



Dr. Frank-Peter Schiefelbein, Siemens AG

Jan Terhoeven, BAuA

Datenbrillen als Arbeitsassistentz in der Elektronik-Fertigung: Herausforderungen im Entwicklungsprozess

7. Expertenworkshop Datenbrillen

Dortmund, 07. März 2018

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Betreut durch:



Motivation, Hintergrund des Projekts



Siemens durchläuft selbst die digitale Transformation und passt seine Prozesse den neuen Gegebenheiten an.

Beispiel Elektronikwerk Amberg



Schnell

~1 SIMATIC-Produkt pro Sekunde
>1.200 Produktvarianten in Teamcenter



Flexibel

24 Stunden zwischen Bestellung und Ankunft beim Kunden



Effizient

Ca. 9-fache Steigerung der Shop-Floor-Nutzung seit Produktionsstart (1990)



Hochwertig

Weniger als 11 dpm, was einem Qualitätsniveau von 99,9989% entspricht

Gefördert durch:



Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Betreut durch:



DLR Projektträger

Projektkonsortium:

SIEMENS

b a u a :

Fraunhofer
FEP

UBIMAX
Ubiquitous Computing Experts

DI OPTIC

uvex

Stand der Technik

- Augmented Video ohne hands-free-Möglichkeiten (insb. Tablet, Smartphone)
- Stationäre Human-Machine-Interfaces mit permanenter Verlagerung des Aufmerksamkeitsschwerpunkts zwischen Bildschirm und Kerntätigkeit
- Touch- oder Sprachsteuerung
- Field of View entweder sehr begrenzt oder nur als VR-Brille
- keine sichere Integration in Firmen-Netze, z.B. keine Möglichkeit, kritische Funktionalitäten (Bluetooth, Kamera) bei Bedarf sicher zu deaktivieren
- begrenzte Akku-Laufzeit (1 bis 2 Std.)

Mehrwert durch das Projekt

- **Einbindung in die lokale Prozess-IT**
- **Höhere Produktivität**
- **Höhere Flexibilität:**
Vielfalt bearbeitbarer Prozesse
- **Höhere Qualität:**
Fehlerreduzierung/-vermeidung durch Augmented-Reality-Technologie
- **Verbessertes Training in Form von:**
 - **Sicherheitsunterweisungen**
 - **Gefahrenstellen in der Produktion**
 - **Arbeitssicherheit**
- **Nutzerakzeptanz, Ergonomie**
- **Mitarbeiter-Motivation**

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Betreut durch:



Projektkonsortium:

SIEMENS

baaa

Fraunhofer
FEP

UBiMAX
Ubiquitous Computing Experts

DIOP TIC

uvex

Das Konsortium und Aufgaben der Projektpartner



b a u a :
Bundesanstalt für Arbeitsschutz
und Arbeitsmedizin



- **Arbeitswissenschaftliche Begleitung**

DIOPTIC



- **Optik**
- **Gestensteuerung**

Fraunhofer
FEP



- **Hochauflösendes OLED-Mikrodisplay**
- **Eye-Tracking**

SIEMENS



- **Applikationen und Services**
- **Elektronik u. Feldtest**
- **Aufbau Middleware**

UBiMAX
Ubiquitous Computing Experts



- **Service-Integration**
- **AR-Framework**

uvex



- **Hardware System-Integration**

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Betreut durch:



DLR Projektträger

Projektkonsortium:

SIEMENS

b a u a :

Fraunhofer
FEP

UBiMAX
Ubiquitous Computing Experts

DIOPTIC

uvex



Ziel: Entwicklung neuer, wettbewerbsfähiger Komponenten und Services für Datenbrillen als Arbeitsassistentz in der industriellen Fertigung

- **Lastenheft** für eine Datenbrille (inkl. Services), welche über die am Markt verfügbaren Technologien hinausgeht und aktuelle ergonomische und datenschutzrechtliche Herausforderungen meistert
- **Softwareseitige Umsetzung und Erprobung** der Arbeitsassistentz in einem Use Case mithilfe einer am Markt verfügbaren Datenbrille
- Parallele **Entwicklung der Hard- und Softwarekomponenten**
- **Demonstrator** aus entwickelter Software und Hardware
- **Erprobung und Bewertung** der Arbeitsassistentz in weiteren Use Cases mithilfe der im Projekt entwickelten Datenbrille

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Betreut durch:



