



# 3. Datenerfassung

---

Video aus dem Feld



# 4. Ausgewählte Ergebnisse

---

## 4.1 Augenbelastung

Sehschärfe vor und nach der Schicht

## 4.2 Arbeitsbelastung und Akzeptanz

Beurteilung der Datenbrillen (Passform, Display, ...)

## 4.3 Haltung und Bewegung

Interaktionszeiten und Nackenwinkel



# 4.1 Augenbelastung

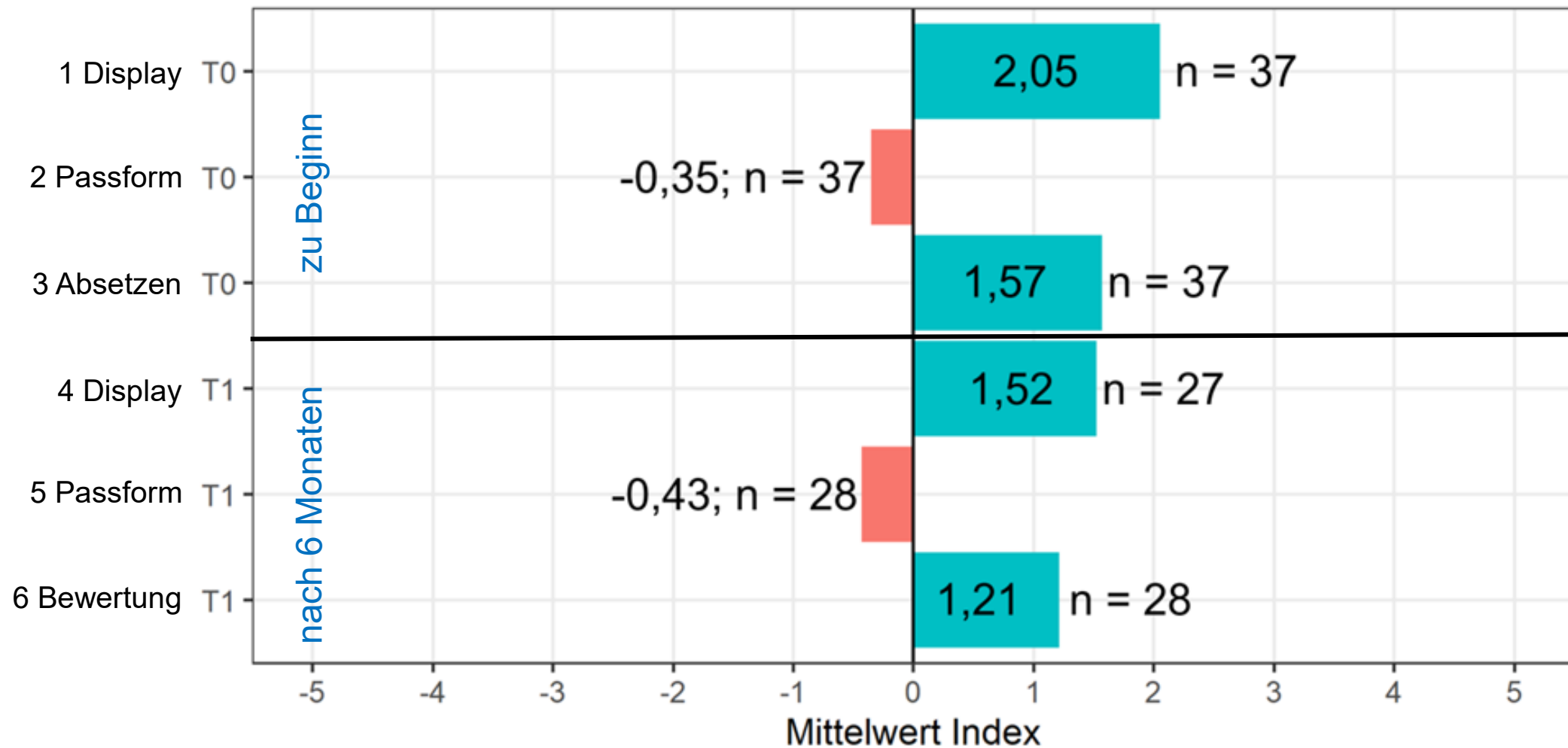
---

Beispiel:

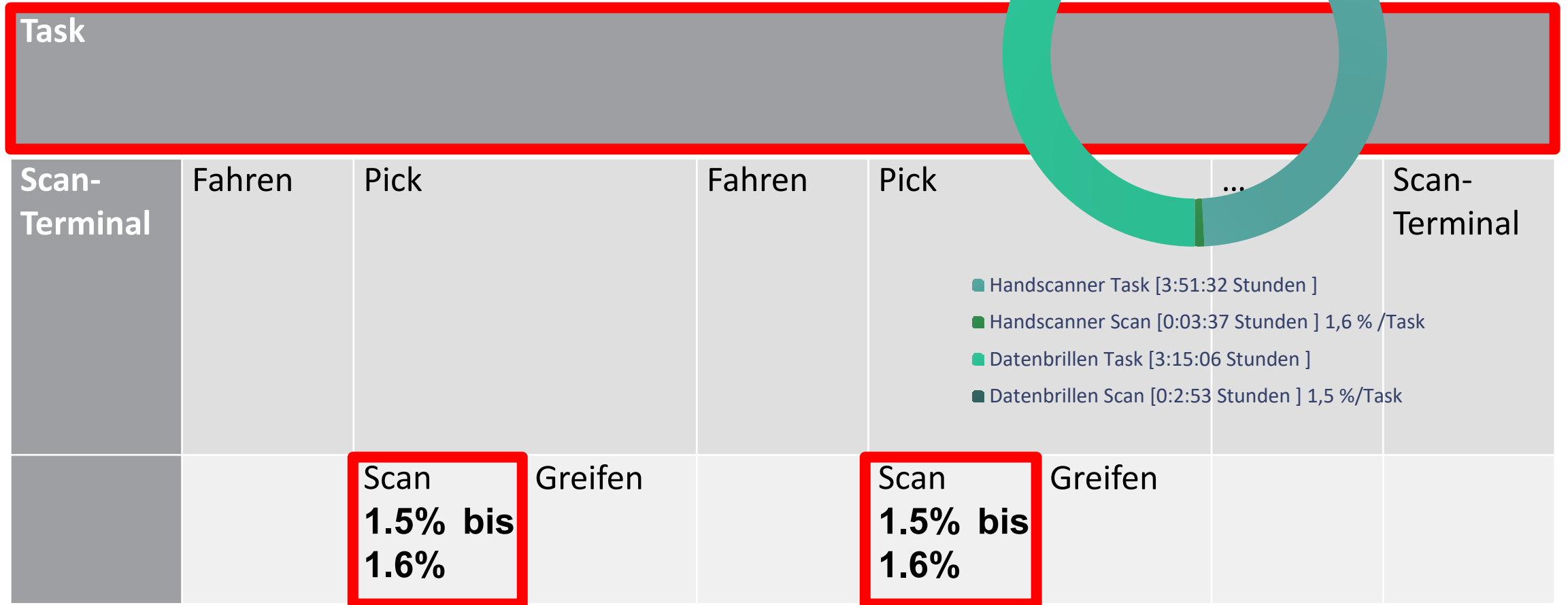
Prüfung der Sehschärfe vor und nach der Schicht:

