

Herausforderungen und Lösungsansätze für die Gebrauchstauglichkeit interaktiver Datenbrillen in der prä- und innerklinischen Versorgung

Tilo MENTLER, Michael HERCZEG

*Institut für Multimediale und Interaktive Systeme (IMIS), Universität zu Lübeck
Ratzeburger Allee 160, D-23562 Lübeck*

Kurzfassung: Nachdem mobile Endgeräte (z. B. Tablet-PCs) in der prä- und innerklinischen Versorgung bereits erprobt und teilweise eingeführt wurden, rücken nun am Körper tragbare Computersysteme (Wearables) in den Fokus. Per Sprache und Gesten steuerbare interaktive Datenbrillen bieten dabei ein besonderes Potenzial. In diesem Beitrag werden Erkenntnisse zu deren Gebrauchstauglichkeit aus der menschenzentrierten Entwicklung prototypischer Anwendungen zur Sichtung von Patienten, zur Identifikation von Gefahrgütern, zur Koordinierung von Infusionen sowie zur fotobasierten Dokumentation für die Datenbrille Google Glass beschrieben. Fachkräfte wurden dabei in alle Entwicklungsphasen einbezogen. Anschließend werden Empfehlungen zur Vorgehensweise sowie zum multimodalen Interaktionsdesign gegeben.

Schlüsselwörter: Datenbrille, Gebrauchstauglichkeit, Rettungsdienst, Klinik, Interaktionsdesign, Google Glass

1. Einleitung

Interaktive Datenbrillen (Head-Mounted Displays, HMDs) werden bereits seit Ende der 1970er-Jahre erforscht und entwickelt (z. B. Sutherland, 1968). Waren für die damaligen Prototypen oder Einzelanfertigungen noch teils aufwendige Installationen notwendig, um beispielsweise Kopfbewegungen erfassen zu können, sind mittlerweile brillenähnliche und kompakte Hardwarelösungen als kommerzielle Produkte, teils sogar für Consumermärkte, verfügbar (siehe Abbildung 1). Integriert sind dabei in der Regel ein Mikrofon, eine Kamera, drahtlose Netzwerkverbindungen (WLAN, Bluetooth) sowie Sensoren zur Messung der globalen Position, der Beschleunigung sowie der Lage und der Orientierung (Kopfhaltung).

Unterschiede zwischen den verschiedenen Modellen betreffen insbesondere das Interaktionsdesign, d.h. die Ein- und Ausgabetechniken. Während die in Abbildung 1 dargestellte Google Glass mittels Kopfbewegung, Spracheingabe sowie eines in den Brillenbügel integrierten Touchpads steuerbar ist, sind andere Modelle (z. B. Epson Moverio BT-200) mit einem separaten Multitouch-Trackpad oder mit mehreren Hardwaretasten ausgestattet (Seiko Epson Corporation, 2015). Ausgaben erfolgen bei der Google Glass über Knochenleitungslautsprecher sowie über eine in den rechten oberen Bereich des Sichtfeldes projizierte Anzeige. Die Darstellung entspricht der Betrachtung eines Bildschirms mit 64 cm Bildschirmdiagonale aus einer Entfernung von ca. 2,50 m (Google Inc., 2014). Dahingegen nutzt die BT-200 das gesamte Blickfeld. Die Projektionsgröße entspricht dem Betrachten eines Bildschirms mit einer Diagonale von ca. 102 cm aus einem Abstand von ca. 2,50 m.



Abbildung 1: (links) Google Glass. Touchpad, Kamera und Prisma sind in dieser Ansicht links in den dickeren Brillenbügel bzw. Steg integriert (Mentler et al., 2015), (rechts) Präklinisches Einsatzteam mit Nutzer der Google Glass bei der Patientenversorgung

Aufgrund kommerzieller Verfügbarkeit, kompakterer Bauweisen und höherer Leistung lässt sich, wie in Kapitel 2 erläutert wird, ein gesteigertes Interesse an interaktiven Datenbrillen auch im Kontext der prä- und innerklinischen Versorgung feststellen. Nach der nachfolgenden Zusammenfassung themenverwandter Arbeiten wird in Kapitel 3 auf die Methodik sowie in Kapitel 4 auf Herausforderungen und Lösungsansätze für die Gebrauchstauglichkeit interaktiver Datenbrillen eingegangen.