Projektkonsortium:

SIEMENS

b a u a :

Fraunhofer
FEP

UBiMAX
Ubiquitous Computing Experts

DIOP TIC

uvex

Prämissen

- Nutzbar für Brillenträger
- Arbeitssicherheit muss gewährleistet sein
- Scanfunktion ist obligatorisch
- Fotografierfunktion inkl. Speicherung notwendig
- Personalisiertes Soft-Zertifikat (PIN-Device)
- Personalisiertes Device
- WLAN-fähig
- Spracheingabe möglich
- Fall-Back-Lösung obligatorisch

SIEMENS **Paarweiser Vergleich V3.0** Stand: 28.04.2016

UseCases für eine AR-Datenbrille

Sortieren nach Punkten
 Sortieren wie Blatt 'Paarweiser Vergleich'

Nr.	Bewertungskriterien	Summe Pkt.	Prozent von Summe %		Rang
2	Tragekomfort, -ergonomie	54	10.3	██████████	1
8	Prozessoptimierung	50	9.5	██████████	2
10	Qualitätssteigerung	48	9.1	██████████	3
11	Scan-Realisierbarkeit ist in Datenbrille integriert	43	8.2	██████████	4
15	Wearable-Range bzgl. Mobilität	43	8.2	██████████	4
4	Einsatzdauer	35	6.7	██████████	6
7	Distanzreichweite der Datenbrille	35	6.7	██████████	6
12	Scannerfunktionalität	35	6.7	██████████	6
9	Kompatibilität mit anderen Systemen	33	6.3	██████████	9
13	Application Owner Siemens	32	6.1	██████████	10
14	Siemens Software Schnittstellen zu Siemens-Systemen	32	6.1	██████████	10
5	Usability des User Interface	28	5.3	██████████	12
6	Mitarbeitermotivation	25	4.8	██████████	13
1	Flexible Darstellung der Datentiefe	19	3.6	██████████	14
3	Platzeinsparung	13	2.5	██████████	15
Summe		525	100.0		

© Siemens AG 2013

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Betreut durch:



Projektkonsortium:



Die ausgewählten Use Cases reflektieren den sequentiellen Workflow in der Digitalen Fabrik.

Use Case 1: Kommissionierung

- Kommissionier-Prozesse im Zentrallager
- Link zu SAP R71



Use Case 2: SMD Rüsten

- Eye-Tracking sichert den Prozess (hands-free)
- Information via Eye-Tracking (mobile information)
- Link zu ASM SIPLACE



Use Case 3: Gerätemontage

- Visuelle Inspection an SIMATIC® S7-1200
- Link zu Siemens PLM-Software Teamcenter
- Testen via AR



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Betreut durch:



DLR Projektträger

Projektkonsortium:

SIEMENS

baua:

Fraunhofer
FEP

UBIMAX
Ubiquitous Computing Experts

DIOP TIC

uvex

Usecase 1: Materialauslagerung Zentrallager Fürth



Prozess heute

Führen des Mitarbeiters

- Ausdrucken aller Kommissionierunterlagen
- Anlaufen aller Lagerplätze
- Entnahme der Materialien
- Beschriftungsetiketten und Tracelabel aufkleben
- Übergabe an nachfolgenden Prozess
- Quittierung des Transportauftrags und des Vorgangs

Potential mit AR-Brille

Produktivität

- Druck der Etiketten im Moment des Bedarfs
- Einblenden von Schlichtmustern

Qualität

- Gegenscannen von Platz und Materialnummer

Ergonomie

- AR mit Navigation zu richtigem Gang und Platz

Prozess neu

- Digitalisierter Workflow



- Augmentierung für Navigation mit AR-Brille



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Betreut durch:



Projektkonsortium:

SIEMENS

baa

Fraunhofer
FEP

UBIMAX
Ubiquitous Computing Experts

DIOPTIC

uvex

Prozess heute

Umrüsten SMD-Linie

- Beobachten Hitliste auf Monitor je Linie
- Nachzurüstende Bauteilrolle aus Tower beziehen
- Identifikation der nachzurüstenden Feeder-Spur
- Kontrolle alte Rolle zu neue Rolle und Feeder-Spur
- Anspießen der neuen Bauteil-Rolle

Potential mit AR-Brille

Produktivität

- Wegfall permanenter Blick auf Hitliste
- Parallelisierung von Auslagerung und Weg zum Tower