- Wer vorher gut sehen konnte, der konnte es auch danach.
- Teilweise war Sehschärfe sogar besser nach der Schicht.
- Beschäftigte mit Korrekturbrille konnten nach der Schicht minimal besser sehen als solche ohne Korrekturbrille

# 4.2 Akzeptanz: Fragebögen

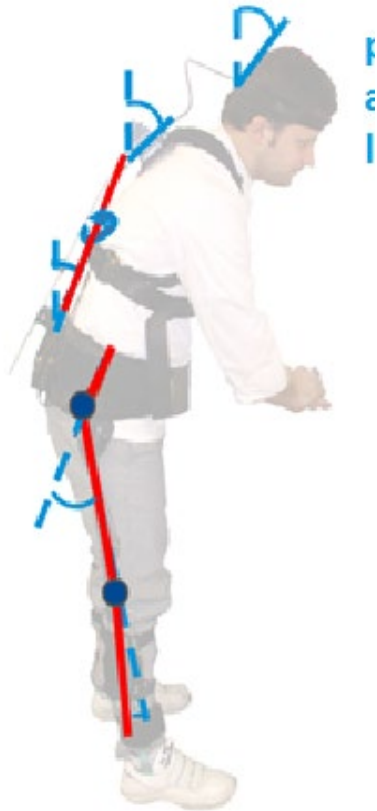


# 4.3 Haltung und Bewegung



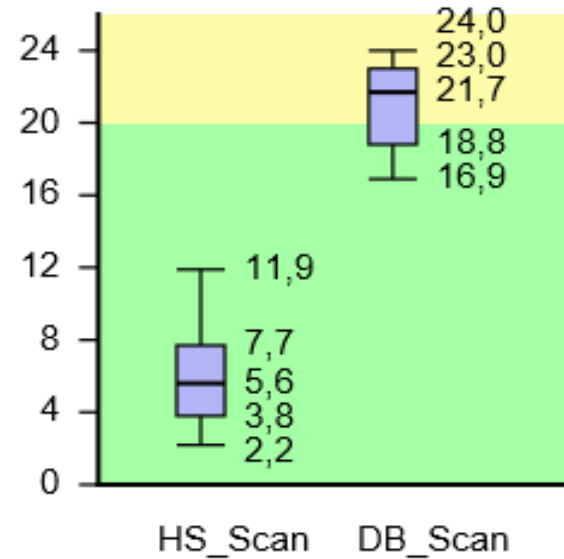


# 4.3 Haltung und Bewegung: Ein Beispiel



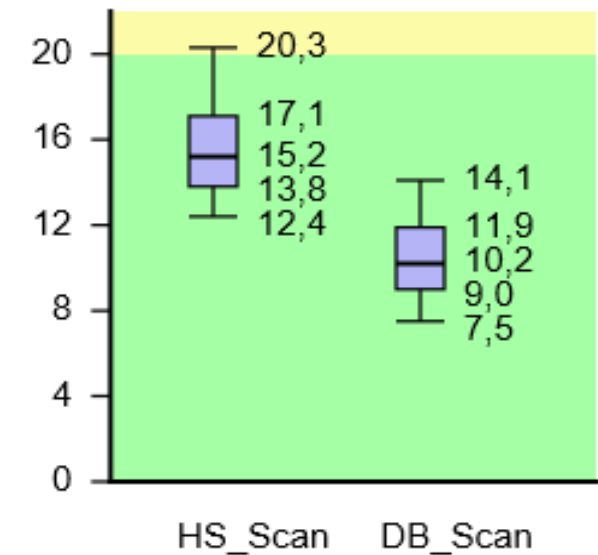
## Unternehmen 1

Angles\Trunk\_Inc\_Ang  
[P05 P25 P50 P75 P95]



## Unternehmen 2

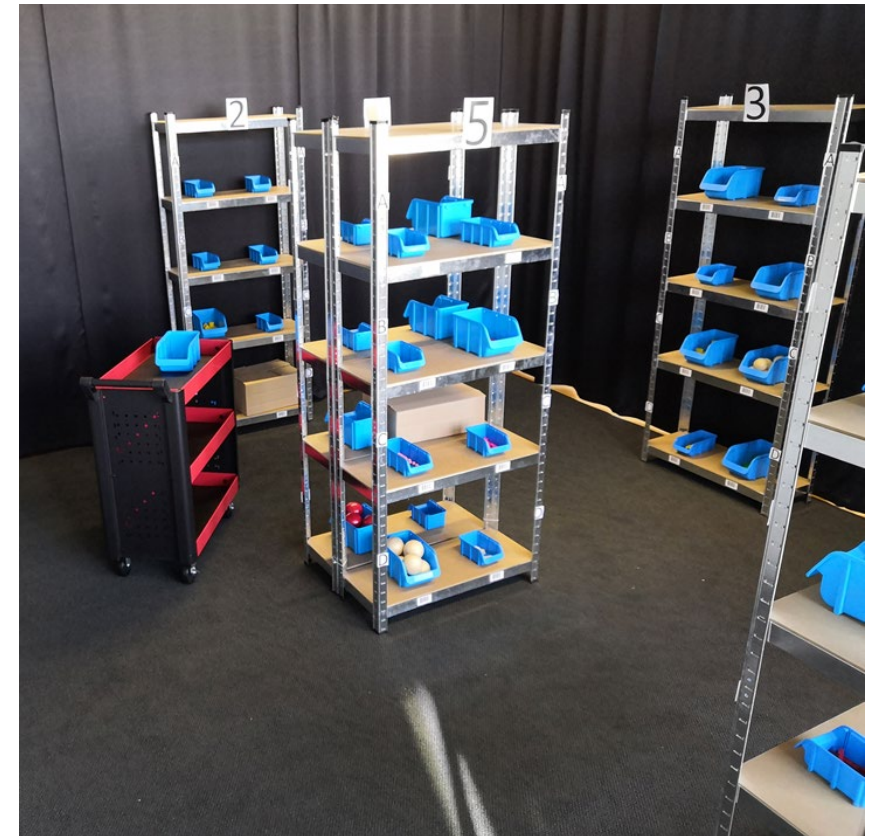
Angles\Trunk\_Inc\_Ang  
[P05 P25 P50 P75 P95]