2. Hintergrund

Im Gesundheitswesen steigen die Anforderungen an die Effektivität und Effizienz der Maßnahmen. Verbesserte Datenqualität sowie durchgängige Informationsflüsse werden gefordert. Sofern diese mit organisatorischen, sozialen und kulturellen Anpassungen einhergehen, können computerbasierte Systemlösungen und ihre Benutzer einen Beitrag zur Bewältigung dieser Herausforderungen leisten (Lorenzi et al., 2005; Malvey, 2014; Mentler & Herczeg, 2014). Inwiefern interaktive Datenbrillen einbezogen können, ist derzeit Gegenstand zahlreicher Forschungsarbeiten.

2.1 Interaktive Datenbrillen im präklinischen Kontext

Viele Szenarien für die Nutzung von Datenbrillen im Rettungsdienst beziehen sich auf Einsätze bei einem Massenansturm, d.h. eines „Notfall mit einer größeren Anzahl von Verletzten oder Erkrankten sowie anderen Geschädigten oder Betroffenen, der mit der vorhandenen und einsetzbaren Vorhaltung des Rettungsdienstes aus dem Rettungsdienstbereich nicht bewältigt werden kann“ (DIN 13050:2009).

Als Anwendungsfall ist insbesondere die Sichtung, d.h. die „ärztliche Beurteilung und Entscheidung über die Priorität der medizinischen Versorgung von Patienten hinsichtlich Art und Umfang der Behandlung sowie über Zeitpunkt, Art und Ziel des Transportes“ zu nennen (DIN 13050:2009). Inwieweit die Einsatzkräfte durch Visualisierung eines Sichtungsalgorithmus und Assistenz bei seiner Bearbeitung unterstützt werden können, haben u. a. Carenzo et al. (2014), Cicero et al. (2015) und O'Donnell et al. (2015) untersucht. Die Ergebnisse sind teils widersprüchlich:

- *Glass is a promising technology both for telemedicine applications and augmented-reality disaster response support* (Carenzo et al., 2014);
- *„there was no increase in triage accuracy [...] and [that] telemedicine required more time than conventional triage“* (Cicero et al., 2015).

Hinweise auf „technical issues“ (O'Donnell et al. 2015) oder „software problems“ (Cicero et al., 2015) deuten jedoch darauf hin, dass die jeweiligen Mensch-Maschine-Schnittstellen nur eingeschränkt gebrauchstauglich waren.

Neben der Sichtung werden vor allem telemedizinische Anwendungen mit Datenbrillen diskutiert (Widmer & Müller, 2014). Noch sehr abstrakte Ideen betreffen die Kommunikation der Einsatzkräfte (z.B. Telefongespräche) oder die Suche nach einsatzrelevanten Informationen, wie z.B. Transportziele (rettungsdienst.de, 2013).

2.2 Interaktive Datenbrillen im innerklinischen Kontext

Räumliche Kontexte für die Nutzung interaktiver Datenbrillen in klinischen Kontexten waren in den meisten Fällen Labore, Operationssäle oder Patientenzimmer. Tabelle 1 gibt einen Überblick über relevante Anwendungsfälle.