Qualität

- Werkerführung und visuelles Highlighting (Spur)

Ergonomie

- Wegfall permanenter Blick auf Hitliste

Prozess neu

- Digitalisierter Workflow via Smartwatch
- Augmentierung für Positionierung und Navigation mit AR-Brille



neu



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Betreut durch:



DLR Projektträger

Projektkonsortium:



Ubiquitous Computing Experts



Usecase 3: Gerätemontage im EWA



Prozess heute

Umrüsten SMD-Linie

- Anmeldung MA an Station mit Prüf-ID via Scan
- Exemplar mit Hand scannen
- Lernmodus durch Mausklick sequentiell durchführen
- Sichtprüfen durch Wechseln des Aufmerksamkeits-schwerpunkts zwischen Exemplar und Sichtprüfplan

Potential mit AR-Brille

Produktivität

- Scanprozesse hands-free
- Ersatz Mausklick durch Gestensteuerung

Qualität

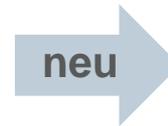
- Poka-Yoke: Fehlervorbeugung & -vermeidung

Ergonomie

- Gleicher Aufmerksamkeits-schwerpunkt für Gerät und Prüfplan

Prozess neu

- Digitalisierter Workflow und Augmentierung der Prüfmerkmale mit AR-Brille



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Betreut durch:



Projektkonsortium:

SIEMENS

b a u a :

Fraunhofer
FEP

UBIMAX
Ubiquitous Computing Experts

DIOP TIC

uvex



- Sichtfeldbegrenzung (geometrisch und Helligkeit)
- Field of View für Content
- Batterielaufzeit (Hot swap)
- Modulares Sensorkonzept
- Interaktions-Methoden (Touch, Voice, Gesten, Eye-Tracking)
- Dioptrienausgleich durch individuelle Korrektionsgläser
- Assisting Gadgets (Scanner, Printer)
- EHS approved
- Geltendes normatives Regelwerk, z.B.
 - Anforderungen an eine Schutzbrille nach DIN EN 166
 - Temperatur bei Hautkontakt nach DIN EN ISO 13732-1
 - Elektromagnetische Felder, u.a. nach DIN EN 50364

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Betreut durch:



DLR Projektträger

Projektkonsortium:

SIEMENS

b a u a :