# IV. Laborstudien

---

1. Überblick
2. Kommissionierung
3. Datenerfassung
4. Ergebnisse



# 1. Überblick

---

- Akzeptanz- und Effizienzanalysen und Erhebung der subjektiven Belastung an Modellarbeitsplätzen im Labor: Kommissionierung und Montage
- Messung der Wärmeabstrahlung unterschiedlicher Datenbrillenmodelle bei Montagetätigkeit
- Veränderung der Gleichgewichtsfähigkeit, Gangvariabilität, Gangstabilität bei der Verwendung von Datenbrillen
- ...

## 2. Kommissionierung

- 5 Assistenzsysteme
- 24 Probanden

- 19 Männer, 5 Frauen
- Alter:  $35 \pm 10,3$  Jahre , 16 bis 55 Jahre
- 11 Muttersprachler
- 10 mit Sehschwäche
- **18 mit Logistikerfahrung**
- 0 mit Datenbrillenerfahrung



Tablet



HS



Glass

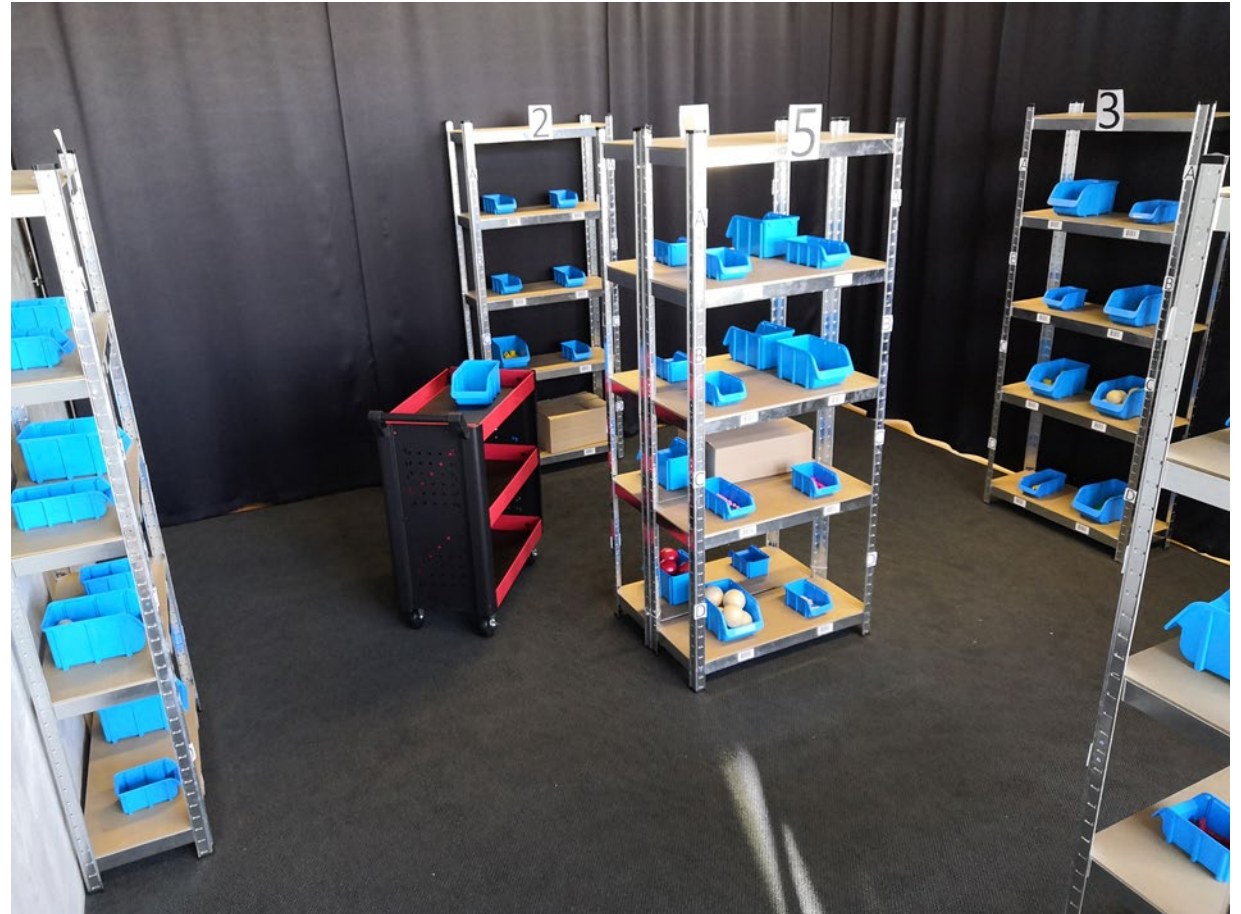
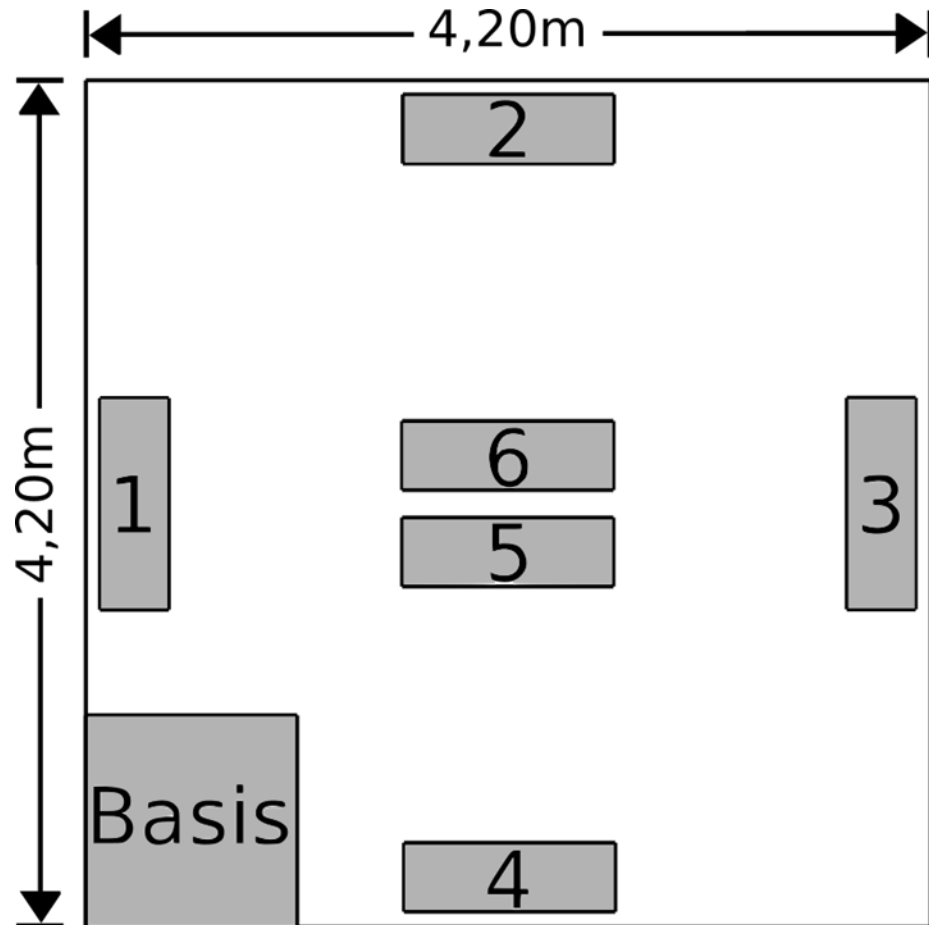