Tabelle 1: Anwendungsfälle für interaktive Datenbrillen in klinischen Kontext

Anwendungsfall	Beschreibung	Quellen (Beispiele)
Dokumentation	Aufnahme von Fotos/Videos/Ton vor, während oder nach einer Maßnahme	Albrecht et al. (2014) Davis & Rosenfield (2015)
Telemedizin/ Telementoring	bidirektionale Übertragung von Audio und Video	Knight et al. (2015) Ponce et al. (2014)
Streaming	(Live-)Übertragung von Maßnahmen, insbesondere zu Lehr- und Lernzwecken	Knight et al. (2015) Moshtaghi et al. (2015)
Scannen von Codes	Verarbeitung von Bar- oder QR-Codes, z. B. zur Identifikation von Patienten	Aldaz et al. (2015) Feng et al. (2014)
Assistenz durch Visualisierung	Visualisierung kontextrelevanter Daten oder Anreicherung der Realität mit Informationen (Augmented Reality, AR)	Chimenti & Mitten (2015) Vorraber et al. (2014)

Aus den Arbeiten lässt sich ableiten, dass interaktive Datenbrillen zukünftig in medizinischen Kontexten verschiedenste Aufgabenkomplexe unterstützen könnten. Allerdings müssen noch zahlreiche rechtliche, technische und gestalterische Herausforderungen (z.B. Datenschutz, Gebrauchstauglichkeit, Hitzeentwicklung, Kameraqualität) bewältigt werden (Moshtaghi et al., 2015; Vorraber et al. 2014).

3. Methode

Die methodische Grundlage der Zusammenarbeit mit den Fachkräften war der Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme nach DIN EN ISO 9241-210:2011. Die Perspektiven Theorie, Erfahrungswissen und Praxis waren für das Verständnis des Nutzungskontextes relevant (Mentler & Herczeg, 2013).

An den Studien mit Datenbrillen waren u. a. eine Studierende der Medizinischen Informatik beteiligt, die seit mehreren Jahren als Pflegekraft in einer Klinik tätig ist, sowie ein im Rettungsdienst engagierter Studierender der (Medien-)Informatik. Weiterhin beobachtete ein Studierender der Medizinischen Ingenieurwissenschaft 4 Operationen in einer Kinderklinik.

Ausgehend von semi-strukturierten Interviews mit mehr als 25 Ärzten, Pflegekräften und Rettungsdienstmitarbeitern wurden 4 Anwendungsfälle identifiziert:

1. präklinisch: Unterstützung der Sichtung von Patienten beim Massenansturm;
2. präklinisch: Identifikation von Gefahrgütern (z. B. giftige Gase, ätzende Stoffe);
3. innerklinisch: Koordination der Laufzeiten von Chemotherapien;
4. innerklinisch: fotobasierte Dokumentation während einer Operation.

Während für die fotobasierte Dokumentation eine bereits vorhandene Anwendung genutzt werden konnte, mussten die weiteren Anwendungsfälle eigenständig implementiert werden. In mehreren Iterationen und formativen Evaluationen wurden die in Abbildung 2 exemplarisch gezeigten Anwendungen realisiert.