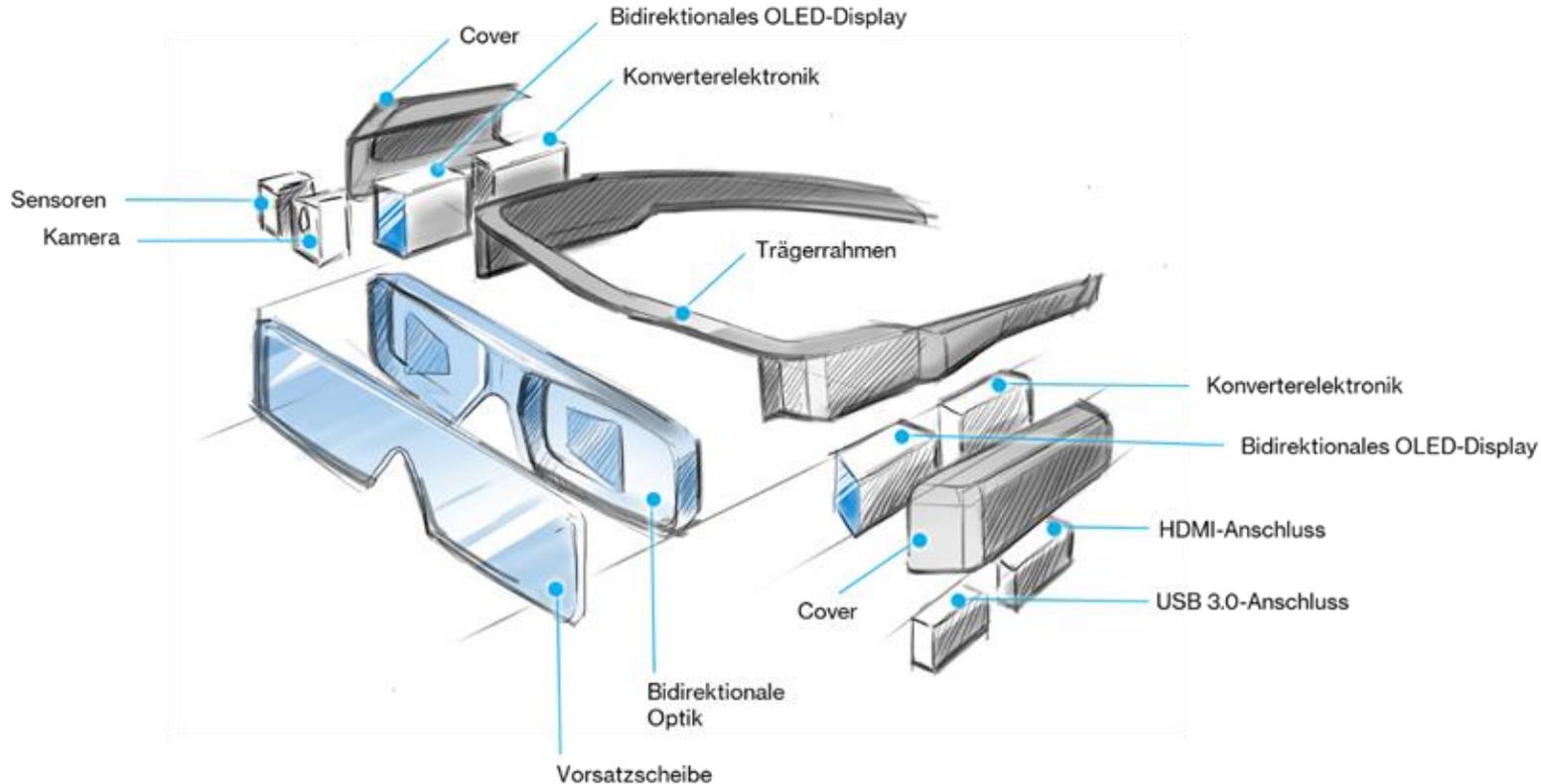
Fraunhofer
FEP

UBIMAX
Ubiquitous Computing Experts

DIOPTIC

uvex

Aufbau der Brille – Erste Designstudie (UVEX)



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Betreut durch:



Projektkonsortium:

SIEMENS

b a u a :



UBiMAX
Ubiquitous Computing Experts

DIOP TIC

uvex



Benchmark verschiedener Optikkonzepte

- Bug-Eye
- Okular
- Wellenleiter

→ Entscheidung für das Okular-Konzept

- Basierend auf einer leichten Kunststoffoptik
- Sicherstellung einer HD-Auflösung

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Betreut durch:



DLR Projektträger

Projektkonsortium:

SIEMENS

b a u a :

Fraunhofer
FEP

UBiMAX
Ubiquitous Computing Experts

DIOP TIC

uvex

Entscheidung für unidirektionale OLED-Mikrodisplays

- Flexible elektrische Kabelverbindung zur Ermöglichung eines individuell einstellbaren Augenabstands
- Seitlich angeordnete Displayelektronik für eine Wärmeabfuhr nach außen



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Betreut durch:



Projektkonsortium:

SIEMENS

b a u a :

Fraunhofer
FEP

UBiMAX
Ubiquitous Computing Experts

DI OPTIC

uvex

Brillenkonzept – Aktueller Stand



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Betreut durch:



DLR Projektträger

Projektkonsortium:

SIEMENS

b a u a :

Fraunhofer
FEP

UBiMAX
Ubiquitous Computing Experts

DIOPTIC

uvex

Ziele der arbeitswissenschaftlichen Begleitung



- Unterstützung des Entwicklungsprozesses hinsichtlich der Aufbereitung geltenden untergesetzlichen sowie normativen Regelwerks
- Frühzeitige Einbindung des Betriebsrats und Information sowie Begleitung der Beschäftigten in den Anwendungsfällen
- Kontinuierliche Begleitung des Technologieeinsatzes, Erhebung von Nutzererwartungen sowie Nutzererleben
- Betrachtung des persönlichen Datenschutz beim Einsatz adaptiver Assistenzsysteme

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Betreut durch:



Projektkonsortium:

SIEMENS

b a u a :