M400



Blade

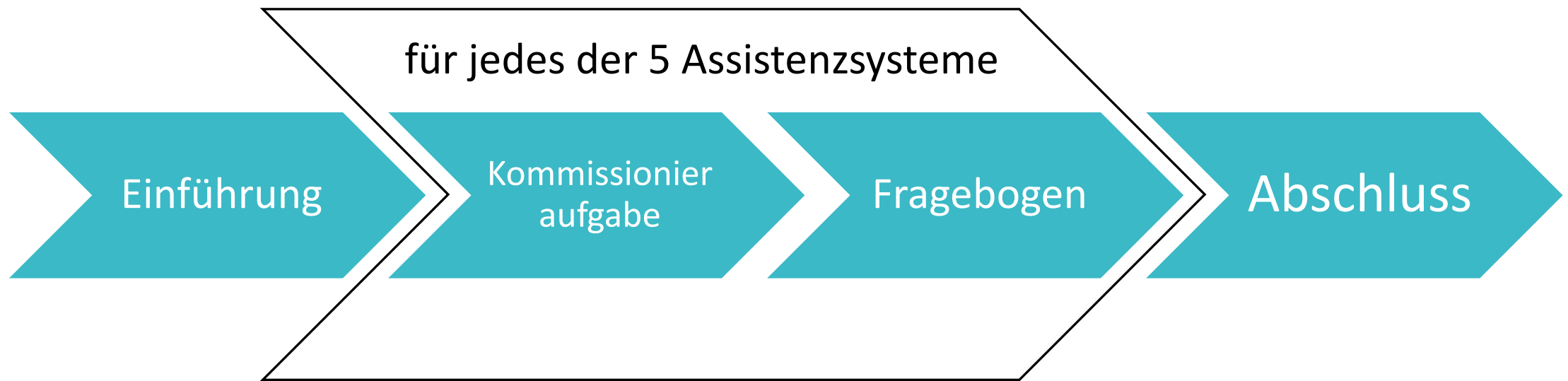
## 2. Kommissionierung





# 2. Kommissionierung

---





# 2. Kommissionierung

---

Video aus dem Labor



# 3. Datenerfassung: Auswahl

---

- **TAEG**



- **NASA-TLX**



- **Visuelle Ermüdung (VE)**



- **System Usability Scale (SUS)**



- **Fragebögen zum Assistenzsystem**







# 4. Ausgewählte Ergebnisse

---