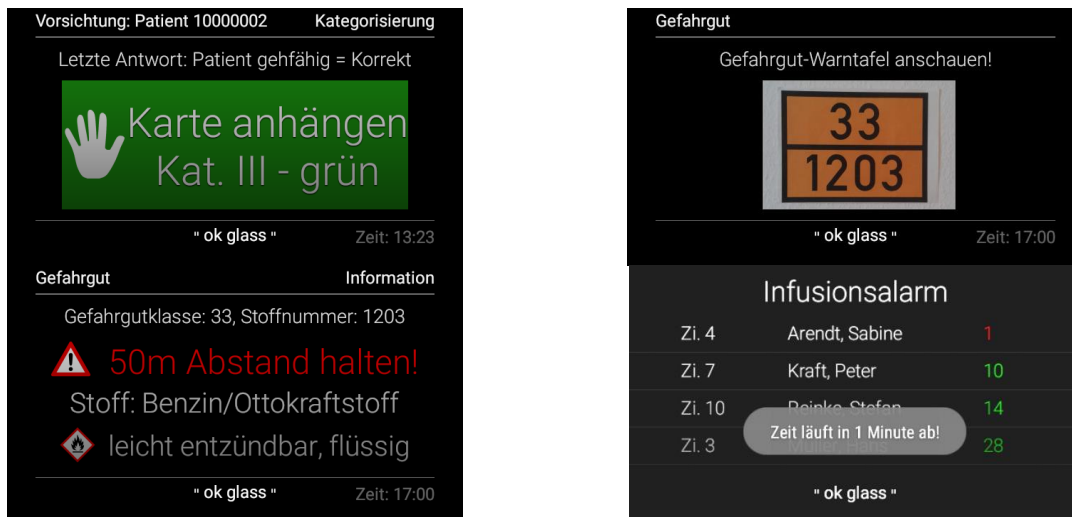


Abbildung 2: (links oben) Ergebnis der Sichtung, (rechts oben) Aufforderung zum Scannen der Gefahrgut-Warntafel, (rechts unten) Hinweise zum ermittelten Gefahrgut, (rechts unten) vereinfachte Darstellung von Infusionszeiträumen mit Hinweistext

Die prototypischen Anwendungen wurden von 12 Pflegekräften (Koordination), 14 Einsatzkräften von Rettungs- und Sanitätsdiensten (Sichtung, Identifikation) und 3 Chirurgen (Dokumentation). Während die ersten beiden Gruppen Arbeitsaufgaben unter realen Umgebungsbedingungen, aber in Übungen absolvierten, nutzten die 3 Chirurgen die interaktive Datenbrille während 4 Operationen. Bis auf einen Brillenträger unter den Rettungskräften, der nach eigener Auskunft den Text verzerrt dargestellt sah, und einen Pfleger, der eine der Teilaufgaben nicht lösen konnte, bearbeiteten alle Teilnehmer die Aufgaben hinsichtlich der Interaktion erfolgreich.

4. Herausforderungen und Lösungsansätze

Die interaktive Datenbrille wurde von den erwähnten Fachkräften grundsätzlich positiv aufgenommen. Dennoch konnten sowohl während der Entwicklung als auch durch Beobachtungen der Tests Verbesserungspotenziale identifiziert werden.

4.1 Heterogene Geräteklasse

Wie einleitend beschrieben, unterscheiden sich interaktive Datenbrillen hinsichtlich der Ein- und Ausgabemöglichkeiten. Gerade die Projektionsgröße sowie die Lage des Bildes im Sichtfeld variieren deutlich. Daher sollte das konkrete Modell bereits vor Entwicklungsbeginn ausgewählt werden. Responsive Gestaltungsprinzipien, die u. a. verschiedene Bildschirmgrößen bei webbasierten Anwendungen für PCs oder Smartphones regeln, können nicht ohne Weiteres auf die Unterschiede zwischen mono- und binokularen Datenbrillen übertragen werden.

Unterschiede bestehen ebenfalls im optischen Erscheinungsbild. Einzelne Modelle wirken eher kompakt und filigran, andere eher massiv und robust. Dies ist nicht nur

Geschmackssache, sondern wird i. allg. auch Einfluss auf die Gebrauchstauglichkeit zeigen. So wurde während einer der Operationen (siehe Kapitel 3) die interaktive Datenbrille über dem Gestell einer Lupenbrille mit aufgeklebten Okularen getragen. Die Flexibilität und das geringe Gewicht der Datenbrille waren hier entscheidend.

4.2 Interaktionsdesign

Die handfreie Bedienung ist eines der zentralen Argumente, die potenziell für den Einsatz interaktiver Datenbrillen im medizinischen Kontext sprechen. Allerdings birgt die Eingabe von Befehlen und Daten sowohl durch Sprache als auch durch Gesten (z.B. per Kopf) Risiken, die unter den teils sicherheits- und zeitkritischen Rahmenbedingungen beurteilt werden müssen. Die Spracherkennung ist daher unter realistischen Umgebungsbedingungen (z.B. in der Nähe von Rettungsmitteln) ebenso zu prüfen wie die Individualisierbarkeit der Sprachbefehle. Ähnlich wie diese müssen auch Gesten erlernt oder entsprechend visualisiert werden. Wichtig ist eine „multimodale Konsistenz“, d.h. besteht beispielsweise die Möglichkeit mit einer Touchgeste zu einem definierten Ausgangspunkt im Gesamtsystem zu gelangen („home“), sollte dies auch per Sprachbefehl möglich sein („ok glass, go home“).