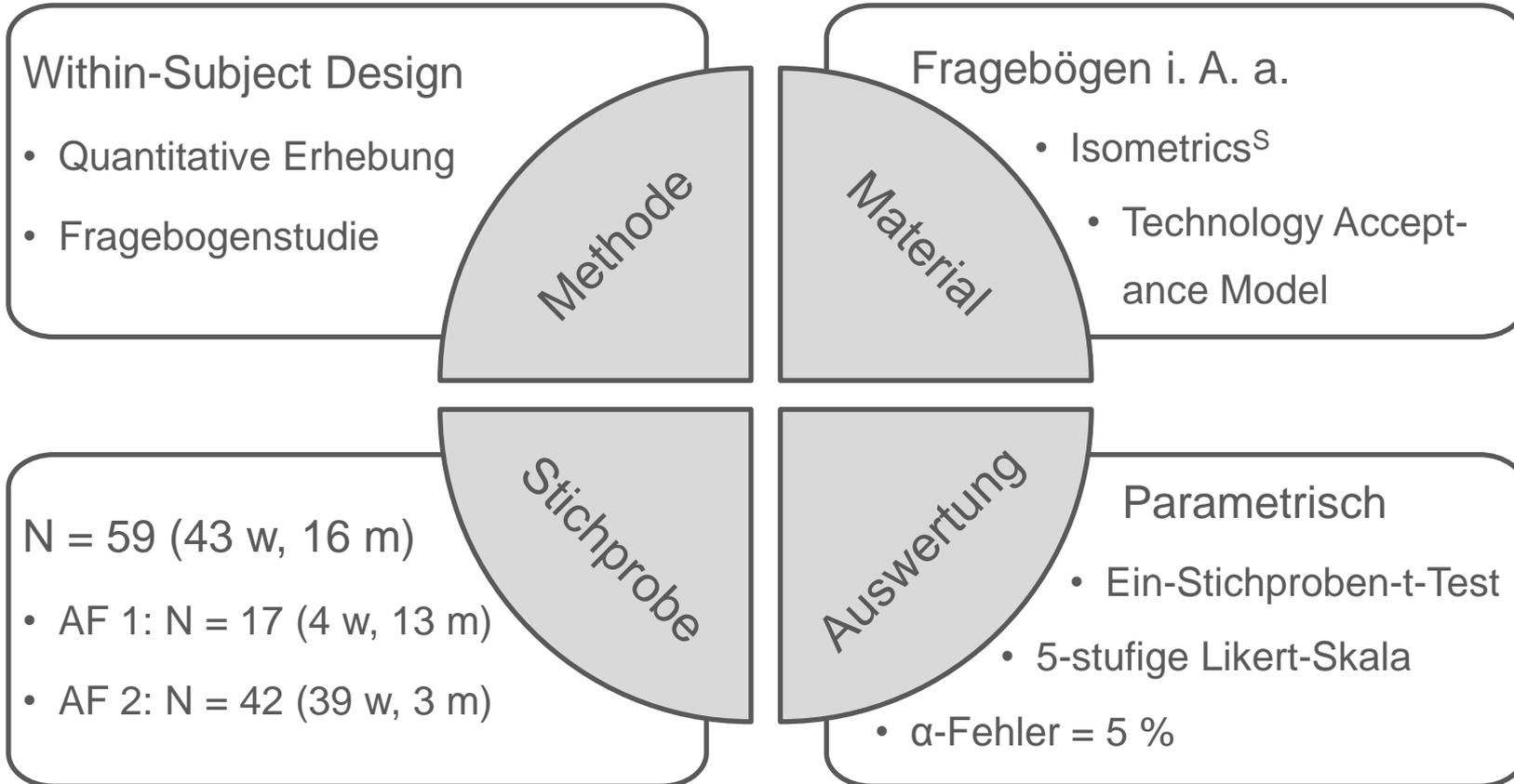
Fraunhofer
FEP

UBiMAX
Ubiquitous Computing Experts

DIOP TIC

uvex

Beschäftigtenbefragung Use Case 1 & 2 (Methodik)



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Betreut durch:



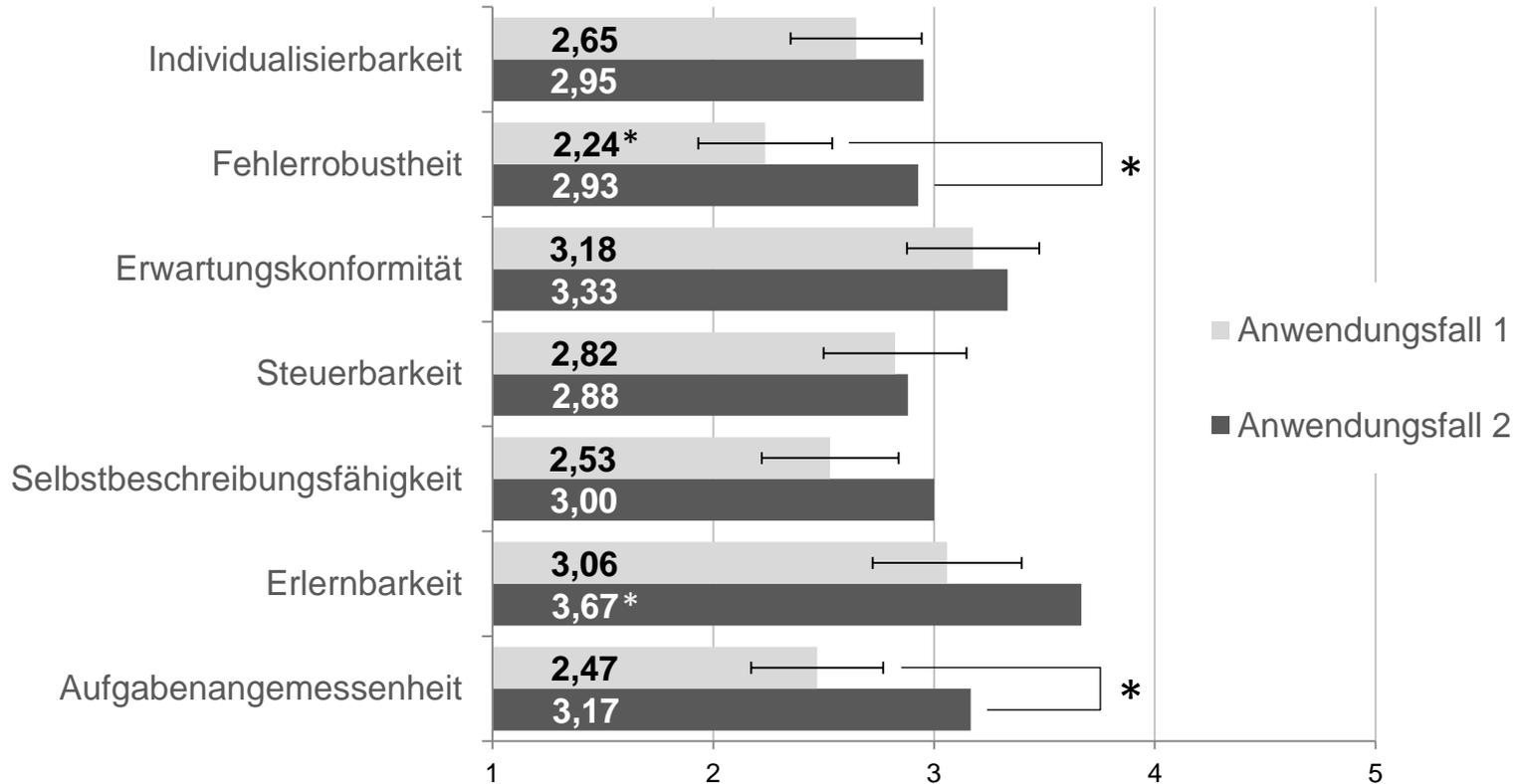
Projektkonsortium:



Erwartungen an Aspekte der Gebrauchstauglichkeit



Ergebnisse des t-Test ($p \leq 0,5$)



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Betreut durch:



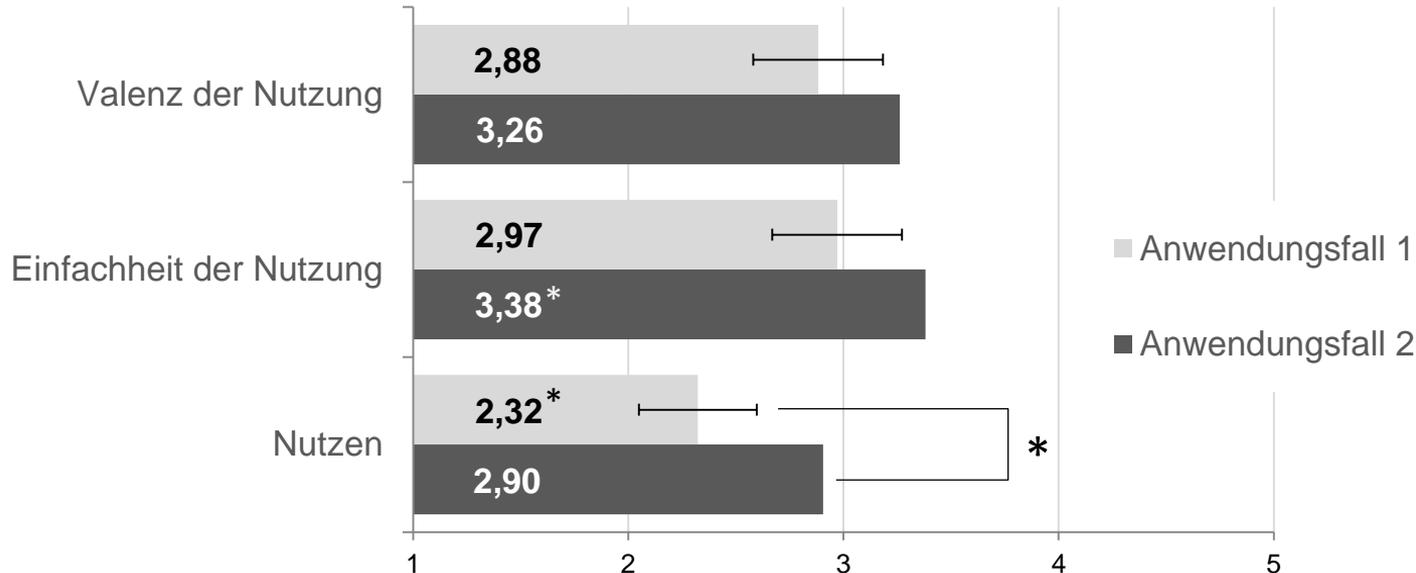
Projektkonsortium:



Erwartungen an Aspekte der Akzeptanz



Ergebnisse des t-Test ($p \leq 0,5$)



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Betreut durch:



Projektkonsortium:



- Hinterfragen des Task-Technology-Fit im ersten Anwendungsfall
 - Umsetzung des Use Case 1 auf Alternativtechnologien
 - Vergleichsstudie im Use Case 1 mit Datenbrillen und Tablet-PC durchgeführt (N= 12 TeilnehmerInnen)
- Kontinuierliche Evaluation im zweiten Anwendungsfall
 - Kontinuierliche Begleitung des Technologieeinsatzes
 - Implementierung eines Online-Fragebogens?
 - Abgleich der Nutzererwartungen mit tatsächlichem Nutzererleben
- Nutzen der Studienerfahrungen zur Evaluation von Use Case 3

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Betreut durch:



DLR Projektträger

Projektkonsortium:

SIEMENS

baa :

Fraunhofer
FEP

UBIMAX
Ubiquitous Computing Experts

DIOP TIC

uvex

Zusammenfassung und Ausblick



- Entwicklung einer Datenbrille erfordert ein hohes Maß an Interdisziplinarität
- Die sichere Einbindung in die IT-Systeme der Unternehmen stellt separate eine Herausforderung dar
- Eine im betrieblichen Alltag einsetzbare Datenbrille stellt viele Anforderungen vor dem Hintergrund der Sicherheit und Gesundheit als auch Akzeptanz der Beschäftigten
- Gutachten zum persönlichen Datenschutz beim Einsatz adaptiver Assistenzsysteme durch lindenpartners

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Betreut durch:



Projektkonsortium:



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Dr. Frank-Peter Schiefelbein

SIEMENS

Corporate Technology
CT REE ELM EMI-DE

Siemensdamm 50
13629 Berlin, Deutschland

+49 (0) 30 386 29166

frank.schiefelbein@siemens.com

Jan Terhoeven, M. Sc.

b a u a :

Gruppe Human Factors, Ergonomie
Fachbereich Produkte und Arbeitssysteme

Friedrich-Henkel-Weg 1-25
44149 Dortmund, Deutschland

+49 (0) 231 9071 2424

terhoeven.janniklas@buaa.bund.de

Das Forschungs- und Entwicklungsprojekt Glass@Service wird im Rahmen des Förderprogramms „Smart Service Welt I“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) unter dem Förderkennzeichen 01MD16008B gefördert und durch das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR Projektträger) betreut.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Betreut durch:



Projektkonsortium:

SIEMENS

b a u a :



DIOP TIC

uvex