4.1 Visuelle Ermüdung

4.2 Subjektive Beanspruchung

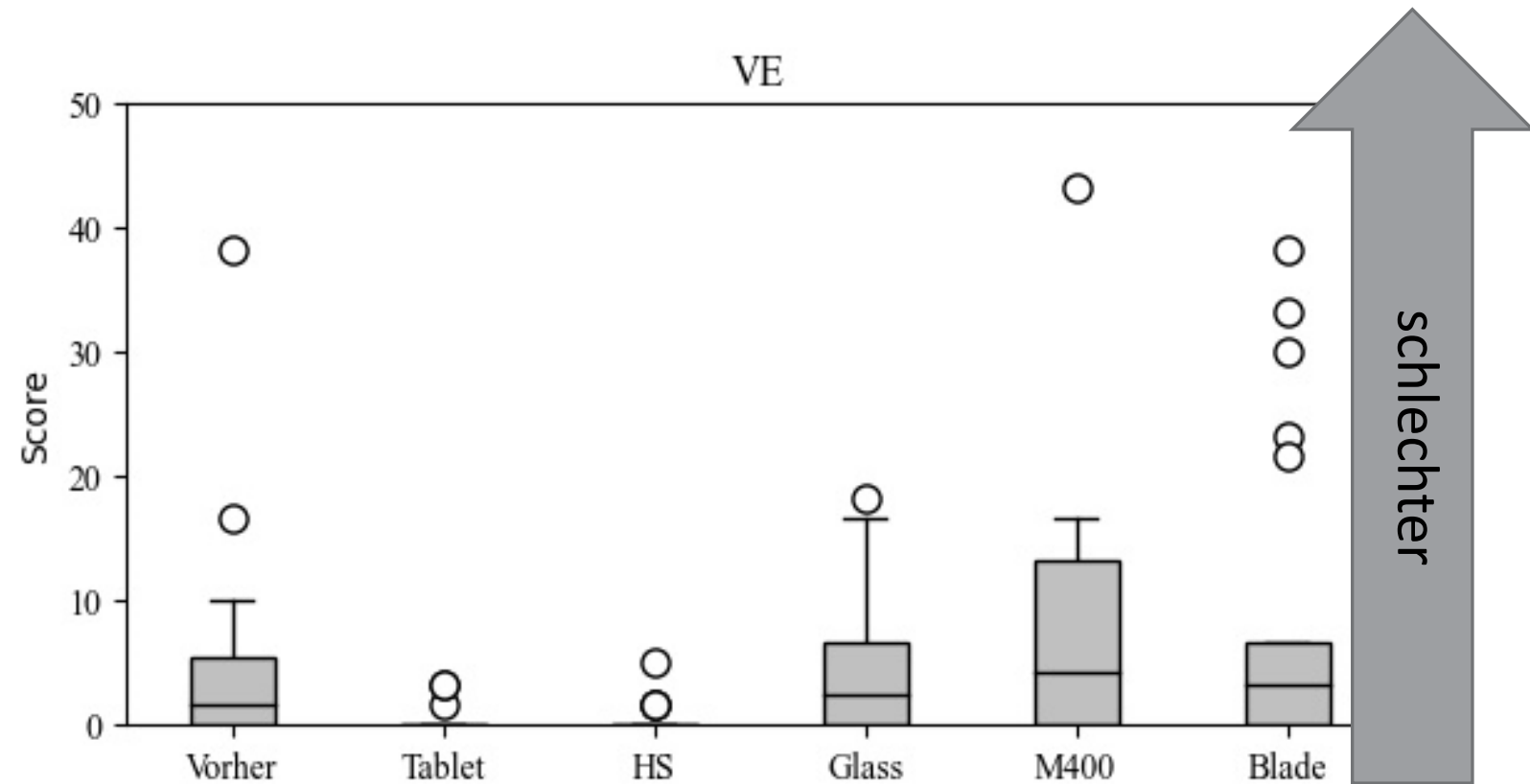
4.3 Wahrgenommene Nützlichkeit

4.4 Spezialisierte Fragebögen



# 4.1: Visuelle Ermüdung

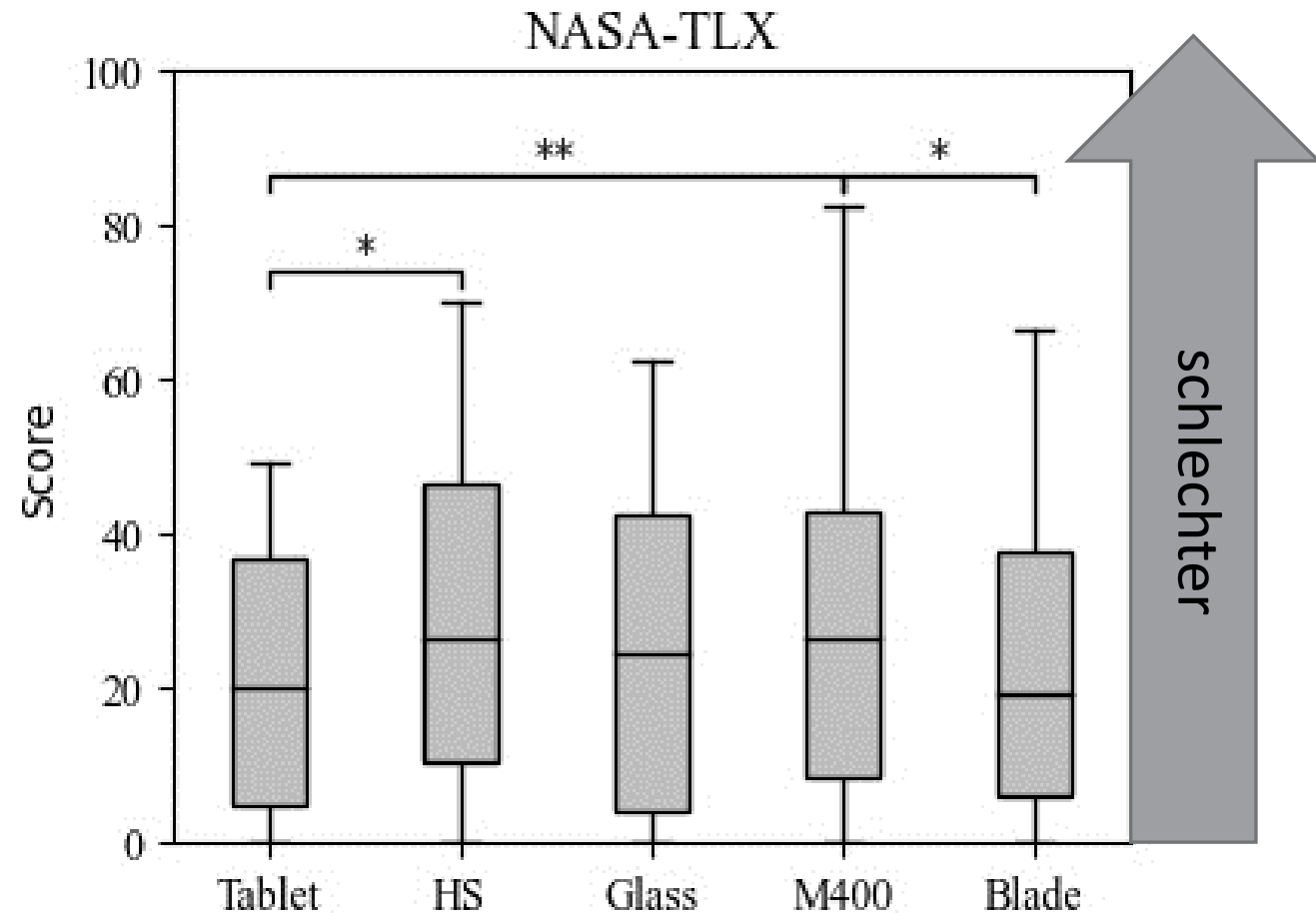
- Im Schnitt Score beim Tablet am niedrigsten und Blade am höchsten
- Kein Zusammenhang zwischen Sehschwäche und visueller Ermüdung