Bei der Ausgabe von Daten ist zwischen der Menge der dargestellten Daten, ihrer Lesbarkeit und dem frei bleibenden Sichtbereich abzuwägen. Piktogramme oder Symbole können helfen, müssen aber möglichst unmissverständlich sein. Wahrnehmungspsychologische Grundlagen sind bei der Gestaltung zu beachten (visuelle Aufmerksamkeit, Bewegungswahrnehmung). Weder sollte die Anwendung den Benutzer durch Animationen oder andere Effekte ständig ablenken noch sollte es passieren, dass relevante Informationen übersehen werden können.

4.3 Nutzungskontext

Vertrauen in die Technik hat einen wichtigen Einfluss auf ihre sichere und effiziente Nutzung. Daher sind die technische Eignung (z.B. Kameraqualität) und rechtliche Aspekte (z.B. Datenschutz) zu klären. Ebenso muss die Akzeptanz nicht nur durch die Benutzer, sondern auch die Patienten gewährleistet werden.

Zu beachten ist weiterhin, dass sowohl prä- als auch innerklinisch bereits zahlreiche Medizinprodukte und andere interaktive Systeme eingesetzt werden. Datenbrillen sollten nicht einfach eine weitere Geräteklasse darstellen. Integrierte Bedienkonzepte und angepasste Arbeitsabläufe sind Voraussetzung für eine effektive und effiziente Integration in Arbeitsprozesse. Dies gilt auch für Anforderungen des Regel- und Ausnahmebetriebs (Mentler & Herczeg, 2013).

5. Diskussion

Unter Einbeziehung von Ärzten, Pflegekräften und Rettungsdienstmitarbeitern wurden Anwendungsfälle für interaktive Datenbrillen erarbeitet und prototypisch realisiert. Die Ergebnisse deuten in grundsätzlicher Übereinstimmung mit anderen Forschungsarbeiten darauf hin, dass die Anwendungen gebrauchstauglich gestaltet werden können. Die Herausforderungen, die sich durch die heterogene Geräteklasse, das multimodale Interaktionsdesign und den Nutzungskontext ergeben, müssen aber noch besser bewältigt werden. Die schnelle technische Weiterentwicklung von Datenbrillen kommt diesen Ansprüchen entgegen.