## 4.2: Subjektive Beanspruchung

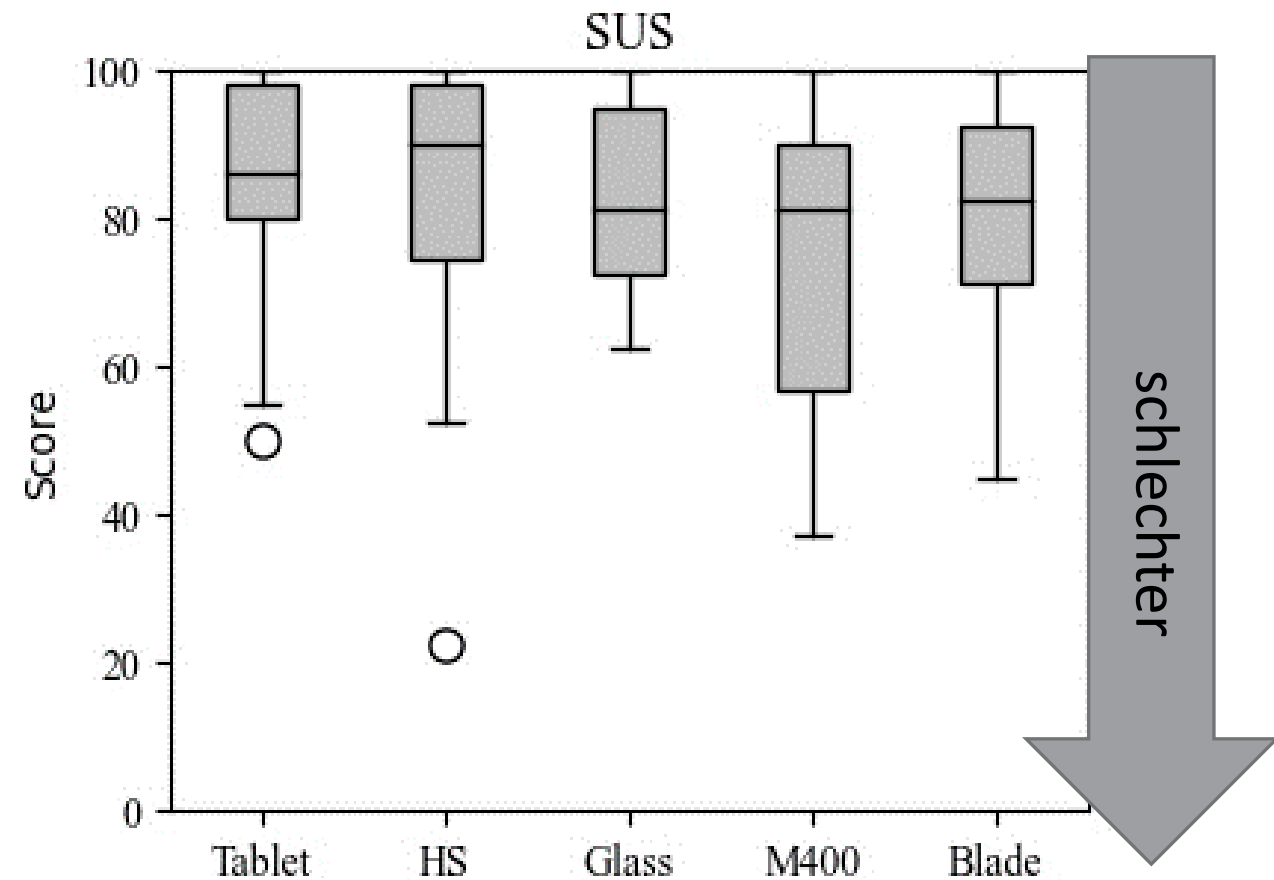
- Im Schnitt Wert beim Tablet am niedrigsten und M400 am höchsten.
- Signifikante Unterschiede zwischen drei Systemen.





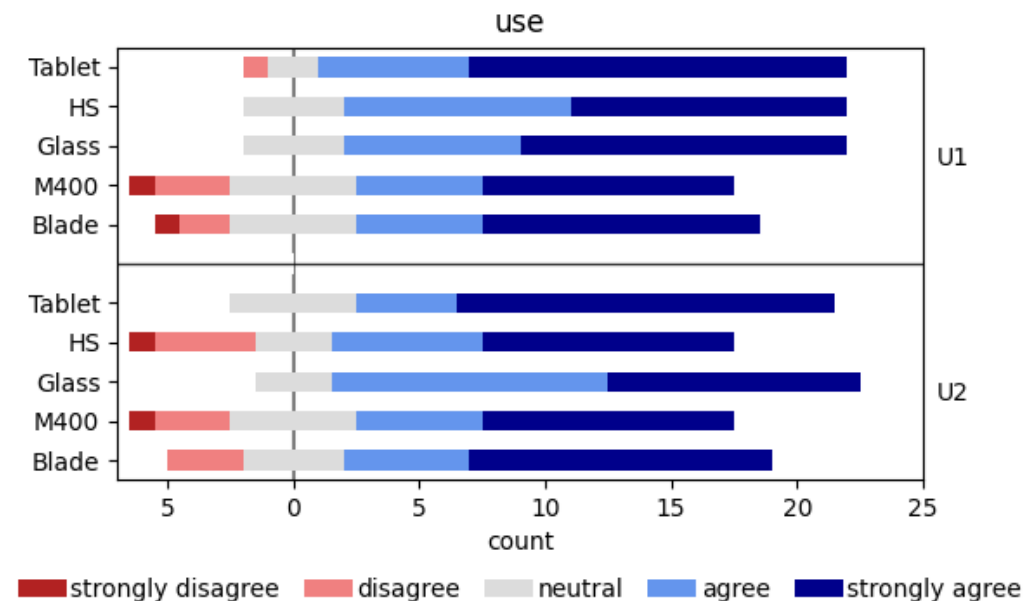
## 4.3 Wahrgenommene Nützlichkeit

- Im Schnitt Score beim Tablet am besten und M400 am niedrigsten
- Keine signifikanten Unterschiede zwischen den Systemen



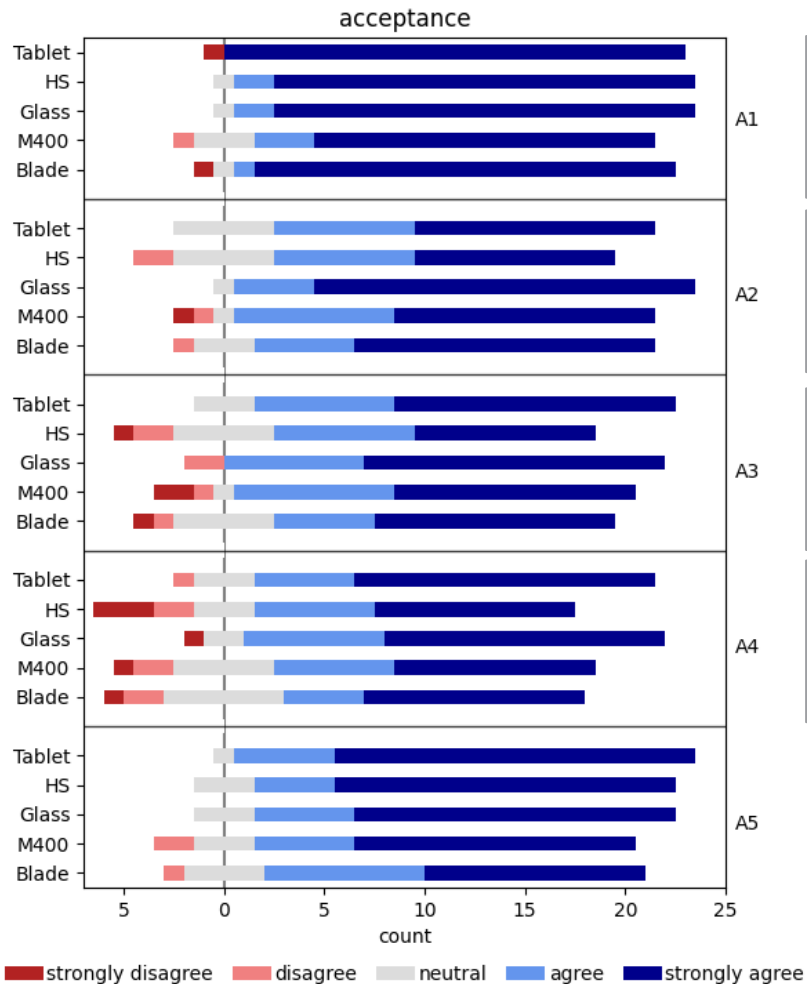
# 4.4 Spezialisierte Fragebögen

- 27 positiv formulierte Fragen mit 5-stufiger Likert Skala aufgeteilt auf 5 Konstrukte:
  - Ergonomie
  - Gebrauch
  - Visualisierung
  - Akzeptanz
  - Benutzeroberfläche
- Deskriptive Auswertung



Beispieldiagramm: Auswertung von zwei Fragen aus dem Konstrukt „Gebrauch“

# 4.4.1 Akzeptanz



A1: Das Tragen/Nutzen des Assistenzsystems macht mir, bezogen auf mein Aussehen, nichts aus.

A2: Ich empfinde die Kommissionierung mit dem Assistenzsystem interessant.

A3: Ich habe Spaß daran, meine Tätigkeit mit dem Assistenzsystem auszuführen.

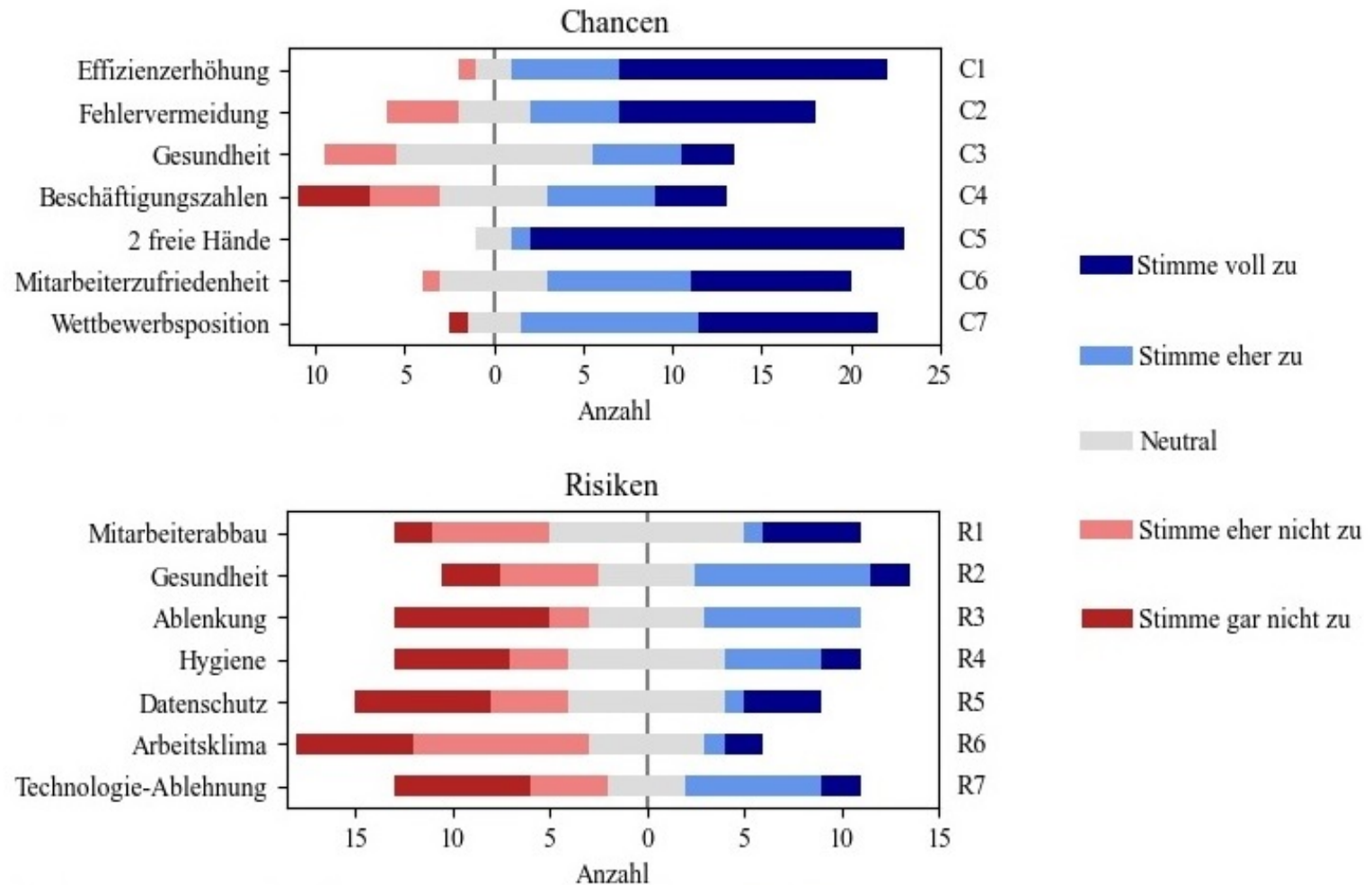
A4: Meine Motivation die Tätigkeit auszuführen ist während der Nutzung des Assistenzsystems gestiegen.