6. Literatur

- Albrecht UV, von Jan U, Kuebler J, Zoeller C, Lacher M, Muensterer OJ, Hagemeyer L (2014) Google Glass for documentation of medical findings. *J Med Internet Res* 16(2):e53.
- Aldaz G, Shluzas LA, Pickham D, Eris O, Sadler J, Joshi S, Leifer L (2015) Hands-Free Image Capture, Data Tagging and Transfer Using Google Glass: A Pilot Study for Improved Wound Care Management. *PLoS ONE* 10(4):e0121179.
- Carenzo L, Barra FL, Ingrassia PL, Colombo D, Costa A, Della Corte F (2014) Disaster medicine through Google Glass. In *Wolters Kluwer Health, European Journal of Emergency Medicine* (Published Ahead-of-Print).
- Chimenti PC, Mitten DJ (2015) Google Glass as an Alternative to Standard Fluoroscopic Visualization for Percutaneous Fixation of Hand Fractures. *Plast Reconstr Surg* 136(2):328-330.
- Cicero MX, Walsh B, Solad Y, Whitfill T, Paesano G, Kim K (2015) Do You See What I See? Insights from Using Google Glass for Disaster Telemedicine Triage. *Prehospital Disaster Med* 30: 4-8.
- Davis CR, Rosenfield LK (2015) Looking at plastic surgery through Google Glass: part 1. *Plast Reconstr Surg* 135(3):918-928.
- DIN 13050 (2009) *Rettungswesen - Begriffe*. Berlin: Beuth.
- DIN EN ISO 9241-210 (2011) *Ergonomie der Mensch-System-Interaktion – Teil 210: Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme*. Berlin: Beuth
- Feng S, Caire R, Cortazar B, Turan M, Wong A, Ozcan A (2014) Immunochromatographic diagnostic test analysis using Google Glass. *ACS Nano* 8(3): 3069-3079.
- Google Inc. (2014) *Tech specs*. Accessed December 09, 2015. <https://support.google.com/glass/answer/3064128>.
- Knight HM, Gajendragadkar PR, Bokhari A (2015) Wearable technology: using Google Glass as a teaching tool. *BMJ Case Rep*.
- Lorenzi NM, Ash JS, Einbinder J, McPhee W, Einbinder L (2005) *Transforming Health Care Through Information*. New York: Springer.
- Malvey D, Slovensky JD (2014) *MHealth: Transforming Healthcare*. New York: Springer.
- Mentler T, Herczeg M (2013) Routine- und Ausnahmehetrieb im mobilen Kontext des Rettungsdienstes. In: Boll S, Maaß S, Malaka R (Eds) *Mensch & Computer 2013*, 109-118.
- Mentler T, Herczeg M (2014) Human Factors and Ergonomics in Mobile Computing for Emergency Medical Services. In: Ahram T, Karwowski W, Marek, T (Eds) *Proceedings of the 5th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics*. AHFE, 4149-4160.
- Mentler T, Wolters C, Herczeg M (2015) Use cases and usability challenges for head-mounted displays in healthcare. *Current Directions in Biomedical Engineering* 1:534-537.
- Moshtaghi O, Kelley KS, Armstrong WB, Ghavami Y, Gu J, Djallilian HR (2015) Using google glass to solve communication and surgical education challenges in the operating room. *The Laryngoscope* 125:2295–2297.
- Seiko Epson Corporation (2015) *Techn. Daten*. Accessed December 09, 2015. <http://www.epson.de/de/de/viewcon/corporatesite/products/mainunits/specs/12411>.
- O'Donnell D, Szotek P, Arkins T, Priest, C (2015) The Use of a Google Glass Application Improves Accuracy in START Triage Among Undergraduate Nursing Students. Accessed December 09, 2015. http://emergency.medicine.iu.edu/files/7114/2254/7754/ODonnell_GoogleGlass.pdf.
- Ponce BA, Menendez ME, Oladeji LO, Fryberger CT, Dantuluri PK (2014) Emerging technology in surgical education: combining real-time augmented reality and wearable computing devices. *Orthopedics* 37(11):751-757.
- rettungsdienst.de. (2013) *Google Glass: Datenbrille für Rettungskräfte*. Accessed December 09, 2015. <http://www.rettungsdienst.de/magazin/google-glass-datenbrille-fur-rettungskraefte-37956>.
- Sutherland IE (1968) Head-mounted three dimensional display. In: *Proceedings of the December 9-11, 1968, fall joint computer conference, part I (AFIPS '68 (Fall, part I)*. New York: ACM, 757-764.
- Vorraber W, Voessner S, Stark G, Neubacher D, DeMello S, Bair A (2014) Medical applications of near-eye display devices. *International Journal of Surgery* 12(12):1266-1272.
- Widmer A, Müller H (2014) Using Google Glass to enhance pre-hospital care. *Swiss Medical Informatics*

Danksagung: Die Autoren danken Frau Zahide Okcu, Herrn Henrik Berndt und Herrn Janosch Kappel für die Entwicklung der prototypischen Anwendungssysteme.