A5: Ich benötige kaum bis keine Übung, um mit dem Assistenzsystem umgehen zu können.



# 4.4.2 Potential, Chancen, Risiken

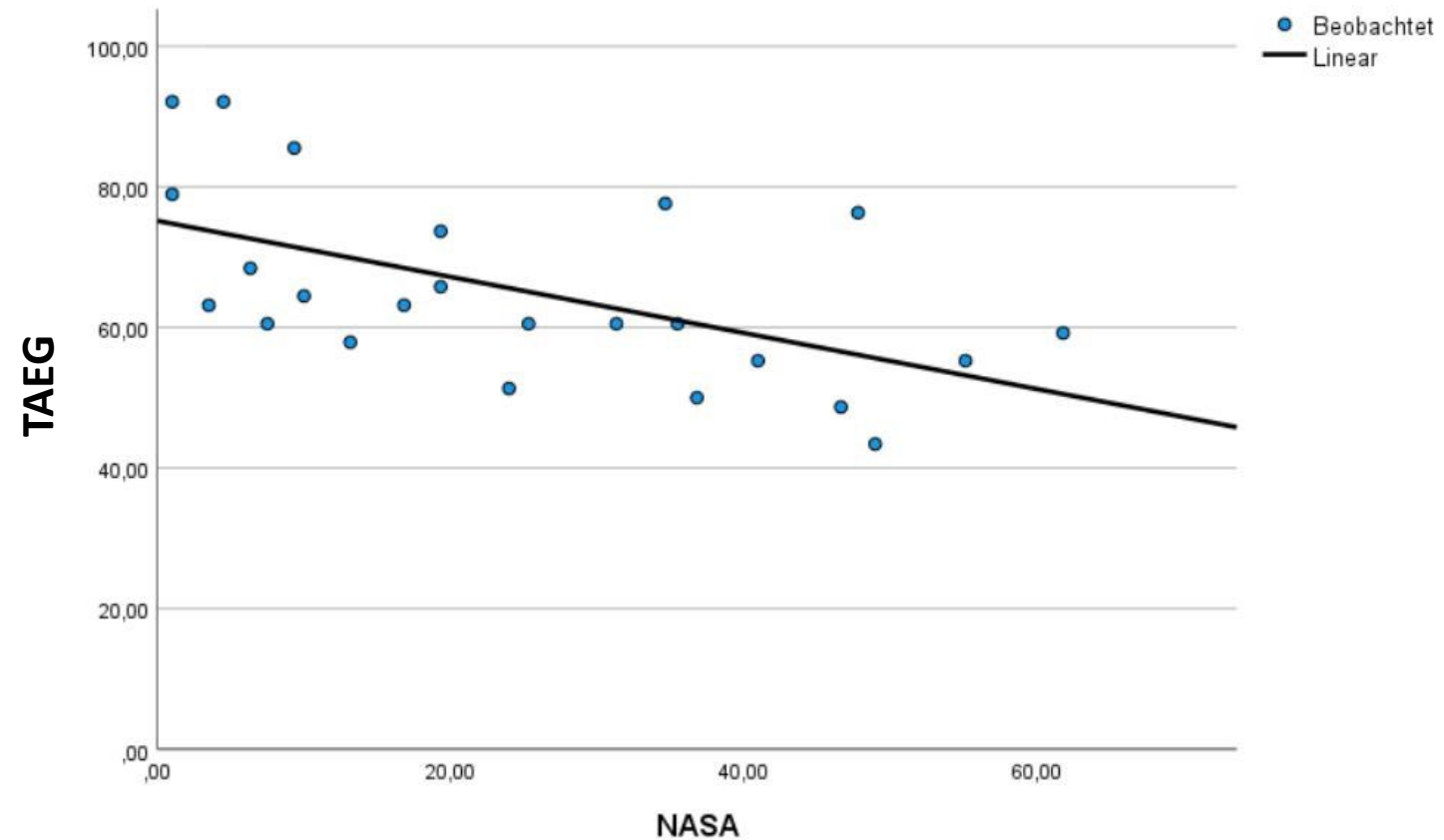
- Tägliche erwünschte Arbeitszeit?  
Häufigste Antwort:  
4 bis 6 Stunden
- Einschätzung: Datenbrille etabliert sich innerhalb von 10 Jahren
- Wunsch: Beteiligung bei Modellauswahl und bei der Einführung





## 4.4.3 Technikaffinität

- Zusammenhang zwischen Technikaffinität (TAEG) und der Beanspruchung (NASA-TXL)
- Ergebnis: Je **größer** die Technikaffinität umso **geringer** die empfundene Beanspruchung







# V. Zusammenfassung

---

- Komplexe Problematik mit vielen Themengebieten
- Problematik: Was ist genau eine Datenbrille?
- Feldstudien: eine Herausforderung in Zeiten von C.
- Einführung der Datenbrillen sehr unterschiedlich
- Teilweise technische Probleme bei der Umsetzung
- Augenbelastung durch Datenbrillen kaum messbar
- Geringfügige Veränderungen von Bewegungsabläufen
- Akzeptanz im Feld und im Labor eher hoch
- Beschäftigte sehen Chancen für Datenbrillen im Unternehmen

# V. Fazit

---

- Es gibt nicht die Datenbrille! Unterschiedliche Bauarten und Interaktionsformen erschweren allgemeingültige Aussagen.
- Datenbrille muss im Vorfeld auf Eignung getestet und individuell für den Arbeitsplatz angepasst werden.
- Beschäftigte sollten bei der Einführung der neuen Technologie früh eingebunden werden.
- Testläufe mit anschließender Befragung der Probanden durchführen und auch Effizienz betrachten.
- Augen im Betrieb testen lassen und Datenbrille wenn möglich mit Korrekturbrillen kombinieren.
- Für reibungslosen technischen Ablauf Sorge tragen (Akkuladung, WLAN Abdeckung im Großlager)

# V. Ausblick

---

Wie können Datenbrillen an Arbeitsplätzen eingesetzt werden, so dass Arbeitssicherheit und Gesundheit gewährleistet sind?

- Erstellung von Handlungsempfehlungen
- Aufstellen von Checklisten
- Zusammenstellung eines Dokumentenkoffers



Vielen Dank!